



# ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА – 3. Динаміка.

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший бакалаврський (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Конструювання та дизайн машин</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>105 годин (3,5 кредити)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Диф. залік / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>36 годин – лекції; 36 годин – практичні; 33 годин – СРС</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>канд. техн. наук, доцент, Кришталь Володимир Федорович, <a href="mailto:v.kryshstal@kpi.ua">v.kryshstal@kpi.ua</a></i>
Профіль викладача	<i><a href="http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/246-кришталь-володимир-федорович.html">http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/246-кришталь-володимир-федорович.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/w/MjYyNzq3NjIzNjM3">https://classroom.google.com/w/MjYyNzq3NjIzNjM3</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка 3. Динаміка» є частиною дисципліни теоретична механіка, у якій вивчають методи і способи складання і розв'язування диференціальних рівнянь руху твердих тіл, механічних систем та окремих їх точок за допомогою основних теорем динаміки в проєкціях на осі вибраної системи координат та в узагальнених координатах.

Вивчення дисципліни базується на широкому використанні знань зі статички та кінематики, отриманими при вивченні попередніх двох дисциплін «Теоретична механіка - 1. Статика» та «Теоретична механіка - 2. Кінематика», і математичних методів диференціальних та інтегральних обчислень, теорії диференціальних рівнянь, постановки задачі Коші і тому її вивчення вимагає наявності базових знань з елементарної і вищої математики, евклідової геометрії, аналітичної алгебри, нарисної геометрії, загальної фізики.

**Мета** вивчення дисципліни «Теоретична механіка - 3. Динаміка» – дати студентам теоретичні знання і практичні уміння з питань побудови математичних моделей та складання диференціальних рівнянь руху твердих тіл, оволодіти деякими методами їх розв'язання.

*Предмет навчальної дисципліни «Теоретична механіка-3» вивчає загальні закони класичної механіки, що пов'язані з рухом механічних систем, основні поняття механіки, загальні методи складання рівнянь руху (математичних моделей руху) та рівноваги тіл, а також методи їх аналізу.*

### **Програмні результати навчання**

*В результаті вивчення навчальної дисципліни «Теоретична механіка-3» студенти мають продемонструвати такі результати навчання:*

#### **Знання:**

- загальні теореми динаміки;
- загальне рівняння статички/динаміки;
- рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах;
- елементарна теорія удару;
- наближена теорія гіроскопів.

#### **Уміння:**

- 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.

#### **Фахові компетентності:**

- здатність до аналізу механічних систем;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями;
- здатність приймати обґрунтовані рішення.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

**(місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Дисципліна «Теоретична механіка» має міждисциплінарний характер. За структурно-логічною схемою програми підготовки бакалавра навчальній дисципліні «Теоретична механіка» передують такі дисципліни, як «Математика», «Фізика», «Інженерна та комп'ютерна графіка».*

*Цей курс дає студенту конкретні знання для складання математичної моделі будь-якого можливого руху або рівноваги окремих матеріальних точок, твердих тіл та механічних систем, навички запису диференціальних рівнянь руху, постановки задачі Коші для конкретних об'єктів дослідження, закріплює знання з розв'язування цих рівнянь, і є фундаментом для вивчення таких дисциплін, як гідро- і аеродинаміка, теорії коливальних, пружності, пластичності і оболонок, механіка суцільного середовища.*

*У дисципліні знайшли відображення сучасні запитання про задачі та методи складання диференціальних рівнянь руху механічних систем, які застосовують як у різних галузях машинобудування, так і у дисциплінах «Теорія механізмів і машин», «Опір матеріалів», «Деталі машин», «Гідравліка».*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 5. Загальні теореми динаміки та принцип Д'Аламбера**

*Тема 5.1. Теореми про рух центра мас та зміну кількості руху системи точок.*

*Тема 5.2. Теореми про зміну моменту кількості руху системи точок.*

*Тема 5.3. Теореми про зміну кінетичної енергії*

*Тема 5.4. Принцип Д'Аламбера для системи точок.*

## **Розділ 6. Елементи аналітичної механіки**

Тема 6.1. Диференціальні принципи механіки.

