

Силабус курсу:



СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

## ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

<b>Ступінь вищої освіти:</b>	бакалавр
<b>Спеціальність:</b>	133 «Галузеве машинобудування», 131 «Прикладна механіка»
<b>Рік підготовки:</b>	1,2
<b>Семестр викладання:</b>	весняний, осінній
<b>Кількість кредитів ЄКТС:</b>	12
<b>Мова(-и) викладання:</b>	українська
<b>Вид семестрового контролю</b>	екзамен

**Автор курсу та лектор:**

к.т.н. Логунов Олександр Миколайович

вчений ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по-батькові

доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки

посада

Skype:

logunov@snu.edu.ua

електронна адреса

+38(095)-308-1619

телефон

alexander.logunov

месенджер

за розкладом

консультації

### Анотація навчального курсу

**Цілі вивчення курсу:**

Основна мета дисципліни полягає у надання студентам умінь та навичок, необхідні для наступного вивчення спеціальних інженерних дисциплін та подальшої їхньої практичної діяльності як інженерів-механіків та інженерів-машинобудівників.

**Результати навчання:**

Знати: умови рівноваги систем сил; умови еквівалентності систем сил та зведення до найпростішої; кінематичні характеристики точки; найпростіші руху твердого тіла; кінематику складного руху точки; теореми про розподіл швидкостей і пришвидшень точок тіла; поняття миттєвого центра швидкостей та пришвидшень; закони Ньютона; форми запису диференціальних рівнянь руху матеріальної точки; поняття сил інерції та принципу д'Аламбера; про вільні та вимушені прямолінійні коливання матеріальної точки; загальні теореми динаміки; загальне рівняння статичної/динамічної системи; рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах; елементарну теорію удару; наближену теорію гіроскопів.

Вміти: досліджувати умови рівноваги систем сил: просторової,

плоскої, збіжних сил; визначати статичні інваріанти; визначати центр ваги однорідного тіла; визначати кінематичні характеристики точки та при її складному русі; визначати кінематичні характеристики простих передач; визначати кінематичні характеристики точок та тіл; складати диференціальні рівняння руху точки; досліджувати коливальні рухи точки та тіла. розв'язувати класичні задачі динаміки механічних систем; застосовувати загальне рівняння статички/динаміки; складати диференціальні рівняння руху твердого тіла та механічних систем з двома ступенями свободи.

Мати уявлення: про математичне дослідження та моделювання механічних систем за допомогою комп'ютерних систем автоматизованого проектування.

***Передумови до початку вивчення:***

Базові знання з математики, фізики, а також знання з окремих розділів інженерної та комп'ютерної графіки.

### **Мета курсу (набуті компетентності)**

Вивчення курсу переслідує мету отримання здобувачами вищої освіти знань мехатронних систем та застосування їх в машинобудуванні.

В наслідок опанування даного навчального курсу здобувач вищої освіти набуде наступних компетентностей:

1. Здатність використовувати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.
2. Здатність застосовувати фундаментальні та передові наукові факти, концепції, теорії, принципи.
3. Здатність до застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії та інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів та методів прогнозування.
4. Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках.
5. Здатність виконувати математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів і систем, функціонування робочих органів техніки машинобудування, а також режимів її реальної експлуатації.

