

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13 – " Механічна інженерія "**  
**зі спеціальності 131 –" Прикладна механіка "**

**" Теоретична механіка "**

**240 год. / 8 кредитів ЕКТС**  
**(45 год. лекцій, 45 год. практичних занять)**

***Навчальний контент***

**3-й семестр**

**Модуль 1. Статика**

**Змістовий модуль 1.** Проекції сили на вісь у площині та у просторі. Момент сили відносно центру та відносно вісі. Пара сил і її властивості.

Тема 1. Основні поняття теоретичної механіки. Статика як розділ теоретичної механіки. Класифікація сил. Класифікація систем сил.

Тема 2. Проекція сили на вісь у площині та у просторі. Спосіб подвійного проектування. Момент вектора відносно точки як вектор. Алгебраїчне значення моменту. Зміна моменту при зміні його центра. Момент вектора відносно осі.

Тема 3. Поняття про пару сил. Момент пари сил. Властивості пар сил. Еквівалентність пар сил.

**Змістовий модуль 2.** Головний вектор та головний момент системи сил відносно центру. Статичні інваріанти системи сил.

Тема 4. Головний вектор системи сил та головний момент системи сил відносно центру. Теорема про змінення головного моменту системи сил при змінненні центру. Статичні інваріанти системи сил.

**Змістовий модуль 3.** Приведення системи сил до одного центру. Умови існування рівнодіючої системи сил. Динама, момент динами, центральна вісь динами. Рівняння рівноваги для будь-якої системи сил

Тема 5. Лема Пуансо про паралельне перенесення сили. Основна теорема статички.

Тема 6. Приведення системи сил до одного центру. Поняття про динаму, момент динами, центральну вісь динами. Умови існування рівнодіючої системи сил. Рівняння рівноваги для будь-якої системи сил.

**Змістовий модуль 4.** Системи паралельних сил. Центр системи паралельних сил, його властивості. Центр ваги тіла, його визначення.

Тема 7. Центр паралельних сил, його властивості. Центр ваги тіла, його визначення.

## **Модуль 2. Кінематика**

**Змістовий модуль 5.** Кінематика матеріальної точки.

Тема 8. Способи завдання руху матеріальної точки. Визначення траєкторії, швидкості та прискорення точки при її векторному та координатному способах завдання руху. Визначення швидкості та прискорення точки при її натуральному способі завдання руху.

**Змістовий модуль 6.** Складний рух матеріальної точки.

Тема 9. Складний рух матеріальної точки. Теорема складання швидкостей. Теорема складання прискорень. Прискорення Коріоліса його визначення.

**Змістовий модуль 7.** Рухи твердого тіла.

Тема 10. Простіші рухи твердого тіла. Поступовий рух. Обертання тіла навколо нерухомості осі. Кутова координата, кутові швидкості та прискорення тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Визначення швидкостей та прискорень точок тіла, що обертається навколо нерухомої осі.

Тема 11. Плоский рух твердого тіла. Визначення швидкостей точок тіла, що здійснює плоский рух. Миттєвий центр швидкостей тіла, способи його визначення. Властивості миттєвого центру швидкостей тіла.

Тема 12. Сферичний рух твердого тіла. Кути Ейлера. Рівняння Ейлера. Миттєва вісь обертання. Корабельні кути.

**Змістовий модуль 8.** Загальний рух твердого тіла.

Тема 13. Загальний рух твердого тіла. Складання рухів. Пара обертань.

## **4-й семестр**

## **Модуль 3. Динаміка**

**Змістовий модуль 9.** Динаміка матеріальної точки.

Тема 14. Основне рівняння динаміки матеріальної точки та задачі, що розв'язуються за допомогою цього рівняння. Інтегрування диференціальних рівнянь руху матеріальної точки.