Тема 6.2. Рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах

Тема 6.3. Теорія потенціального силового поля

## **Розділ 7. Малі коливання механічної системи**

Тема 7.1. Стійкість положення рівноваги механічної системи.

Тема 7.2. Малі коливання механічної системи.

## **Розділ 8. Окремі питання динаміки твердого тіла**

Тема 8.1. Динаміка твердого тіла.

Тема 8.2. Елементарна теорія удару.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
2. Векерик В. І., Ільчишина Д. І., Левчук К.Г., Цідило І. В., Шальда Л. М. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2006. – 459 с.
3. Березова О. А., Друшляк Г. Ю., Солодовников Р. В., Теоретична механіка. – К.: ІЗМН, 1998. – 408 с.
4. Теоретична механіка: Збірник задач: навч. посібник для студ. вищих навч. закл./ за ред. М. А. Павловського. К.: Техніка, 2007. – 400 с.
5. Мещерский И. В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 448 с.
6. Теоретична механіка-3. Методичні вказівки для проведення практичних занять для студентів напряму підготовки 6.050502 – інженерна механіка, 6.050503 – машинобудування [Електр]/ Уклад.: Губська В.В., Кришталь В.Ф., Пікенін О.О. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 78 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19561>
7. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для техн. вузов. / Под ред. А.А. Яблонского – М.: Интеграл-Пресс, 2003. – 384 с.
8. ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА: Динаміка: Практикум. Навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка»/ В.В. Губська, В.Ф. Кришталь. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27991>

### **Додаткова література:**

1. Сборник коротких задач по теоретической механике: Учеб. пособие для вузов / под ред. Кепе О. Э. – М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.
2. Попов А. И. Механика. Решение творческих профессиональных задач: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007: Ч. 1. – 108 с.; Ч. 2. – 80 с.
3. Лобас Л.Г., Лобас Людм. Г. Теоретична механіка: Підручник для ст. вищ. техн. навч. закладів. – К.: ДЕТУТ, 2008. – 406 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тема	Зміст навчального заняття	Кількість годин			
		Леқ.	Практ.	СРС	Разом
<b>Розділ 5. Загальні теореми динаміки</b>					
Тема 5.1. Теореми про рух центра мас та зміну кількості руху системи точок.	Міри механічного руху. Центр мас механічної системи. Теорема про рух центра мас системи. Кількість руху системи матеріальних точок. Імпульс сили. Теорема про зміну кількості руху у диференціальній/інтегральній формі	2	4	2	10
Тема 5.2. Теореми про зміну моменту кількості руху системи точок.	Момент інерції. Теореми Гюйгенса-Штейнера. Момент кількості руху. Кінетичний момент. Теорема про зміну кінетичного моменту в диференціальній/інтегральній формі	8	4	2	12
Тема 5.3. Теореми про зміну кінетичної енергії	Кінетична енергія точки та системи точок. Робота системи сил. Потужність. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок. Т-ма Кьоніга.	4	4	2	10
Тема 5.4. Принцип Д'Аламбера для системи точок	Принцип Д'Аламбера для системи точок. Головний вектор та головний момент сил інерції системи матеріальних точок. Приклад	2	2	2	6
<b>Розділ 6. Елементи аналітичної механіки</b>					
Тема 6.1. Диференціальні принципи механіки.	Дійсні та можливі переміщення. Ідеальна в'язь. Принцип можливих переміщень. Принцип Д'Аламбера -Лагранжа.	4	4	2	10
Тема 6.2. Рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах	Узагальнені координати. Узагальнені сили. Узагальнені умови рівноваги. Рівняння Лагранжа II-го роду.	2	2	2	6
Тема 6.3. Теорія потенціального силового поля	Потенціальне силове поле. Рівняння Лагранжа II-го роду для консервативної/дисипативної системи точок. Функція Релея.	2	2	2	6
<b>Розділ 7. Малі коливання механічної системи</b>					
Тема 7.1. Стійкість положення рівноваги механічної системи	Теореми Ляпунова та Лагранжа-Діріхле. Потенціальна енергія як квадратична форма координат. Критерій Сільвестра.	2	2	1	5
Тема 7.2. Малі коливання механічної системи.	Кінетична енергія та функція Релея як квадратичні форми. Система диференціальних рівнянь руху. Теорема Релея.	2	2	1	5
<b>Розділ 8. Окремі питання динаміки твердого тіла</b>					