## Структура курсу

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ)	Стислий зміст	Інструменти і за-вдання
1.	Вступ. Визначення, аксіоми та найпростіші теореми статички.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Предмет статички. Основні визначення і поняття. Аксіоми про дві сили. В'язі та їхні реакції. Аксіоми про в'язі. Найпростіші теореми статички. Види в'язей і їх реакції. Тертя ковзання. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізів. Система збіжних сил. Способи визначення рівнодійної системи збіжних сил. Умови рівноваги системи збіжних сил.	Участь в обговоренні на лекції
2.	Момент сили відносно точки на осі. Момент пари сил.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Момент сили відносно точки. Теорема про момент рівнодійної системи збіжних сил. Момент сили відносно осі. Момент пари сил і його властивості	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
3.	Довільна просторова системи сил і умови її рівноваги.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Лема про паралельне перенесення інії дії сили. Головний вектор і головний момент системи сил. Основна теорема статички. Умови рівноваги довільної просторової системи сил. Умови рівноваги системи сил в окремих випадках.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
4.	Ферми. Способи визначення зусиль у стрижнях ферм.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Найпростіші ферми. Визначення зусиль у стрижнях ферм.	Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно)
5.	Статичні інваріанти. Зведення довільної системи сил до найпростішого виду..	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Змінення головного вектору і головного моменту при зміні центра зведення. Статичні інваріанти. Динамічний гвинт. Зведення просторової системи до найпростішого виду Теорема Варіньона (у загальному виді).	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
6.	Центр паралельних сил і центр ваги.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Центр паралельних сил. Координати центра паралельних сил. Центр ваги твердого тіла. Теорема Паппа-Гульдіна. Центр ваги деяких фігур. Статична стійкість положення рівноваги твердого тіла.	Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно)
7.	Кінематика точки.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Короткі історичні відомості про розвиток кінематики. Вступ до кінематики. Три способи задання руху точки. Швидкість руху точки. Швидкість руху у прямокутній декартовій системі координат. Швидкість руху у полярних координатах. Швидкість руху при натуральному способі задання руху. Секторна швидкість. Прискорення точки. Визначення прискорення в прямокутній декартовій системі координат. Прискорення точки в полярних координатах. Прискорення точки при натуральному способі завдання руху. Окремі випадки руху точки. Криволінійні координати. Коефіцієнти Ляме. Швидкість і прискорення точки у криволінійних координатах.	Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно)

