

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра механіки суцільних середовищ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи  
механіко-математичного факультету

Безущак О.О.

2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ДИНАМІКА КОНСТРУКЦІЙ З РІДИНОЮ  
для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма	«Прикладна математика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна / заочна
Навчальний рік	2018/2019
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: професор Лимарченко Олег Степанович, д.т.н.

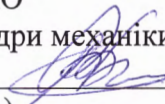
Пролонговано: на 2019/2020 н.р. (прот. № «15» 04 2019 р.  
на 2020/2021 н.р. (протокол № «30» 03 2020 р.)

КИЇВ – 2018

Розробник: **Лимарченко Олег Степанович**, д.т.н., проф., завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

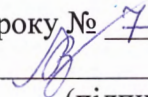
Завідувач кафедри механіки суцільних середовищ

  
Лимарченко О.С.  
(підпис)

Протокол № 9 від «12» 02 2018 р.

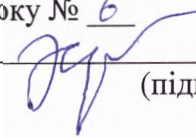
Схвалено науково-методичною комісією механіко–математичного факультету

Протокол від «20» 03 2018 року № 7

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Курченко О.О.  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «14» 02 2018 року № 6

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Хусаїнов Д.Я.  
(підпис)

**1. Мета дисципліни** Метою курсу «Динаміка конструкцій з рідиною» є ознайомлення аспірантів із загальними принципами математичного моделювання руху конструкцій з рідиною при вібраційних і нестационарних навантаженнях, побудовою різних варіантів спрощених моделей руху таких систем, аналізом факторів нелінійності і сумісності руху складових системи на формування динамічних процесів. .

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

- Знати:* основні поняття і методи аналітичної механіки, механіки суцільних середовищ, варіаційних методів математичної фізики і можливості сучасних комп'ютерних методів;
- Вміти:* зводити складну задачу з об'єктами різної математичної природи до спрощеної моделі, придатної до комп'ютерного дослідження, проводити аналіз одержаних результатів з точки зору прояву різних якісних ефектів поведінки системи.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Динаміка конструкцій з рідиною» належить до переліку дисциплін вільного вибору. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування навичок для застосування основних підходів до побудови механічних моделей динаміки тіл з рідиною і отримання певних результатів виходячи з практичних потреб експлуатації таких об'єктів при різних типах навантаження. Особливу увагу приділено аналізу впливу факторів нелінійності і сумісності руху складових системи на формування динамічної поведінки об'єкта.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні сучасних досягнень у розв'язанні задач механіки, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: здатність застосовувати теоретичні та практичні основи моделювання поведінки конструкцій з рідиною з метою отримання практично важливих результатів, створення сценаріїв поведінки системи при різних типах навантажень засобами математичного моделювання; вибирати і реалізовувати способи побудови моделі того чи іншого натурального явища з метою вивчення основних закономірностей його поведінки за тих чи інших умов.

**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			
РН 1.1	Знати основні елементи постановки задачі про динаміку рідини з вільною поверхнею, напрямки створення прикладних моделей дослідження динамічних процесів в механічних системах.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Захист реферату, екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
РН 1.2	Знати сучасні засоби зведення моделі, яка включає математичні об'єкти різної природи до однорідної математичної моделі системи. Придатної до комп'ютерного аналізу.			
РН 1.3	Знати основні аспекти формування механічних процесів з врахуванням нелінійних властивостей і фактору сумісності руху складових компонент.			20%
РН 1.4	Знати можливості сучасних комп'ютерних методів для моделювання динамічних процесів, аналізу і графічного відображення числових даних.			
РН 2.1	Вміти застосовувати варіаційні принципи механіки для формулювання задач механіки багатокомпонентних систем з врахуванням сумісного характеру руху їхніх складових компонент.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна</i>	<i>Захист реферату, екзамен, виконання завдань, винесених</i>	20%

PH 2.2	Вміти робити попередній аналіз властивостей математичних моделей механічних систем для подальшого прогнозування очікуваної динамічної поведінки об'єкта і вибору оптимальних параметрів в чисельних методах моделювання.	<i>робота</i>	<i>на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.3	Вміти визначати ключові фактори математичної моделі відповідальні за формування різних якісних процесів поведінки механічних систем.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Захист реферату</i>	5%
PH3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань вибору адекватних математичних засобів моделювання динамічних процесів в конструкціях з рідиною, складати письмові звіти			5%
PH4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			5%
PH4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			5%

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

Програмні результати навчання (з опису освітньої програми)	Результати навчання дисципліни									
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 4.1	PH 4.2
<b>ПРН-7.</b> Оцінювати, класифікувати і обґрунтовувати вибір методів формування вимог до прикладної математики, формулювати вимоги.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4 – 10 балів/6 балів;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2 – 10 балів/6 балів;
3. Реферат, захист реферату: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 40 балів/24 бали;

#### - підсумкове оцінювання: екзамен.

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 20 балів для одержання іспиту за рішенням кафедри не допустити до складання іспиту із рекомендацією здати контрольні роботи та захистити проект до повторного складання іспиту.

Рекомендований мінімум – 36 балів.

