

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

Теоретична механіка

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) рівень

галузь знань _____ 01 – Освіта/Педагогіка

спеціальність _____ 014.04 – Середня освіта (Математика)

освітня програма _____ «Математика та інформатика»

спеціалізація _____

вид дисципліни _____ обов'язкова

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, кандидат фізико-математичних наук, доцент, 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 «Математика та інформатика»

Гарант освітньо-професійної програми «Математика та інформатика»



Ганна ЧЕРНОВА

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 «**Теоретична механіка**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра

спеціальності (напрямку) 014.04 – Середня освіта (Математика)

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

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

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Вивчення студентами основних положень кінематики, динаміки та набуття практичних навичок розв'язання відповідних задач.

Навчання студентів вмінню використовувати знання з математичного аналізу, алгебри, геометрії та диференціальних рівнянь 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	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
5-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, 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 визначення і рівняння кінематики точки та твердого тіла.
2. Основні закони і рівняння динаміки частинки та динаміки системи.
3. Методи розв'язування типових задач.

вміти:

1. Коректно формулювати математичну постановку основних задач кінематики і динаміки.
2. Обирати найдоцільніші методи розв'язання задач.
3. Використовувати закони механіки в процесі розв'язування різноманітних прикладних проблем.

За освітньо-професійною програмою студент повинен досягти таких програмних результатів навчання:

ПРН04. Знати базові поняття та теореми математичного, функціонального, комплексного аналізу, ряди, диференціювання та інтегрування функцій, інтегрування на поверхнях, термінологію теорії міри, інтегрування за Лебегом, нескінченновимірні метричні простори (банахові, гільбертові, тощо), функції комплексної змінної. Уміти досліджувати аналітичні об'єкти та використовувати їх у теоретичних та практичних задачах. Володіти методами математичного, функціонального аналізу, теорії функцій, методами математичних міркувань.

ПРН08. Знати основні поняття та методи теорії звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь у часткових похідних, зокрема, рівнянь математичної фізики: класи рівнянь та систем, теореми про існування та єдиність розв'язку, методи знаходження розв'язків. Уміти розв'язувати різні класи рівнянь та систем, досліджувати властивості та якісну поведінку розв'язків, будувати математичні моделі за допомогою диференціальних рівнянь. Володіти методами рішення різних класів диференціальних рівнянь і рівнянь математичної фізики.

ПРН10. Знати основні поняття і факти теоретичної механіки і фізики: кінематика і динаміка систем точок і твердого тіла, аналітична механіка, класична електродинаміка. Уміти досліджувати механічні і фізичні системи за допомогою математичних методів. Уміти будувати прості моделі фізичних і природничих явищ. Володіти фізико-математичними методами для вирішення практичних задач.

ПРН17. Знати деякі факти з предметних областей, що відмінні від математики і описують різноманітні об'єкти природи, людського суспільства та культури. Уміти аналізувати інформацію з різних областей людського знання і предметних областей, у тому числі для успішного застосування математичних методів у цих областях. Володіти знаннями про наукову картину світу, її функціональні поняття та принципи, про естетичні цінності, історичність людського буття, різноманітність культур і цивілізацій, володіти правилами, прийомами та способами аналізу, синтезу, узагальнення та класифікації наукової інформації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Кінематика

Тема 1. Кінематика точки

Закон руху точки і способи його завдання. Траєкторія, швидкість та прискорення точки. Проекції швидкості і прискорення точки на осі декартової системи координат та на осі натурального тригранника. Дотичне та нормальне прискорення, радіус кривини траєкторії. Обчислення швидкості і прискорення точки в криволінійній системі координат.

Тема 2. Кінематика твердого тіла.

Абсолютно тверде тіло. Кути Ейлера. Закон руху тіла. Класифікація рухів. Поле швидкостей твердого тіла. Кутова швидкість. Плоско-паралельний рух тіла. Миттєвий центр швидкостей. Поле прискорень твердого тіла. Кутове прискорення.

Тема 3. Кінематика складного руху.

Абсолютна та відносна похідні векторної функції. Складний рух точки. Абсолютні, відносні та переносні характеристики руху. Теорема про додавання швидкостей. Теорема Коріоліса про додавання прискорень. Прискорення Коріоліса. Складний рух твердого тіла. Додавання кутових швидкостей та прискорень. Кінематичні рівняння Ейлера

Розділ 2. Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи.

Тема 4. Аксиоми класичної механіки. Загальні теореми динаміки точки (частинки).

Закони Ньютона. Перші інтеграли рівнянь динаміки. Теорема про зміну моменту кількості руху частинки. Теорема про зміну кінетичної енергії частинки. Потенціальне силове поле. Закон збереження повної механічної енергії. Динаміка невідільної частинки. Математичний маятник. Динаміка точки в неінерціальній системі відліку. Сили інерції. Вага тіла. Маятник Фуко.