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
8.	Кінематика найпростіших рухів твердого тіла..	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Задання руху твердого тіла. Властивості твердого тіла. Найпростіші рухи твердого тіла. Траєкторії, швидкості та прискорення точок тіла, яке обертається навколо нерухомої осі. Механізм перетворення найпростіших рухів твердого тіла.	Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно)
9.	Складний рух точки.	Денна 2/0/4 Заочна 0,5/0/1	Абсолютний, відносний і переносний рух точки. Центральна операція кінематики і динаміки. Абсолютна та відносна похідні за часом вектора-функції. Теорема про додавання швидкостей. Теорема про додавання прискорень. Обертальне та доосьове прискорення у разі обертання тіла навколо нерухомої осі. Кориолісове прискорення.	Участь в обговоренні на лекції Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно) Індивідуальне завдання
10.	Рух вільного твердого тіла. Обертання твердого тіла відносно нерухомої осі.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Визначення положення твердого тіла у просторі. Матриця перетворення координат. Кути Ейлера та Ейлера-Крилова. Визначення косинусів кутів між осями координат. Розподіл швидкостей точок твердого тіла. Миттєва вісь обертання. Кінематичні рівняння Ейлера. Прискорення точок вільного твердого тіла. Елементи теорії скінчених поворотів.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
11.	Плоскопаралельний рух твердого тіла.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Задання руху. Розподіл швидкостей і прискорень. Миттєвий центр швидкостей і способи його знаходження. План швидкостей. Центроїди. Миттєвий центр прискорень і способи його знаходження.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
12.	Складний рух твердого тіла (синтез рухів).	Денна 2/0/4 Заочна 0,5/0/1	Складання поступальних рухів твердого тіла. Складання обертань твердого тіла навколо перетинних осей. Пара обертань. Паралельне перенесення вектора кутової швидкості. Складання обертань навколо паралельних осей. Метод зупинення. Складання миттєво-поступального і миттєво-обертального рухів твердого тіла. Кінематичний гвинт. Аксоїди при синтезі рухів. Загальний випадок складання рухів твердого тіла. Кінематичні інваріанти. Аналогії між статикою та кінематикою. Задання положення у просторі скінченного числа зв'язаних твердих тіл. Однорідні координати. Розподіл швидкостей і прискорень при складному русі твердого тіла. Особливості кінематики промислових роботів.	Участь в обговоренні на лекції Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно) Індивідуальне завдання
13.	Вступ до динаміки. Диференціальні рівняння динаміки точки.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Короткі історичні відомості. Динаміка та її основні задачі. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху вільної матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки вільної матеріальної точки. Динаміка руху невільної матеріальної точки	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
14.	Диференціальні рівняння руху точки під дією центральної сили та їх аналіз.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Диференціальні рівняння руху точки під дією центральної сили. Формули Біне. Закони Кеплера про рух планет. Закон всесвітнього тяжіння Ньютона. Рух штучних супутників Землі	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
15.	Загальні відомості про системи матеріальних точок. Динамічні рівняння руху.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основні поняття динаміки системи матеріальних точок. Сили. Їх класифікація та властивості. Диференціальні рівняння руху системи матеріальних точок. Маса. Центр мас системи. Моменти інерції механічної системи (геометрія мас). Теорема Гюйгенса-Штейнера про моменти інерції. Обчислення моментів інерції деяких тіл найпростішої форми. Момент інерції відносно довільної осі, що походить через дану точку. Еліпсоїд інерції. Обчислення тензора інерції.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
16.	Основні (загальні) теореми динаміки	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основні теореми динаміки як методи дослідження механічного руху. Міри механічного руху. Теорема про рух центра мас. Кількість руху системи матеріальних точок. Теорема про зміну кількості руху системи матеріальних точок у диференціальній та інтегральній формах. Теорема Ейлера про рух рідини. Момент кількості руху матеріальної точки. Теорема про зміну моменту кількості руху точки. Теорема площ. Коливання математичного маятника. Кінематичний момент системи матеріальних точок відносно центра і відносно координатних осей. Кінетичний момент твердого тіла відносно нерухомої осі обертання. Кінетичний момент системи матеріальних точок при складному русі. Теорема про зміну кінематичного моменту системи в диференціальній та інтегральній формах. Теорема Резаля. Форми запису основних теорем динаміки в рухомих системах координат. Обчислення кінетичного моменту при обертанні тіла відносно полюса.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
17.	Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Кінетична енергія матеріальної точки і системи матеріальних точок. Теорема Кеніга. Кінетична енергія твердого тіла. Співвідношення між основними динамічними величинами. Обчислення кінетичної енергії для окремих випадків руху твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки. Робота сили, що прикладена до матеріальної точки. Теорема про роботу. Обчислення роботи в деяких окремих випадках руху точки і твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
18.	Теорія потенціального силового поля		Силове поле. Потенціальне силове поле. Силова функція. Дві основні задачі в теорії потенціального силового поля. Еквіпотенціальні поверхні. Потенціальна енергія. Теорема про зміну повної механічної енергії. Закони збереження механічної енергії. Методологічне значення законів збереження в механіці.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
19.	Метод кінетостатики.	Денна 2/0/4 Заочна 0,5/0/1	Принцип Даламбера для матеріальної точки. Умови невагомості. Умова незбурюваності математичного маятника. Принцип Даламбера для системи матеріальних точок. Принцип Даламбера для системи матеріальних точок. Обчислення сил інерції матеріальної точки. Обчислення головного вектору і головного моменту сил інерції для твердого тіла.	Участь в обговоренні на лекції Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно) Індивідуальне завдання
20.	Динаміка відносного руху матеріальної точки	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основне рівняння динаміки відносного руху матеріальної точки. Окремі випадки відносного руху точки. Умови відносного спокою. Принцип відносності класичної динаміки. Теорема про зміну кінетичної енергії у відносному русі точки.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
21.	Динаміка твердого тіла	Денна 2/0/4 Заочна 0,5/0/1	Основні задачі динаміки твердого тіла. Диференціальні рівняння руху тіла. Поступальний рух твердого тіла. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Рівняння для визначення реакції підшипників. Додаткові динамічні реакції. Статичне і динамічне врівноважування тіла. Фізичний маятник. Методи визначення моментів інерції тіл. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі. Рух за інерцією твердого тіла з однією нерухомою точкою (випадок Ейлера). Стійкість обертання твердого тіла навколо головних осей інерції.	Участь в обговоренні на лекції Участь в обговоренні на лекціях Опитування під час практичних занять (усно) Індивідуальне завдання
22.	Наближена теорія гіроскопів.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основні поняття. Властивості гіроскопа. Наближена теорія гіроскопів. Гіроскопічний момент. Модифіковані рівняння Ейлера. Умови незбурюваності гіроскопічного маятника. Застосування гіроскопів в техніці. Порівняння побудованих на різних принципах механічних вимірників кутів повороту і кутових швидкостей обертання твердих тіл.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
23.	Елементарна теорія удару.	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основні визначення. Гіпотеза Ньютона про коефіцієнт відновлення. Прямий центральний удар двох куль. Теорема Остроградського-Карно. Дія удару на вісь тіла, що обертається. Центр удару.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)
24.	Динаміка поступального руху тіла змінної маси	Денна 1/0/2 Заочна 0/0/0	Основні поняття. Рівняння І. В. Мещерського. Перша задача К. Е. Цюлковського. Друга задача К. Е. Цюлковського. Формула К. Е. Цюлковського для багатоступеневих ракет. Рівняння руху тіла змінної маси.	Участь в обговоренні на лекції Опитування під час практичних занять (усно)