**Змістовий модуль 10.** Використання молоту кінестатики в розв'язанні задач динаміки.

Тема 15. Моменти інерції маси тіла відносно центру осей, залежить між ними. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Відцентровий момент інерції маси тіла. Головні та головні центральні вісі інерції. Головні центральні моменти інерції маси тіла. Визначення моментів інерції маси тіла відносно осі простіших геометричних тіл. Поняття про радіус інерції маси тіла.

Тема 16. Принцип Даламбера для однієї матеріальної точки та для системи матеріальних точок. Головний вектор та головний момент сил інерції відносно центру, їх визначення при будь-яких випадках руху твердого тіла.

**Змістовий модуль 11.** Робота та потужність сили. Кінетична енергія.

Тема 17. Робота сталої сили на прямолінійному відрізку траєкторії точки. Робота змінної сили на криволінійній ділянці траєкторії. Потужність, що здійснює сила. Потужність пружної сили та сили ваги.

Тема 18. Кінетична енергія матеріальної точки та системи матеріальних точок. Визначення кінетичної енергії при будь-яких випадках руху твердого тіла.

**Змістовий модуль 12.** Принципи аналітичної механіки.

Тема 19. Поняття про можливе переміщення та можливу швидкість матеріальної точки. Принцип можливих швидкостей в задачах аналітичної статички.

Тема 20. Динаміка механічної системи. Основні теореми динаміки для матеріальної точки та системи матеріальних точок. Загальне рівняння динаміки механічної системи.

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13 – " Механічна інженерія "**  
**зі спеціальності 131 –" Прикладна механіка "**

**" Теоретична механіка "**

**240 год. / 8 кредитів ЕКТС**  
**(45 год. лекцій, 45 год. практичних занять)**

***Теми практичних занять***

| <b>№</b>          | <b>Назва теми</b>   | <b>Години</b> |
|-------------------|---|---------------|
| <b>Статика</b>    |   |               |
| 1                 | Момент сили відносно точки. Рівняння рівноваги плоскої системи довільно розташованих сил.                           | 2             |
| 2                 | Реакції опір балок. Розв'язок задач на визначення реакцій опір балок.   | 2             |
| 3                 | Дослідження довільної системи сил. Головний вектор і головний момент відносно начала координат.                     | 2             |
| 4                 | Розв'язок задачі на рівновагу просторої та складеної конструкції системи довільно розташованих сил.                 | 2             |
| 5                 | Розв'язок задачі на рівновагу просторої складеної конструкції системи   | 2             |
| 6                 | Рівняння рівноваги для будь-якої системи сил. Теорема Варіньона.  | 2             |
| 7                 | Визначення положення центру ваги простіших тіл.   | 2             |
| <b>Кінематика</b> |   |               |
| 8                 | Розв'язок задач на визначення швидкості та прискорення точки твердого тіла при поступальному та обертальному рухах. | 2             |
| 9                 | Розв'язок задач на визначення швидкостей точок плоского механізму.  | 2             |
| 10                | Розв'язок задач на визначення прискорень точок тіла, що здійснює плоский рух.                                       | 2             |
| 11                | Складний рух.   | 2             |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | Сферичний рух твердого тіла. Кути Ейлера. Рівняння Ейлера.  | 4 |
| 13 | Складений рух. Розв'язок задачі на визначення абсолютної швидкості точки при обертальному переносному русі. | 4 |

### **Динаміка**

|    |  |    |
|----|--|----|
| 12 | Розв'язок задачі на використання принципу Даламбера для механічної системи.                                  | 2  |
| 13 | Визначення динамічних реакцій при обертальному русі механічної системи.                                      | 2  |
| 14 | Визначення динамічних реакцій при обертальному русі.   | 1  |
| 15 | Розв'язок задачі на використання теореми про кінетичної енергії механічної системи.                          | 2  |
| 16 | Розв'язок задачі на використання теореми про змінення головного вектора кількостей рухів механічної системи. | 2  |
| 17 | Розв'язок задач на використання теореми про рух центру мас механічної системи.                               | 2  |
| 18 | Використання теореми про рух центру мас механічної системи.  | 2  |
| 19 | Розв'язок задач на використання принципу можливих потужностей.   | 1  |
| 20 | Розв'язок задачі на використання рівняння Лагранжа II роду.  | 1  |
|    | Разом  | 45 |

