

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

“ 29 ” серпня 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія коливань

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) рівень _____

галузь знань 11 – Математика та статистика _____

спеціальність 113 – Прикладна математика _____

освітня програма «Прикладна математика» _____

спеціалізація _____

вид дисципліни _____ за вибором _____

факультет _____ математики і інформатики _____

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики

“27” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: *Пославський Сергій Олександрович*, канд. фіз.-мат. наук, доцент закладу вищої освіти кафедри прикладної математики.

Програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики
Протокол від “26” серпня 2024 року № 8

Завідувач кафедри прикладної математики



Валерій КОРОБОВ

Програму погоджено з гарантом
освітньо-професійної програми «Прикладна математика»

Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна математика»

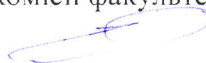


Сергій ПОСЛАВСЬКИЙ

Програму погоджено науково-методичною комісією
факультету математики і інформатики

Протокол від “27” серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики



Євген МЕНЯЙЛОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Теорія коливань**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 113 Прикладна математика

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім спеціалістам базових знань з теорії коливань механічних систем, формування у студентів практичних навичок з розв'язування типових задач.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Вивчення студентами основних положень аналітичної статистики, теорії лінійних та нелінійних коливань і набуття практичних навичок розв'язання відповідних задач. Навчання студентів вмінню використовувати знання з математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теоретичної механіки для аналізу та розв'язання задач з практичним змістом.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
8-й	
Лекції	
32 год.	.
<u>Практичні</u> , семінарські заняття	
32 год.	.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
56 год.	.
у тому числі індивідуальні завдання	
	-

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати :

1. Основні методи теорії малих коливань механічних систем.
2. Основні методи дослідження стійкості рівноваги і руху.

3. Основні властивості Гамільтонових систем.
4. Основні типи біфуркацій в нелінійних динамічних системах.

вміти:

1. Визначати стани рівноваги механічних систем і досліджувати їхню стійкість.
2. Складати диференціальні рівняння малих коливань та визначати вільні коливання консервативної механічної системи.
3. Досліджувати стійкість руху по першому наближенню.
4. Визначати і досліджувати нерухомі точки динамічних систем, досліджувати біфуркації динамічних систем.

2. Тематичний план вибіркової навчальної дисципліни.

Розділ 1. Основні положення аналітичної статички і теорії малих коливань системи поблизу стану рівноваги

Тема 1. Основні положення аналітичної статички

Рівновага механічної системи. Еквівалентні системи сил. Умови рівноваги голономної системи, консервативної системи, твердого тіла.

Тема 2. Стійкість стану рівноваги

Стійкість рівноваги. Теореми про стійкість рівноваги. Ознаки нестійкості стану рівноваги. Теореми Ляпунова і Четаєва. Теорема Ірншоу. Вплив гіроскопічних і дисипативних сил на стійкість рівноваги голономних систем.

Тема 3. Малі коливання системи поблизу стану рівноваги

Лінеаризація рівнянь руху. Малі коливання консервативної системи. Головні координати і головні коливання. Рівняння частот. Екстремальні властивості власних частот. Теорема Релея. Вимушені коливання систем під впливом зовнішніх періодичних сил. Резонанс. Параметричний резонанс. Електромеханічна аналогія.

Тема 4. Стійкість руху

Рівняння збуреного руху. Лінійний аналіз стійкості стаціонарного руху. Функція Ляпунова. Основні теореми прямого методу Ляпунова. Теореми про нестійкість руху. Теорема Четаєва. Теореми Ляпунова. Стійкість сталих обертань твердого тіла у випадку Ейлера.

Розділ 2. Властивості Гамільтонових систем. Основи теорії нелінійних коливань.

Тема 5. Властивості Гамільтонових систем.