Тема 8.1. Динаміка твердого тіла.	Властивості гіроскопів. Гіроскопічний момент. Динаміка тіла змінної маси. Рівняння Мещерського. Задача Ціолковського.	4	4	2	10
Тема 8.2. Елементарна теорія удару	Удар. Основні визначення. Гіпотеза Ньютона. Прямий центральний удар двох куль. Теорема Остроградського-Карно. Фізичний маятник під дією удару. Центр удару	4	2	1	7
Розрахунково-графічна робота				10	10
Модульна контрольна робота			2	2	4
Диф. залік			2	2	4
<b>Разом</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>105</b>

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 5.1. Теорема про рух центра мас та зміну кількості руху системи точок. Лекція 1. <u>Теорема про рух центра мас системи. Закони збереження. Кількість руху матеріальної точки та механічної системи.</u> Теорема про зміну кількості руху і центра мас. Теорема імпульсів. Закони збереження ([1], с.219-226).
2	Тема 5.2. Теорема про зміну моменту кількості руху системи точок. Лекція 2. <u>Момент кількості руху матеріальної точки та кінетичний момент системи точок.</u> Теорема про зміну моменту кількості руху точки. Математичний маятник. [1], с.227-230. Кінетичний момент та його властивості. Кінетичний момент в окремих випадках руху системи точок: рух тіла з нерухомою точкою, рух тіла навколо нерухомої осі. Література: [1], с.230-232, [2], с.374-377. <u>Теорема про зміну кінетичного моменту: відносно нерухомого полюса, відносно центра мас.</u> Закони збереження. [1], с.232-234.
3	Лекція 3. <u>Моменти інерції твердого тіла.</u> Властивості моментів інерції (теорема Гюйгенса). Момент інерції тіла відносно довільної осі. Літ-ра: [1], с.204-213; [2], с.374-377.
4	Лекція 4. <u>Еліпсоїд інерції. Тензор інерції.</u> [1], с.214-217. <u>Теорема про зміну кінетичного моменту у відносному русі.</u> Література: [1], с.235-237, [2], с.374-377. Лекція 5. <u>Диференціальне рівняння обертального руху тіла навколо нерухомої осі.</u> [1] 279-281; [2], с.374-377. <u>Диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла.</u> Літ-ра: [1] 289-292; [2], с.374-377.
5	Лекція 5. <u>Диференціальне рівняння обертального руху тіла навколо нерухомої осі.</u> [1] 279-281; [2], с.374-377. <u>Диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла.</u> Літ-ра: [1] 289-292; [2], с.374-377.
6	Тема 5.3. Теорема про зміну кінетичної енергії. Лекція 6. <u>Кінетична енергія матеріальної точки та механічної системи.</u> Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки. <u>Робота сил.</u> Робота сил, які діють на матеріальну точку та механічну систему. Окремі випадки обчислення роботи сил. Елементарна робота сил прикладених до твердого тіла. Література: [1] с.240-241, с.248-252.

