

## 1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни  
“Теоретична механіка”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів – 7	Галузь знань <b>0402 Фізико-математичні науки</b>	Нормативна	
Модулів – 2	Напрями підготовки <b>6.040203 Фізика</b> <b>6.040204 Прикладна фізика</b> <b>6.040206 Астрономія</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>2-й</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>3-й</b>
Змістових модулів – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Семестр</i> <b>4-й</b>	<i>Семестр</i> <b>5-й</b>
Загальна кількість годин - 210		<i>Лекції</i> <b>32 год.</b>	<i>Лекції</i> <b>32 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>Аудиторних:</i> IV семестр – 3 V семестр – 4 <i>Самостійної роботи студента:</i> IV семестр – 2.6 V семестр – 3.5		<i>Практичні</i> <b>16 год.</b>	<i>Практичні</i> <b>32 год.</b>
		<i>Лабораторні</i> ГОД.	
		<i>Самостійна робота</i> <b>42 год.</b>	<i>Самостійна робота</i> <b>56 год.</b>
		<i>Вид контролю:</i> <b>залік</b>	<i>Вид контролю:</i> <b>іспит</b>

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Курс теоретична механіка є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики.

**Мета:** формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із макросвітом.

**Завдання:** навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної механіки.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати** основні поняття та рівняння предмету викладені у програмі курсу

**вміти:** застосовувати знання теоретичної механіки для розв'язування задач теоретичної механіки, володіти апаратом теоретичної механіки та розв'язувати відповідні рівняння

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики і фізики: математичний аналіз, векторний аналіз, диференціальні рівняння.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **МОДУЛЬ 1**

#### **Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки**

##### **Тема 1. Кінематика**

1. Швидкість і прискорення в криволінійних координатах.
2. Природний спосіб задання руху точки. Тангенціальне, нормальне прискорення. Радіус кривизни і кручення траєкторії.

##### **Тема 2. Динаміка**

3. Принцип Галілея. Закони Ньютона. Закони змін і збереження імпульсу, момент імпульсу і кінетичної енергії матеріальної точки.
4. Закони зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу і кінетичної енергії системи матеріальних точок.

##### **Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона**

5. Одномірний рух. Рух в центральному полі.
6. Задача двох тіл. Задача Кеплера.

#### **Змістовий модуль 2. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії**

##### **Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів**

7. Вязі. Класифікація вязей. Основна задача динаміки невіЛЬНОЇ точки.
8. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа I-го роду.
9. Рівняння Лагранжа II-го роду. Узагальнена сила. Рівняння Лагранжа II-го роду для потенціальної сили. Лагранжіан..
10. Узагальнений потенціал. Приклад електро-магнітного поля. Сили тертя. Дисипативна функція Релея.

##### **Тема 5. Принцип найменшої дії**

11. Деякі задачі варіаційного числення. Елементи варіаційного числення. Основні поняття варіаційного числення. Функціонал. Варіація функції. Варіація функціоналу.
12. Рівняння Лагранжа-Ейлера для одної змінної. Узагальнення рівняння Лагранжа-Ейлера на випадок багатьох змінних.
13. Варіаційний принцип Гамільтона і рівняння Лагранжа. Варіаційний принцип Гамільтона при наявності зв'язків. Коваріантність рівнянь Лагранжа.

14. Закони збереження і їх зв'язок з властивостями простору і часу. Однорідність часу і закони збереження енергії. Однорідність простору і закон збереження імпульсу. Ізотронність простору і закон збереження моменту кількості руху. Теорема Неттер.
15. Механічна подібність. Теорема віріала.

## **МОДУЛЬ 2**

### ***Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі***

#### **Тема 6. Канонічні рівняння**

16. Рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона. Функція Рауса.
17. Дужки Пуасона. Властивості дужок Пуасона.
18. Принцип Монертю. Канонічні перетворення. Твірна функція канонічного перетворення.
19. Інваріантність дужок Пуасона відносно канонічних перетворень. Рух системи як канонічне перетворення.
20. Теорема Ліувіля. Інтегральні інваріанти Пуанкаре.
21. Рух фазової рідини. Рівняння Ліувіля.

