

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Механіко-математичний факультет

Кафедра механіки суцільних середовищ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальних робіт
факультет
Харитонов О.М.
«31» _____ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТЕОРІЇ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ**

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	іспит

Викладачі: Лимарченко Олег Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

Пролонговано: на 20²¹/20²² н.р. О. Харитонов О.М. «31» серпня 20²¹ р.
на 20__/20__ н.р. _____ («__») _____ 20__ р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Лимарченко Олег Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри
механіки суцільних середовищ

 (Лимарченко О.С.)

Протокол № 1 від 26 серпня 2020 року

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2020 року

Голова науково-методичної комісії  (проф. Олійник А.С.)

« 31 » серпня 2020 року

1. Мета дисципліни – Метою курсу «*Чисельні методи теорії нелінійних коливань*» є оволодіння основними прийомами моделювання загальних механічних властивостей нелінійних механічних систем і явищ. Особливістю курсу є побудова комп'ютерно орієнтованих математичних моделей нелінійних систем, з багатьма ступенями вільності з поясненням багатьох сучасних проблем теорії коливань і хвиль.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Знати:** дисципліни професійної та практичної підготовки фахівців-механіків, зокрема основні поняття і методи теоретичної механіки, механіки суцільних середовищ, аналітичних методів механіки, методів нелінійної механіки, математичного моделювання механічних систем і процесів.
- 2. Вміти:** аналізувати і розв'язувати базові задачі механіки рідини, теорії пружності, включаючи задачі взаємодії різних середовищ.
- 3. Володіти елементарними навичками:** застосування методів обчислювальної математики, математичної фізики, теорії диференціальних рівнянь, варіаційного числення і нелінійної механіки з огляду на подальше використання комп'ютерних систем.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «*Чисельні методи теорії нелінійних коливань*» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 Математика та статистика спеціальності 113 Прикладна математика освітньої програми «Комп'ютерна механіка»

Дана дисципліна входить до групи дисциплін довільного вибору студентів. В курсі дисциплін «*Чисельні методи теорії нелінійних коливань*» включено опис основних принципів використання ідей побудови математичних моделей механічних систем для моделювання різних нелінійних механічних процесів комп'ютерними засобами. Обговорюються основні вимоги до коректності чисельних моделей з огляду на сучасне розуміння усталеності і термолізації коливальних і хвильових процесів. При врахуванні факторів нелінійності і сумісності руху складових механічних систем будуть побудовані дискретні моделі різноманітних процесів комп'ютерними засобами з огляду на закони розподілу частотних спектрів систем, що має практичне застосування в наукових дослідженнях і в інженерній практиці.

Викладається у 3 семестрі в **обсязі – 120 год. (4 кредити ECTS¹)** зокрема: *лекції – 38 год., консультації – 2 год, самостійна робота – 80 год.* У курсі передбачено **2 змістових модулі і модульний колоквиум.** Завершується дисципліна – **іспитом.**

4. Завдання (навчальні цілі):

Формування здатності формулювати і розв'язувати задачі нелінійної механіки і прикладної математики та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов, а саме: будувати наближені моделі нелінійних механічних систем; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у механіці та прикладній математиці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

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

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 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 до розвитку нових та удосконалення існуючих методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
 - 12) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики (ФК-10);
 - 13) 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 (формується розробником)			
РН 1.1	Основні засоби опису нелінійних елементів в математичних постановках задач механіки	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекції, усні відповіді, колоквиум, іспит</i>	5%
РН 1.2	Найпростіші нелінійні властивості механічних систем і їх практичне використання			5%
РН 1.3	Неперервні, слабкі поліноміальні, структурні, інтервальні нелінійності			5%
РН 1.4	Асимптотичні методи для систем з одним ступенем вільності			10%
РН 1.5	Методи усереднення. Їх обмеженість для систем із щільним спектром. Системи з повільно змінними параметрами.			10%
РН 1.6	Аналіз можливої поведінки нелінійних механічних систем по характеру розподілу спектру частот.			10%
РН 2.1	Прояв модуляції коливань, перегляд частини гіпотез лінійної теорії коливань, які застосовуються для нелінійних систем	<i>Самостійна робота</i>	<i>Виконання завдань, винесених на самостійну роботу, іспит</i>	10%
РН 2.2	Усталеність і термолізація коливальних процесів в нелінійних системах. Роль дисипативних сил.			15%

PH 2.3	Приклади поведінки нелінійних систем.		<i>Доповідь по завданню, іспит</i>	15%
PH 3.1	Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;	<i>Лекція</i>	<i>Активна робота на лекції, усні відповіді</i>	4%
PH 3.2	Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов.			4%
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>	2%
PH 4.2	Виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації принципів побудови механічних моделей і формулювання їх основних властивостей в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики			2%
PH 4.3	Усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних підходів			3%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 1.6	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 3.2	РН 4.1	РН 4.2	РН 4.3
	Програмні результати навчання													
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, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2 – 18 балів/11 балів;
 2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* РН2.1, РН2.2 – 11 балів/6 бали;
 3. *Колоквіум* РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 17 балів/10 балів;
 4. *Доповідь по завданню* РН1.5, РН1.6, РН2.3, РН4.1–РН4.3 – 14, балів/8 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, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН2.3.
- *форма проведення і види завдань:* письмово-усна 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 додатково скласти 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 іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 3 завдань, перші два з яких є теоретичними, третє – задача. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Завдання для самостійного виконання на 7-му тижні навчального періоду.
2. Колоквіум на 9-му тижні навчального періоду.
3. Доповідь по завданню на 12-му тижні навчального періоду.

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. Навчально-тематичний план лекцій

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1				
1	Асимптотичні методи нелінійної механіки для систем з одним ступенем вільності.	4		16
2	Обмеженість підходів орієнтованих на системи з поліноміальним представленням нелінійностей	6		6
3	Перегляд коректності використання ряду припущень лінійної теорії коливань для випадків нелінійних процесів	6		14
	Всього	16		36
Змістовий модуль 2				
4	Властивості спектрів коливань механічних систем, черговість розподілення частот для різних типів механічних систем.	8		10
5	Поняття усталеності, термолізації і неусталеності коливних процесів	14		34
	Всього	22		44
	Всього	38		80

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **38 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Бабаков И.М., Теория колебаний, Наука, Москва, 1968.
2. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. — М.: Физматлит, 2003.
3. Лимарченко О.С., Матараццо Дж., Ясинский В.В., Динамика вращающихся конструкций с жидкостью, Гнозис, Киев, 2002.
4. Марчук Г.И., Методы вычислительной математики, Наука, Москва, 1989.

Додаткові:

1. Вабищевич П.Н., Численные методы решения задач со свободной границей, МГУ, Москва, 1987.
2. Коздоба Л.А., Методы решения нелинейных задач теплопроводности, Наука, Москва, 1975
3. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А., Асимптотические методы в термн нелинейніх колебаний, Наука, Москва, 1971.