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13 – " Механічна інженерія "**  
**зі спеціальності 131 –" Прикладна механіка "**

**" Теоретична механіка "**

**240 год. / 8 кредитів ЕКТС**  
**(45 год. лекцій, 45 год. практичних занять)**

***Завдання для самостійної роботи***

| №<br>з/п | Назва теми  | Кількість<br>годин |
|----------|---|--------------------|
| 1        | Основні аксіоми статyki.  | 5                  |
| 2        | Зв'язі, реакції зв'язів. Типи зв'язів та їх реакції.  | 5                  |
| 3        | Теорема про три непаралельні сили, їх використання в задачах на плоску систему сил.               | 5                  |
| 4        | Практичний спосіб визначення моментів сил відносно осей.  | 5                  |
| 5        | Практичне визначення головного вектору та головного моменту системи сил відносно заданого центру. | 5                  |
| 6        | Практична задача по приведенню системи сил до одного центру.                                      | 5                  |
| 7        | Визначення зусиль в стрижнях плоскої ферми.   | 5                  |
| 8        | Визначення центру ваги будь-яких матеріальних об'єктів.   | 5                  |
| 9        | Дослідження кінематики точки, рух якої задано натуральними способом.                              | 5                  |
| 10       | Спосіб завдання сферичного руху твердого тіла за допомогою кутів Ейлера.                          | 5                  |
| 11       | Визначення положення миттєвої осі обертання твердого тіла, що здійснює сферичний рух.             | 5                  |
| 12       | Визначення швидкостей та прискорень точок твердого тіла, що здійснює сферичний рух.               | 5                  |
| 13       | Прискорення Коріоліса, його визначення.   | 5                  |
| 14       | Визначення швидкостей точок твердого тіла у випадку його загального руху.                         | 5                  |
| 15       | Основне рівняння динаміки матеріальної точки в неінерціальній                                     | 5                  |

|    |  |     |
|----|--|-----|
|    | системі відліку.   |     |
| 16 | Складання рухів твердого тіла. Пара рухів.   | 5   |
| 17 | Основне рівняння динаміки матеріальної точки в неінерціальній системі відліку.                               | 5   |
| 18 | Визначення положення головних центральних осей інерції маси тіла.  | 5   |
| 19 | Визначення значень головних центральних моментів інерції маси тіла.  | 5   |
| 20 | Визначення динамічних реакцій тіла, що обертається навколо нерухомої осі                                     | 5   |
| 21 | Статична та динамічна балансировка валу або ротору головного двигуна суднової енергетичної установки.        | 5   |
| 22 | Потенціальне силове поле. Потенціал. Потенціальна енергія.   | 5   |
| 23 | Робота сили у потенціальному силовому полі.  | 5   |
| 24 | Приклади визначення кінетичної енергії будь-якої механічної системи. Теорема Кьоніга.                        | 5   |
| 25 | Введення до аналітичної механіки. Зв'язі, рівняння зв'язів, класифікація зв'язів.                            | 5   |
| 26 | Поняття про функціонал можливих переміщень матеріальної точки. Варіації координат. Вар'їрування функціоналу. | 5   |
| 27 | Поняття про узагальнені координати та узагальнені швидкості. Ступені свободи механічної системи.             | 5   |
| 28 | Поняття про узагальнені сили. Способи визначення узагальнених сил для механічної системи.                    | 5   |
| 29 | Загальне рівняння динаміки механічної системи.   | 5   |
| 30 | Загальне рівняння динаміки механічної системи в узагальнених силах.  | 5   |
|    | Разом  | 150 |