#### **Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі**

22. Дія як функція координат.
23. Рівняння Гамільтона-Якобі. Теорема Якобі. Знаходження розв'язку задачі про рух механічної системи методом Гамільтона-Якобі.
24. Метод розділення змінних в рівнянні Гамільтона-Якобі.
25. Геометрична інтерпретація дії.
26. Рівняння Гамільтона-Якобі і хвильове рівняння. Гамільтоновий формалізм для дисипативних систем.

### ***Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.***

#### **Тема 8. Малі коливання**

27. Вільні одновимірні коливання. Вимушені коливання.
28. Коливання при наявності сил тертя. Затухаючі коливання. Вимушені коливання при наявності тертя.
29. Коливання систем з багатьма ступенями вільності.
30. Коливання одновимірного ланцюжка атомів.
31. Ангармонічні коливання.
32. Параметричний резонанс. Рух в швидко осцилюючому полі.

#### **Тема 9. Рух твердого тіла**

33. Кутова швидкість. Тензор інерції.
34. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла.
35. Кути Ейлера.
36. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла.
37. Рух в неінерційній системі відліку.

#### **Тема 10. Неперервні системи**

38. Приклади Лагранжіанів неперервних систем.
39. Рівняння Лагранжа для поля.
40. Рівняння Гамільтона для поля.
41. Дужки Пуасона для поля.
42. Рівняння руху ідеальної рідини.
43. Поширення звуку в газах. Нестислива рідина. Стаціонарний рух. Рівняння Бернуллі.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<i>Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки</i>						
Тема 1. Кінематика	12	4	2			6
Тема 2. Динаміка	11	3	2			6
Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона	11	3	2			6
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>6</b>			<b>18</b>
<i>Змістовий модуль 2. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії</i>						
Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів	30	10	8			12
Тема 5. Принцип найменшої дії	26	12	2			12
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>10</b>			<b>24</b>
<b>Усього годин за IV семестр</b>	<b>90</b>	<b>32</b>	<b>16</b>			<b>42</b>
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<i>Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі</i>						
Тема 6. Канонічні рівняння	30	8	8			14
Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі	24	8	4			12
<i>Разом – зм. модуль 3</i>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>12</b>			<b>26</b>
<i>Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.</i>						
Тема 8. Малі коливання	28	6	10			12
Тема 9. Рух твердого тіла	19	5	6			8
Тема 10. Неперервні системи	19	5	4			10
<i>Разом – зм. модуль 4</i>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>20</b>			<b>30</b>
<b>Усього годин за V семестр</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>64</b>	<b>48</b>			<b>98</b>

## 6. Темы практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кінематика точки у криволінійних координатах.	1
2	Тангенціальне, нормальне прискорення. Радіус кривизни траєкторії.	1
3	Закони збереження.	2
4	Інтегрування рівнянь Ньютона.	2
5	Рівняння Лагранжа I роду.	3
6	Лагранжіан. Рівняння Лагранжа II роду.	5
7	Механічна подібність. Теорема віріала.	2
8	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	2
9	Дужки Пуассона.	3
10	Канонічні перетворення	3
11	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	4
12	Малі коливання. Гармонічне наближення.	2
13	Вимушені коливання.	2
14	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	4
15	Рух у швидкоосцилюючому полі.	2
16	Рух твердого тіла.	4
17	Рух в неінерційній системі відліку.	2
18	Неперервні системи. Лагранжіани та рівняння руху для поля.	2
19	Рух рідини.	2
	<b>Разом</b>	<b>48</b>

## 7. Темы лабораторних занять

Лабораторні заняття в курсі не передбачені.

