

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Механіко-математичний факультет

Кафедра механіки суцільних середовищ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

« 31 » серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
АНАЛІТИЧНА ДИНАМІКА БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ

для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітня програма	«Комп'ютерна механіка»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
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.М. Харитонов) « 31 » серпня 20²¹ р.
на 20²²/20²³ н.р. (_____) « _____ » _____ 20²² р.

КИЇВ – 2020

© Лимарченко О.С., 2020 рік

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

 (Лимарченко О.С.)

Протокол № 1 від «26» серпня

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

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

«31» серпня 2020 року

1. Мета дисципліни – Метою курсу «*Аналітична динаміка багатокomпонентних систем*» є оволодіння основними поняттями та методами альтернативного до законів Ньютона засобу постановки і дослідження задач динаміки дискретних і континуальних систем на основі варіаційних принципів механіки з їх узагальненням на випадки континуальних систем, новими засобами аналізу граничних умов задачі як кінематичних в'язей або динамічних обмежень. Особливістю курсу є використання варіаційних принципів механіки не лише як нового засобу постановки задач динаміки, а й як першого кроку до побудови розрахункових моделей механічних систем мінімальної розмірності.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Знати:** дисципліни професійної та практичної підготовки фахівців-механіків, зокрема основні поняття і методи аналітичної механіки, механіки суцільних середовищ, аналітичних методів механіки, математичного моделювання механічних систем і процесів.
- 2. Вміти:** аналізувати і розв'язувати 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.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «*Аналітична динаміка багатокomпонентних систем*» 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 обов'язкових дисциплін. В курсі дисциплін «*Аналітична динаміка багатокomпонентних систем*» включено опис основних принципів варіаційного формулювання задач механіки дискретних та континуальних систем у поєднанні з засобами дослідження таких задач на основі варіаційних принципів математичної фізики, методів модальної, частотної та амплітудної декомпозиції. Розглядаються варіаційні постановки базових задач механіки, методи дослідження кінематичних і динамічних характеристик об'єктів, напрямки практичного застосування результатів в наукових дослідженнях і в інженерній практиці.

Викладається у 1 семестрі в **обсязі – 120 год. (4 кредити ECTS¹)** зокрема: *лекції – 28 год., практичні – 8 год., консультації – 4 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 складні задачі 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: аналізувати механічні системи на основі підходів аналітичної механіки і варіаційних принципів, що включає аналіз кінематичних в'язей і засобів декомпозиції рухів; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у механіці та 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);

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 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 (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)			
	Студент повинен знати:			
РН 1.1	Знати основні ідеї, гіпотези, предмет і метод варіаційних принципів механіки. Гіпотези, які приймаються для введення можливих переміщень, рухів порівняння.	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Активна робота на лекції, усні відповіді, колоквиум, іспит</i>	5%
РН 1.2	Поняття про кінематичні в'язі. Особливості формування в'язей в континуальних системах, типові приклади. Знати прийоми визначення відмінностей між кінематичними в'язями і динамічними обмеженнями.			5%
РН 1.3	Приклади типових кінематичних в'язей в класичних постановках задач механіки суцільного середовища і в задачах взаємодії різних компонент. Особливості мішаного ейлерово-лагранжевого опису складових системи.			5%
РН 1.4	Знати особливості рухів порівнянні в різних диференціальних і інтегральних			10%

	варіаційних принципах.			
PH 1.5	Знати переваги застосування варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського для задач механіки суцільних середовищ і для випадків багатокомпонентних систем		Активна робота на лекції, усні відповіді,	10%
PH 1.6	Знати прийоми узагальнення варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського для випадку задач механіки суцільних середовищ		доповідь по завданню, іспит	10%
	Студент повинен вміти:			
PH 2.1	Вміти формулювати у варіаційному вигляді задачу про сумісний рух конструкції і рідини з вільною поверхнею.		Активна робота на лекціях,	10%
PH 2.2	Вміти використовувати основні ідеї концепції розділення рухів для побудови розв'язуючих (спрощених) моделей багатокомпонентних систем з гомогенізацією їхньої структури.	Лекція, практичне заняття, самотійна робота	практичних заняттях, усні відповіді, колоквиум, іспит	15%
PH 2.3	Вміти визначати нові механічні властивості систем, що виникають в наслідок багатокомпонентності і врахування фактору сумісності руху складових. Загальні властивості зміни частот при сумісному русі складових системи. Вміти формулювати у варіаційному вигляді задачу про рух пружного трубопроводу, по якому тече рідина.		Доповідь по завданню, активна робота на практичних заняттях	15%
	Комунікація:			
PH 3.1	Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;	Практичне заняття	Активна робота на лекціях, практичних заняттях, усні відповіді	3%
PH 3.2	Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов.			2%
	Автономність та відповідальність:			
PH 4.1	Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	Самостійна робота	Доповідь по завданню, виконання завдань, винесених на самотійну роботу	3%
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;			3%

	формувати власні підходи до вирішення даної проблематики			
РН 4.3	Усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних підходів			4%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	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
	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					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
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, РН3.1, РН3.2 – 18 балів/11 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1–РН4.3 – 6 балів/3 бали;
 3. Колоквіум РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 12 балів/7 балів;
 4. Доповідь по завданню РН1.5, РН1.6, РН2.3, РН4.1–РН4.3 – 9 балів/5 балів;
 6. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3, 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–РН1.6, РН2.1–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. Білет іспиту 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. Задача завдань 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. Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1</i>				
1	Основи аналітичної механіки в'язей. Рухи порівняння.	6		16
2	Диференціальні і інтегральні варіаційні принципи	4	2	6
3	Переваги варіаційного принципу Гамільтона–Остроградського	4	2	14
	Всього	14	4	36
<i>Змістовий модуль 2</i>				
4	Узагальнення класичних варіаційних принципів на задачі континуальних механічних систем	4	2	10
5	Приклади застосувань варіаційних принципів до континуальних механічних систем	10	2	34
	Всього	14	4	44
	Всього	28	8	80

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

Лекцій – **28 год.**

Практичні заняття – **8 год**

Консультації – **4 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Кильчевский Н.А., Курс теоретической механики, т. 2, Наука, Москва, 1977
2. Кільчевський М.О., Нечипоренко Г.Д., Шальда Л.М., Основи аналітичної механіки, Наукова думка, Київ, 1975
3. Гантмахер Ф.Р., Лекции по аналитической механике, Наука, Москва, 1966.
4. Парс А., Аналитическая динамика, Наука, Москва, 1971
5. Лимарченко О.С., Матараццо Дж., Ясинский В.В., Динамика вращающихся конструкций с жидкостью, Гнозис, Киев, 2002.

Додаткові:

1. Бабаков И.М., Теория колебаний, Наука, Москва, 1968.
2. Бондарь Н.Г. Нелинейные автономные задачи механики упругих систем, Киев, Будивельник, 1971. .
3. Лурье А.И. Аналитическая механика, Изд-во физ.-мат. литературы, Москва, 1961.
4. Седов Л.И. Механика сплошных сред, Т. 1, Наука, Москва, 1973.
5. Голдстейн Г., Классическая механика, Наука, Москва, 1975.