Тема 5. Загальні теореми динаміки системи.

Центр мас (центр інерції) системи частинок. Теореми про зміну кількості руху та про рух центру мас. Момент інерції системи точок відносно осі. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Теорема про зміну кінетичного моменту системи. Диференціальне рівняння обертання тіла навколо нерухомої осі. Фізичний маятник. Кінетична енергія системи. Кінетична енергія твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії системи частинок. Закон збереження повної механічної енергії консервативної системи. Динаміка системи в осях Кьоніга.

Розділ 3. Основи аналітичної механіки.

Тема 6. Невільні системи частинок. Загальне рівняння динаміки.

Вільні та невідільні системи частинок. Класифікація в'язей. Дійсні, можливі та віртуальні переміщення. Ідеальні в'язі. Рівняння Лагранжа першого роду. Узагальнені координати. Загальне рівняння динаміки. Голономні системи.

Тема 7. Рівняння Лагранжа другого роду. Канонічні рівняння Гамільтона.

Рівняння Лагранжа другого роду. Узагальнені сили. Функція Лагранжа. Перші інтеграли рівнянь Лагранжа. Циклічні координати. Функціонал дії (за Гамільтоном). Варіаційний принцип Гамільтона (Гамільтона-Остроградського). Принцип віртуальних переміщень. Малі коливання консервативної системи. Рівняння частот. Канонічні змінні. Функція Гамільтона, її фізичний смисл. Канонічні рівняння Гамільтона. Перші інтеграли.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	пр	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Кінематика												
Тема 1. Кінематика точки	8	2	2			4						
Тема 2. Кінематика твердого тіла	14	4	4			6						

Тема 3. Кінематика складного руху	12	4	4			4						
<i>Контрольна робота</i>	2		2									
Разом за розділом 1	36	10	12			14						
Розділ 2. Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи												
Тема 4. Аксиоми класичної механіки. Загальні теореми динаміки частинки	22	6	4			12						
Тема 5. Загальні теореми динаміки системи	38	10	8			20						
<i>Контрольна робота</i>	2		2									
Разом за розділом 2	62	16	14			32						
Розділ 3. Основи аналітичної механіки												
Тема 6. Невільні системи частинок. Загальне рівняння динаміки	6	2	2			2						
Тема 7. Рівняння Лагранжа другого роду. Канонічні рівняння Гамільтона	16	4	4			8						
Разом за розділом 3	22	6	6			10						
Всього годин	120	32	32			56						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кінематика точки	2
2	Кінематика твердого тіла	4
3	Кінематика складного руху	4
4	<i>Контрольна робота</i>	2
5	Інтегрування рівнянь динаміки частинки	4
6	Загальні теореми динаміки системи	8
7	<i>Контрольна робота</i>	2
8	Загальне рівняння динаміки	2
9	Рівняння Лагранжа другого роду. Канонічні рівняння Гамільтона	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання домашніх завдань за розділом «Кінематика»	14
2	Виконання домашніх завдань за розділом «Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи»	32
3	Виконання домашніх завдань за розділом «Основи аналітичної механіки»	10
	Разом	56

6. Індивідуальне 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 контрольних робіт.

Підсумковий контроль у формі письмового заліку.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Залікова робота	Сума
Поточний контроль Розділи 1-3	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
T1–T7	T2, T3	T4, T5			
30	15	15	60	40	100

T1 – T7 – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, виконання індивідуального завдання.

Критерії оцінювання:

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

Контрольні роботи оцінюються по 15 балів кожна. Робота «Кінематика складного руху точки» містить одну комплексну задачу з визначення складових швидкості та прискорення частинки у складному русі. Контрольна робота «Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи» містить три задачі з відповідних тем практичних занять.

Залікова робота складається з трьох завдань і передбачає письмову відповідь на два теоретичні питання за програмою, яка надається студентам заздалегідь, а також розв'язання задачі. Кожне теоретичне завдання оцінюється максимально 10 балами, задача – 20 балами.

По кожному завданню контрольної/залікової роботи нараховується:

- максимальний бал у разі правильної 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 балів.

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. – 512 с.
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. Курс теоретичної механіки: підручник у 2 т. / М. О. Кільчевський ; К.: КНУ ім. Т. Шевченка. – Т. 1 : Кінематика, статика, динаміка точки. – 2009. – 499 с. Т. 2 : Динаміка системи. - 2009. - 447 с.
2. Лебедева І.В., Борисейко О.В., Курилко О.Б. Кінематика. Приклади і задачі: Навчальний посібник. – Електронне видання. – Київ, 2019. – 151 с.

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

https://chtyvo.org.ua/authors/Iro_Harald/Klasychna_mekhanika/
https://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/01/kinematyka.pryklady_-_i_zadachi.pdf