Канонічні рівняння Гамільтона. Варіаційний принцип Гамільтона-Остроградського. Дужки Пуассона. Теорема Якобі-Пуассона. Рівняння Гамільтона-Якобі. Канонічні перетворення. Теорема Ліувілля про збереження фазового об'єму та її наслідки. Теорема Пуанкаре про повернення.

Тема 6. Основи теорії нелінійних коливань.

Фазовий портрет динамічної системи. Стійкість нерухомих точок. Консервативні і дисипативні системи. Періодичні рухи. Граничні цикли. Орбітальна стійкість. Біфуркації в нелінійних системах. Біфуркація Хопфа. Автоколивання.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усьо го	у тому числі					Усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основні положення аналітичної статистики і теорії малих коливань системи поблизу стану рівноваги												
Тема 1. Основні положення аналітичної статистики	15	4	4			7						
Тема 2. Стійкість стану рівноваги	15	4	4			7						
Тема 3. Малі коливання системи поблизу стану рівноваги	36	10	8			18						
Тема 4. Стійкість руху	8	2	2			4						
<i>Контрольна робота</i>	2		2									
Разом за розділом 1	76	20	20			36						
Розділ 2. Властивості гамільтонових систем. Основи теорії нелінійних коливань												
Тема 5. Властивості Гамільтонових систем	22	6	6			10						
Тема 6. Основи теорії нелінійних коливань	22	6	6			10						
Разом за розділом 2	44	12	12			20						
Всього годин	120	32	32			56						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні положення аналітичної статистики	4
2	Стійкість рівноваги	4
3	Малі коливання системи поблизу стану рівноваги	8
4	Стійкість руху.	2
5	Властивості гамільтонових систем	6
6	Основи теорії нелінійних коливань	6
7	<i>Контрольна робота</i>	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
-------	--------------------------------	-----------------

1	Виконання домашніх завдань за розділом «Основні положення аналітичної статистики і теорії малих коливань системи поблизу стану рівноваги»	36
2	Виконання домашніх завдань за розділом «Властивості Гамільтонових систем. Основи теорії нелінійних коливань»	20
	Разом	56

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний (лекції і практичні заняття), репродуктивний (виконання домашніх завдань) і частково-пошуковий (контрольна робота) методи.

8. Методи контролю

Опитування студентів на практичних заняттях, перевірка виконання домашніх завдань. Проведення і перевірка контрольної роботи. Підсумковий контроль у формі письмового заліку.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Залікова робота	Сума
Розділ1	Розділ2	Контрольна робота	Розрахунково-графічна робота	Разом		
T1–T3	T4–T6	T2–T4				
20	20	20	---	60	40	100

T1 – T6 – теми розділів.

Критерії оцінювання:

Поточний контроль: бали нараховуються за виконання домашніх завдань і активність під час практичних занять.

Контрольна робота оцінюються у 20 балів.

Залікова робота складається з трьох завдань і передбачає письмову відповідь на два питання зі списку, який надається студентам заздалегідь, а також розв'язання задачі.

Кожне теоретичне завдання оцінюється максимально 10 балами, задача – 20 балами.

По кожному завданню нараховується:

- максимальний бал у разі правильно обґрунтованої відповіді;
- за незначні та за арифметичні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний,
- у разі частково вірних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів
- розв'язання не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище – виставляється 0 б

Шкала оцінювання (дворівнева)

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
50-100	зараховано
1-49	не зараховано

10.Рекомендована література

Основна література

1. Іро Г. Класична механіка / Пер. з нім. Гайда Р., Головач Ю. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. — 464 с.
2. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів – К.: Техніка, 2002.
3. Теоретична механіка: Збірник задач / Апостолук О.С., Воробйов В.М., Ільчишина Д.І. та ін. За ред. М.А. Павловського.- К: Техніка, 2007.- 400 с.

Допоміжна література

1. Daniel Arovass. Lecture Notes on Nonlinear Dynamics. – University of California, San Diego

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

www-library.univer.kharkov.ua

https://chtyvo.org.ua/authors/Iro_Harald/Klasychna_mekhanika/