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13 – " Механічна інженерія "**  
**зі спеціальності 131 –" Прикладна механіка "**

**" Теоретична механіка "**

**240 год. / 8 кредитів ЕКТС**  
**(45 год. лекцій, 45 год. практичних занять)**

***Завдання для поточного та підсумкового контролю***

**1 Статика**

**Завдання С1** - на рівновагу тіла під дією довільної плоскої системи сил.

**Завдання С2** - на рівновагу просторової системи збіжних сил.

**Завдання С3** - на рівновагу тіла під дією просторової системи сил.

**2 Кінематика**

**Завдання К1** - Рішення за допомогою формул, за якими визначаються швидкість і прискорення точки в декартових координатах (координатний спосіб завдання руху точки), а також формул, за якими визначаються швидкість, дотичне і нормальне прискорення точки при природному способі завдання її руху .

**Завдання К2** - прості рухи твердих тіл. Механізм складається з східчастих коліс, що знаходяться в зачепленні або пов'язаних ремінною передачею, зубчастої рейки і вантажу, прив'язаного до кінця нитки, намотаною на одне з коліс.

**Завдання К3** - складене (складне) рух точки. Прямокутна пластина або кругла пластина обертається навколо нерухомої осі по заданному закону.

**Завдання К4** - дослідження багатоланкового механізму. На відміну від завдання К2, в механізм входять ланки, які вчиняють складний рух - плоскопаралельне.

**3 Динаміка**

**Задача Д1** – на составление и интегрирование дифференциальных уравнений движения точки (решение первой и второй задач динамики точки).

**Задача Д2** – на применение теоремы о движении центра масс системы. При решении этой задачи следует составить дифференциальное уравнение движения центра масс системы в векторной форме.



**Задача Д3** – на применение теоремы об изменении кинетического момента системы относительно оси. Применение теоремы к системе, состоящей из платформы и груза, кинетический момент системы относительно оси определяется как алгебраическая сумма кинетического момента платформы и момента количества движения груза.

**Задача Д4** – на применение теоремы об изменении кинетической энергии системы. Кинетическая энергия  $T$  системы равна сумме кинетических энергий всех входящих в систему тел; эту энергию нужно выразить через ту скорость (линейную или угловую), которую в задаче надо определить.

**Задача Д5** – на применение дифференциальных уравнений плоскопараллельного движения твердого тела.

**Задача Д6** – на применение к изучению движения системы принципа Даламбера. Система сил инерции точек стержня представляет собой систему параллельных сил имеет равнодействующую силу.

## **Питання для модульного контролю**

### **Контрольні питання до 1-го модуля**

1. Проекція вектора на вісь.
2. Плече сили.
3. Момент сили відносно точки.
4. Алгебраїчне значення моменту сили.
5. Момент сили відносно вісі.
6. Система сил.
7. Головний вектор системи сил.
8. Головний момент системи сил відносно центра.
9. Інваріанти системи сил.
10. Векторний інваріант.
11. Скалярний інваріант.
12. Центральна вісь системи сил.
13. Параметр системи сил.
14. Пара сил.
15. Плече пари сил.
16. Момент пари.

17. Основні властивості пари.
18. Динама.
19. Плоска система сил, що збігаються.
20. Плоска система довільно розташованих сил.
21. Лінійна система сил.
22. Просторова система сил, що збігаються.
23. Компланарна система сил.
24. Просторова система довільно розташованих сил.
25. Паралельна система сил.
26. Центр паралельних сил.
27. Статичний момент паралельних сил відносно центра.
28. Центр ваги.
29. Траєкторія матеріальної точки.
30. Способи завдання руху матеріальної точки..
31. Натуральний спосіб завдання руху матеріальної точки.
32. Координатний спосіб завдання руху матеріальної точки.
33. Векторний спосіб завдання руху матеріальної точки.
34. Переміщення матеріальної точки,
35. Швидкість матеріальної точки.
36. Прискорення матеріальної точки.
37. Натуральні осі.
38. Алгебраїчне значення швидкості матеріальної точки.
39. Дотичне прискорення матеріальної точки.
40. Нормальне прискорення матеріальної точки.
41. Прискорений та уповільнений рух матеріальної точки.
42. Рівномірний рух матеріальної точки.
43. Рівнозмінний рух матеріальної точки.