7	Лекція 7. Потужність сили. Теорема про зміну кінетичної енергії механічної системи. Теорема Кьоніга. Кінетична енергія твердого тіла. Література: [1], с.245-246, 253-254.
8	Тема 5.4. Принцип Д'Аламбера для системи точок. Лекція 8. <u>Метод кінетостатики</u> . Принцип Д'Аламбера для системи точок. Головний вектор та головний момент системи сил інерції. Література: [2], с.267-270. [1], с.264-278.
9	Тема 6.1. Диференціальні принципи механіки Лекція 9. <u>Диференціальні принципи механіки</u> . Дійсні й можливі переміщення. Ідеальні в'язі. Можлива робота. <u>Принцип можливих переміщень</u> . Загальне рівняння статички. Приклад. Умови рівноваги вільного і невільного твердого тіла. Література: ([1], с.334-339.[2], с.356-365.
10	Лекція 10. <u>Принцип Д'Аламбера-Лагранжа</u> . Загальне рівняння динаміки. Рівняння руху твердих тіл як наслідки загального рівняння динаміки. Приклад. Література: (([1], с.340-342, [2], с.356-363.).
11	Тема 6.2. Рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах Лекція 11. <u>Рівняння руху механічної системи в узагальнених координатах</u> . Узагальнені координати, узагальнені швидкості, узагальнені сили та способи їх обчислення. Тотожності Лагранжа. Загальні рівняння статички та динаміки в узагальнених координатах. Рівняння Лагранжа другого роду. Методика застосування рівнянь Лагранжа II роду. Літ-ра: [1], с.343-349, с.353-354, [2], с.367-374, 384-386.
12	Тема 6.3. Теорія потенціального силового поля Лекція 12. <u>Потенціальне силове поле</u> . Силова функція. Потенціальна енергія механічної системи. Еквіпотенціальна поверхня. ([1], с.257-260, [2], с.290-294. <u>Рівняння Лагранжа другого роду для консервативних систем</u> . Функція Лагранжа (кінетичний потенціал). Література: [2], с.354-357. <u>Рівняння Лагранжа другого роду для дисипативних систем</u> . Дисипативна функція Релея. Література: ([1], с.368-372, [2], с.377-384.
13	Тема 7.1. Стійкість положення рівноваги механічної системи Лекція 13. Стійкість положення рівноваги. Теорема Лагранжа–Діріхле. Теорема Ляпунова. Критерій Сільвестра. Література: [1], с.400-404.
14	Тема 7.2. Малі коливання механічної системи Лекція 14. Диференціальні рівняння малих коливань механічної системи. Коефіцієнти форми. Рівняння частот. Теорема Релея. Література: [1], с.404-408.
15	Тема 8.1. Окремі питання динаміки твердого тіла. Лекція 15. <u>Наближена теорія гіроскопів</u> . Властивості гіроскопа. Гіроскопічний момент. Застосування гіроскопів у техніці. [1], с.298-314
16	Лекція 16. Динаміка тіла змінної маси. Рівняння Мещерського. Задача Ціолковського. [1], с.324-329.
17	Тема 8.2. Елементарна теорія удару Лекція 17. <u>Удар</u> . Тривалість удару. Ударний імпульс. Етапи удару. Коефіцієнт поновлення. Пружний і пластичний удар. Співудар кульок. Теорема Остроградського-Карно. Література: [1], с.316-320, [2], с.329-347.
18	Лекція 18. <u>Фізичний маятник під дією удару</u> . Дія удару на вісь обертання. Центр удару. Література: [1], с.320-323, [2], с.329-347.

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття 1. <u>Теорема про рух центра мас механічної системи</u> . Теорема про рух центра мас механічної системи. Закони збереження. Література: [4], с.211-