### 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми.

У частину 1 входять теми 1 - 4, у частину 2 – теми 5 – 8. Обов'язковим для екзамену є виконання усіх контрольних робіт та захист проекту до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану. Переписування чи перескладання тем не практикується. Дозволяється здача окремих завдань модульних тем у проміжках між написанням модульних контрольних робіт (наприклад, перша тема здається до здачі наступної модульної контрольної роботи у будь-який зручний для викладача та здобувача час).

**Терміни проведення форм оцінювання:**

1. *Захист реферату: до 10-го тижня навчального періоду.*

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольні роботи здійснюються у відповідності до «Положення про організацію освітнього процесу».

### **7.3. Шкала відповідності оцінок**

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

**При визначенні оцінки визначальною є робота в семестрі.** Після завершення розгляду тем проводяться письмові контрольні роботи та теоретичне опитування.

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

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1. «Основні моделі динаміки конструкцій з рідиною»</b>				
1	<b>Тема 1. Вступ.</b> Основні задачі динаміки конструкцій з рідиною, галузі використання таких конструкцій, основні динамічні явища, що спостерігаються при їх експлуатації, дані експериментів. Огляд засобів моделювання рухів таких систем. <i>Самостійна робота:</i> Поведінка резервуарів з рідиною як складових систем енергетики і ракет.	2		12
2	<b>Тема 2.</b> Варіаційна постановка задачі про рух рідини з вільною поверхнею. Аналіз якісної природи рівнянь. <i>Самостійна робота:</i> Типи постановок крайових задач математичної фізики, характеристики поширення збурень в них.	2		12
3	<b>Тема 3.</b> Методи лінеаризації задачі про рух рідини з вільною поверхнею. Фізичні і геометричні нелінійності. <i>Самостійна робота:</i> Основні прояви фактору нелінійності в задачах про коливання систем з одним і багатьма ступенями вільності.	2		12
4	<b>Тема 4.</b> Виключення всіх кінематичних обмежень задачі про коливання рідини з вільною поверхнею. Побудова моделі мінімальної розмірності. <i>Самостійна робота:</i> Рівняння Лагранжа другого роду. Умови для можливості їх використання.	2	2	12
<b>Частина 2. «Засоби дослідження задач динаміки конструкцій з рідиною на основі спрощених моделей»</b>				
5	<b>Тема 5.</b> Загальна структура моделі нелінійної динаміки сумісного руху системи конструкція – рідина з вільною поверхнею. Якісний аналіз системи, варіанти її спрощення і вибору параметрів дискретизації. Узгодження з парадоксом Фермі-Паста-Улама. <i>Самостійна робота:</i> Прояви нелінійних механізмів при формуванні динамічних процесів в конструкціях з рідиною.	2		12
6	<b>Тема 6.</b> Зміна частот коливань системи при переході до моделі сумісного руху складових компонент. Приклад резервуара з рідиною на рухомій основі. <i>Самостійна робота:</i> Методи визначення частот і форм коливань механічних систем.	2		12

7	<b>Тема 7.</b> Особливості моделювання системи у випадку порожнин конструкцій нециліндричної форми. <i>Самостійна робота:</i> Засоби параметризації областей неканонічної геометричної форми.	2	2	12
8	<b>Тема 8.</b> Моделювання кутового руху конструкцій з рідиною. Векторний потенціал Стокса-Жуковського. <i>Самостійна робота:</i> Приклад коливань резервуара на маятниковому підвісі, зміна черговості частот в залежності від довжини маятникового підвісу.	2		12
<i>Захист реферату</i>		2		
<b>ВСЬОГО</b>		18	4	96

**Загальний обсяг 120 годин**, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Практичні – **4 години**.

Консультації - **2 години**.

Самостійна робота – **96 годин**.

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. Микишев Г.Н., Экспериментальные методы в динамике космических аппаратов. – Москва: Машиностроение, 1978. – с. 246.
2. Нариманов Г.С., Докучаев Л.В., Луковский И.А. Нелинейная динамика летательного аппарата с жидкостью – М: Машиностроение, 1977. – 208 с.
3. Лимарченко О.С., Матарачцо Дж., Ясинский В.В. Динамика вращающихся конструкций с жидкостью – Киев, «ГНОЗИС», 2002. – 304 с.
4. Моисеев Н.Н., Румянцев В.В. Динамика тела с полостями, содержащими жидкость – М: Наука, 1965. – 410 с.
5. Луковский И.А. Математические модели нелинейной динамики твердых тел с жидкостью – Киев: Наукова думка, 2010. – 408.
6. Konstantinov, A.V., Limarchenko, O.S., Mel'nik, V.N., Semenova, I.Y. Problem of the Parametric Oscillations of a Noncylindrical Tank Partially Filled with a Fluid. International Applied Mechanics, 2016, 52(6), pp. 599-604.
7. Konstantinov, A.V., Limarchenko, O.S. Effect of the Viscosity and Capillarity of Fluid on the Nonlinear Dynamics of a Tank Partially Filled with a Fluid. International Applied Mechanics, 2017, 53(2), pp. 130-138.

### *Додаткові:*

8. Абгарян К.А., Раппопорт И.М. Динамика ракет. – Москва: Машиностроение, 1969. – с. 378.
9. Бабаков И. М. Теория колебаний. – Москва: Наука, 1968. – 560 с.
10. Михлин С.Г. Вариационные методы в математической физике – М: Наука, 1970. – 512 с.