### **Контрольні питання до 2-го модуля**

1. Поступальний рух твердого тіла.
2. Теорема про поступальний рух твердого тіла.
3. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі.
4. Закон обертання твердого тіла навколо нерухомої осі.
5. Алгебраїчне значення кутової швидкості твердого тіла.
6. Векторне подання кутової швидкості твердого тіла.
7. Алгебраїчне значення кутового прискорення твердого тіла.
8. Векторне подання кутового прискорення твердого тіла.
9. Прискорене та уповільнене обертання твердого тіла.
10. Рівномірне обертання твердого тіла.
11. Рівнозмінне обертання твердого тіла.
12. Плоский рух твердого тіла.
13. Швидкість точки плоскої фігури.
14. Прискорення точки плоскої фігури.
15. Миттєвий центр швидкостей (МЦШ) твердого тіла.

16. Властивості МЦШ.
17. Визначення МЦШ.
18. Складний рух матеріальної точки.
19. Абсолютний рух матеріальної точки.
20. Відносний рух матеріальної точки.
21. Переносний рух матеріальної точки.
22. Теорема складання швидкостей для точки, що здійснює складний рух.
23. Теорема складання прискорень для точки, що здійснює складний рух.
24. Прискорення Коріоліса.
25. Напрямок прискорення Коріоліса.
26. Модуль прискорення Коріоліса.

### **Контрольні питання до 3-го модуля**

1. Задачі динаміки.
2. Диференційні рівняння руху матеріальної точки.
3. Маса та статичні моменти мас механічної системи.
4. Центральні вісі інерції.
5. Моменти інерції мас.
6. Радіуси інерції.
7. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
8. Відцентрові моменти інерції.
9. Головні вісі інерції.
10. Сила інерції.
11. Принцип Даламбера для матеріальної точки.
12. Принцип Даламбера для механічної системи.
13. Головний вектор сил інерції.
14. Головний момент сил інерції.
15. Динамічні реакції.
16. Елементарна робота.
17. Потужність сили.
18. Потужність механічної системи.
19. Робота сил, що прикладені до твердого тіла.
20. Робота сил при обертанні тіла.
21. Робота еквівалентних систем сил.
22. Робота рівнодіючої.
23. Кінетична енергія матеріальної точки.
24. Кінетична енергія механічної системи.
25. Кінетична енергія твердого тіла.
26. Теореми про змінення кінетичної енергії.
27. Кількість руху матеріальної точки.
28. Кількість руху механічної системи.
29. Кількість руху твердого тіла.
30. Головний момент кількостей рухів відносно точки.
31. Кінетичний момент відносно вісі.

32. Імпульс сили.
33. Теореми про змінення кількості руху матеріальної точки.
34. Теорема про змінення головного моменту кількостей рухів відносно точки.
35. Голономні та неголономні зв'язи.
36. Стаціонарні та нестаціонарні зв'язи.
37. Односторонні та двосторонні зв'язи.
38. Можливі переміщення точок системи.
39. Можливі швидкості точок системи.
40. Можлива робота сили.
41. Можлива потужність сили.
42. Ідеальні зв'язи.
43. Види ідеальних зв'язів.
44. Загальне рівняння динаміки (рівняння робот).
45. Загальне рівняння динаміки.
46. Принцип можливих переміщень.
47. Принцип можливих потужностей.
48. Узагальнені координати.
49. Число ступенів свободи механічної системи.
50. Узагальнені сили.
51. Знаходження узагальнених сил.
52. Загальне рівняння динаміки в узагальнених силах.