### **Рекомендована література**

1. Павловський М.А. Теоретична механіка. Підручник. - К.: Техніка, 2002. - 512 с.
2. Векерик В.І., Ільчишина Д.І., та ін. Теоретична механіка: Навч. посібник. - Івано-Франківськ: Факел, 2006. - 459 с.
3. Лобас Л.Г., Лобас Людм. Г. Теоретична механіка: Підручник для ст. вищ. техн. навч. закладів. - К.: ДЕТУТ, 2008. - 406 с.
4. Березова О. А., Друшляк Г. Ю., Солодовников Р. В. Теоретична механіка. - К.: ІЗМН, 1998. - 408 с.

### **Методичне забезпечення**

1. Методичні вказівки до розв'язання завдань по загальних теоремах динаміки механічної системи (для студентів інженерних спеціальностей). О.О. Андрєєв, В.М. Башков, М.Н. Кузнєцова. - Луганськ, Луг. вид-во СНУ ім. В.В. Даля, 2009. - 16 с.

### Оцінювання курсу

За повністю виконані завдання студент може отримати визначену кількість балів:

Інструменти і завдання	Кількість балів
Участь в обговоренні на лекціях	10
Опитування під час практичних занять (усно)	10
Тести	10
Індивідуальне завдання	20
Підсумковий контроль (тест)	50
<b>Разом</b>	<b>100</b>

### Шкала оцінювання студентів

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



## Політика курсу

### *Плагіат та академічна доброчесність:*

Студент може пройти певні онлайн-курси, які пов'язані з темами дисципліни, на онлайн-платформах. При поданні документу про проходження курсу студенту можуть бути перезараховані певні теми курсу та нараховані бали за завдання.

Під час виконання завдань студент має дотримуватись політики академічної доброчесності. Запозичення мають бути оформлені відповідними посиланнями. Списування є забороненим.

### *Завдання і заняття:*

Всі завдання, передбачені програмою курсу мають бути виконані своєчасно і оцінені в спосіб, зазначений вище. Аудиторні заняття мають відвідуватись регулярно. Пропущені заняття (з будь-яких причин) мають бути відпрацьовані з отриманням відповідної оцінки не пізніше останнього тижня поточного семестру. В разі поважної причини (хвороба, академічна мобільність тощо) терміни можуть бути збільшені за письмовим дозволом декана.

### *Поведінка в аудиторії:*

На заняття студенти вчасно приходять до аудиторії відповідно до діючого розкладу та обов'язково мають дотримуватися вимог техніки безпеки.

Під час занять студенти:

- не вживають їжу та жувальну гумку;
- не залишають аудиторію без дозволу викладача;
- не заважають викладачу проводити заняття.

Під час контролю знань студенти:

- є підготовленими відповідно до вимог даного курсу;
- розраховують тільки на власні знання (не шукають інші джерела інформації або «допомоги» інших осіб);
- не заважають іншим;
- виконують усі вимоги викладачів щодо контролю знань.