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>IV семестр</b>		
1	Кінематика точки у криволінійних координатах.	4
2	Тангенціальне, нормальне прискорення. Радіус кривизни траєкторії.	2
3	Закони збереження.	6
4	Інтегрування рівнянь Ньютона.	6
5	Рівняння Лагранжа I роду.	4
6	Лагранжіан. Рівняння Лагранжа II роду.	8
7	Типи диференційованих симетрій. Теорема Нетер.	6
8	Механічна подібність.	6
	<b>Разом за IV семестр</b>	<b>42</b>

V семестр		
1	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	8
2	Дужки Пуассона.	6
3	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	12
4	Малі коливання. Гармонічне наближення.	4
5	Вимушені коливання.	2
6	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	4
7	Рух у швидкоосцилюючому полі.	2
8	Рух твердого тіла.	6
9	Рух в неінерційній системі відліку.	2
10	Неперервні системи. Лагранжіани та рівняння руху для поля.	4
11	Рух рідини	6
<b>Разом за V семестр</b>		<b>56</b>
<b>Разом</b>		<b>98</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в курсі не передбачені.

### 10. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни «Теоретична Механіка» застосовують такі методи навчання:

- *Наочні*: виведення на дошці основних співвідношень на лекціях і практичних заняттях;
- *Практичні*: задачі для практичних занять.

### 11. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (контрольні роботи за двома змістовими модулями,  $2 \times 15 = 30$  балів), оцінку відповідей та роботи на практичних заняттях (20 балів) — разом за семестр 50 балів. Заліковий бал у IV семестрі дорівнює семестровій оцінці, помноженій на 2. Іспит — 50 балів (V семестр). Сумарна оцінка за кожен семестр, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

### 12. Розподіл балів, що присвоюється студентам

*Приклад розподілу балів, які отримують студенти (для заліку) IV семестр*

Поточне тестування та самостійна робота					Робота на практичних	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			
T1	T2	T3	T4	T5		
5	5	5	5	10	20	50x2=100

**Приклад розподілу балів, які отримують студенти (для екзамену) V семестр**

Поточне тестування та самостійна робота					Робота на практичних	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2					
T6	T7	T8	T9	T10			
10	5	5	5	5	20	50	100

**Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS**

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90–100	A	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	B	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	C	<i>Добре</i>		
61-70	D	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	E	<i>Достатньо</i>		

**13. Методичне забезпечення**

До системи методичного забезпечення дисципліни належить програма курсу, робоча навчальна програма, тексти лекцій і перелік задач для модульного контролю в електронному вигляді, тестові завдання для проведення іспиту, перелік теоретичних і практичних завдань для іспиту, збірник задач для практичних занять:

1. М. В. Блажівська, А. А. Ровенчак, Н. А. Сідлецька та ін. Збірник задач з теоретичної механіки, Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2011, 68с.

**14. Рекомендована література**

**Базова**

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Механіка. М.: "Наука", 1988, 215 с.
2. А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків. Теоретична механіка. Львів, 1960, 220 с.
3. А. М. Федорченко. Теоретична механіка. Київ: "Вища школа", 1975, 516 с.
4. Д.тер Хаар. Основи гамільтонової механіки. М.: "Наука", 1975, 223 с.
5. Н. Н. Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. М.: "Наука", 1975, 574 с.
6. М. А. Айзерман. Классическая механика. М.: "Наука", 1974, 367 с.
7. Ю. Г. Павленко. Лекции по теоретической механике. М.: Изд. МГУ, 1991, 336с.
8. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Гидродинамика. М.: "Наука", 1986, 730с.
9. Гаральд Іро. Класична Механіка, Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999, 464с.

**Допоміжна**

1. Г. Голдстейн. Классическая механика. М.: "Наука", 1975, 415 с.
2. В. И. Арнольд, Математические методы классической механики. М.: "Наука", 1979, 432с.
3. J. V. Jose, E. J. Saletan, Classical Dynamics: a contemporary approach, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.

**15. Інформаційні ресурси**

1. Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>