

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

7 серпня 2024 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Теоретична механіка

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) рівень

галузь знань 11 – Математика та статистика

спеціальність 113 – Прикладна математика

освітня програма «Прикладна математика»

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*, 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»

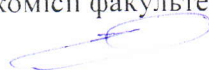


Сергій ПОСЛАВСЬКИЙ

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 «**Теоретична механіка**» 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 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.

1.2.1. Формування наступних інтегральної та загальних компетентностей

ІК01. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної математики у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування математичних теорій та методів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях..

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей

ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

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.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких програмних результатів навчання:

РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН03. 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.

РН06. Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдності, а також якісних властивостей їх розв'язків.

РН12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

## **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 невільної 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 невільні 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						
	Усь ого	у тому числі					Усь ого	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	
<b>Розділ 1. Кінематика</b>													
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							
<b>Розділ 2. Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи</b>													
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							
<b>Розділ 3. Основи аналітичної механіки</b>													

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						
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>						

#### 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	<b>32</b>

#### 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
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

#### 6. Індивідуальне завдання

Не передбачено навчальним планом.

#### 7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний (лекції і практичні заняття), репродуктивний (виконання домашніх завдань) і частково-пошуковий (контрольні роботи) 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		
--	--	--

Поточний контроль Розділи 1-3	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Залікова робота	Сума
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 навчальних досягнень

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

**Контрольні роботи** оцінюються по 15 балів кожна.

**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://chtyvo.org.ua/authors/Iro_Harald/Klasychna_mekhanika/)

[https://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/01/kinematyka.pryklady\\_i\\_zadachi.pdf](https://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/01/kinematyka.pryklady_i_zadachi.pdf)