	219, [5], с.269-274. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника [4], с.211-219, [5], с.269-274
2	Практичне заняття 2. <u>Теорема про зміну кількості руху механічної системи.</u> Теорема про зміну кількості руху точки та механічної системи. Теорема імпульсів. Закони збереження. Література: [4], с.203-210, [5], с.274-277.Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника [4], с.203-210, [5], с.274-277.
3	Практичне заняття 3. <u>Теорема про зміну моменту кількості руху точки.</u> Момент кількості руху матеріальної точки. Закони збереження. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування. Література: [4] с.236-252, [5], с.277- 292.
4	Практичне заняття 4. <u>Геометрія мас. Визначення моментів інерції твердого тіла.</u> Література: [5], с.262- 268.
5	Практичне заняття 5. <u>Динаміка обертального руху твердого тіла.</u> Динамічне рівняння обертального руху тіла. Додаткові динамічні реакції при обертанні тіла навколо нерухомої осі. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.278-295, [5], с.319-323.
6	Практичне заняття 6. <u>Динаміка твердого тіла.</u> Динаміка плоскопаралельного руху твердого тіла. Складання та розв'язування диференціальних рівнянь руху. Завдання на СРС: задачі для самостійного розв'язування. Література: [4], с.295-305, [5], с.306-310.
7	Практичне заняття 7. <u>Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки.</u> Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки. Робота сил. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4] с.220-236, [5] с.221-226.
8	Практичне заняття 8. <u>Теорема про зміну кінетичної енергії механічної системи.</u> Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки. Робота сил. Кінетична енергія твердого тіла та механічної системи. Теорема про зміну кінетичної енергії механічної системи. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4] с.220-236, [5] с.292-305.
9	Практичне заняття 9. <u>Принцип Даламбера для системи точок.</u> Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника. Література: [4] с.259-265, [5] с.313-318.
10	Практичне заняття 10. <u>Принцип можливих переміщень.</u> Загальне рівняння статички. Умови рівноваги твердого тіла та механічної системи. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.313-327. [5] с.341-359.
11	Практичне заняття 11. <u>Принцип Даламбера-Лагранжа.</u> Загальне рівняння динаміки. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.327-340. Література: [5] с.360-354.
12	Практичне заняття 12. <u>Рівняння Лагранжа II роду.</u> Синтез рівнянь руху системи тіл з одним ступенем вільності з використанням рівнянь Лагранжа другого роду. Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.341-366, [5], с.354-368.
13	Практичне заняття 13. <u>Малі коливання механічної системи.</u> Розв'язання задач для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.367-380, [5], с.403-422.
14	Практичне заняття 14. <u>Малі коливання механічної системи.</u> Завдання на СРС: розв'язати задачі для самостійного розв'язування з підручника Література: [4], с.367-380, [5], с.403-422.
15	Практичне заняття 15. <u>Елементарна теорія гіроскопа.</u> Гіроскопічний момент. [5], с.310-312.

16	Практичне заняття 16. Динаміка тіла змінної маси. Рівняння Мещерського. Задача Ціолковського. [1], с.324-329. [5], с.333-340.
17	Практичне заняття 17. <u>Удар</u> . Прямий і косий центральні удари кульок: пружний і пластичний. Центр удару, дія удару на вісь обертання. Література: [4], с.306-312, [5], с.327-333.
18	Практичне заняття 18. <u>Залік</u> .

### **Платформа дистанційного навчання:**

Для більш ефективної комунікації зі студентами та засвоєння ними теоретичного матеріалу використовується електронна пошта, сервіс Zoom для проведення онлайн-нарад, платформа MOODLE або Google Classroom, а також eCampus КПІ ім. Ігоря Сікорського, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється зворотній зв'язок стосовно навчальних завдань;
- оцінюються виконання домашніх завдань;
- ведеться облік та оцінювання виконання плану навчальної дисципліни.

### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів передбачає самостійне вивчення теоретичного матеріалу, викладеного у джерелах [1-4] та виконання з врахуванням рекомендацій викладача домашніх завдань для закріплення набутих знань. Зазначені завдання мають бути оформлені у вигляді звіту/пояснювальної записки (в електронному вигляді) з наведенням основних результатів та їх аналізом.

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни**

#### **Правила відвідування занять**

Відвідування лекцій та практичних занять не оцінюється, але фіксується в Google Classroomі. Оцінюється студент у разі точних і правильних відповідей на поставлені питання. Студентам бажано відвідувати всі заняття, оскільки на них викладається теоретичний та практичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

#### **Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали**

<b>Заохочувальні бали</b>		<b>Штрафні бали</b>	
<i>Критерій</i>	<i>Ваговий бал</i>	<i>Критерій</i>	<i>Ваговий бал</i>
Удосконалення дидактичних матеріалів	до +5	Порушення термінів виконання індивідуального завдання	до - 5
Відмінний, повний конспект лекцій у паперовому поданні	до +5	Повторне написання МКР	до -10 %

#### **Пропущені заняття**

Пропущені заняття мають бути відпрацьовані з використанням наявних навчальних матеріалів, а за необхідності – з консультацією викладача. Звітністю з відпрацювання заняття вважається конспект з даною лекцією/практичним заняттям. Пропущені контрольні заходи мають бути пройдені під час консультацій.



## Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## Навчання іноземною мовою

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка – 3. Динаміка» не передбачає її вивчення англійською мовою. Однак у процесі викладання навчальної дисципліни можуть бути використані матеріали та джерела англійською мовою.

Враховуючи студенто-центрований підхід, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійськомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

## Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка – 3. Динаміка» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кількість	Усього
1	Виконання індивідуальних завдань	32	8	4	32
2	Відповіді на практичних заняттях	6	2	3	6
3	Модульна контрольна робота	32	16	2	32
4	Тестування	30	10	3	30
<b>Разом</b>					<b>100</b>

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі eCampus КПІ ім. Ігоря Сікорського, Google Classroom або e-mail).

**Поточний контроль:** чотири індивідуальних завдання впродовж семестру

№ з/п	Індивідуальне завдання	%	Бал
1	Повністю виконане завдання з аналізом отриманого результату	86...100	6,8...8,0
2	Повністю виконане завдання із деякими зауваженнями до методики розв'язання	71...85	5,7...6,7
3	Завдання виконано, однак є суттєві помилки у методі розв'язання чи є зауваження до обраного підходу	50...70	4,0...5,6
4	Завдання виконано, однак містить принципові помилки у розв'язанні	36...49	0
5	Завдання не виконано	0	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>8</b>

### Тестування:

№	Тестування	% правильних відповідей	Бал
1	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	91...100	9,1...10,0
2	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	76...90	7,6...9,0
3	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	50...75	5,0...7,5
4	Відповідь відсутня або не правильна	0...49	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>10</b>

### Календарний рубіжний контроль.

В семестрі дві проміжні атестації студентів (далі – атестація). Метою проведення атестації є моніторинг виконання графіка освітнього процесу<sup>1</sup>. Перша атестація проводиться на 8му тижні навчання, а умовою отримання позитивної атестації на ній – поточний рейтинг не менший 20 балів. Друга атестація проводиться на 14му тижні, а умовою отримання позитивної атестації на ній – поточний рейтинг не менший 40 балів.

Мета модульної контрольної роботи (МКР) – перевірка знань та умінь студента. Проводиться на практичних заняттях у письмовій формі. Тривалість МКР – дві академічні години. Модульна контрольна робота розбивається на дві частини згідно розділів:

- 1) Загальні теореми динаміки.
- 2) Елементи аналітичної механіки.

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Бал
1	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	91...100	14,5...16,0
2	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	76...90	12,1...14,4
3	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	50...75	8,0...12,0
4	Відповідь відсутня або не правильна	0...49	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>16</b>

### Семестровий контроль: залік

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 60$
2	Виконання РГР	Зараховано викладачем
3	Виконання МКР	Зараховано 75 % викладачем

<sup>1</sup> Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 20 с.

### Умови допуску до семестрового контролю:

1. Поточний рейтинг  $RD \geq 40$ ;
2. Зарахована РГР та зараховано 75 % задач МКР
3. Позитивний результат другої атестацій;
4. Відвідування лекційних та практичних занять.

### Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою<sup>2</sup>:

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто викладачем згідно із наперед визначеними процедурами. Додаткова інформація стосовно процедури оскарження результатів: студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### Додаткова інформація стосовно семестрового контролю

На заліку студентам дозволяється впродовж короткого проміжку часу користуватись власним конспектом лекцій.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни

Орієнтовний перелік теоретичних питань, що виноситься на залік, наведений нижче:

1. Центр мас механічної системи, визначення положення центра мас. Теорема про рух центра мас мех. системи. Закон збереження руху центра мас.
2. Кількість руху матеріальної точки (MT) та механічної системи (системи MT). Теорема про зміну кількості руху в диференціальній та в інтегральній формах. Закон збереження кількості руху.
3. Моменти інерції механічної системи (осьовий, відцентровий). Радіус інерції. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Моменти інерції твердого тіла відносно довільної осі. Тензор інерції. Формули для обчислення моменту інерції однорідного стрижня, однорідного кільця та однорідного диска.
4. Момент кількості руху MT відносно точки та осі. Кінетичний момент механічної системи (системи MT) відносно точки та осі. Кінетичний момент обертового тіла. Теорема про зміну кінетичного моменту в диференціальній та в інтегральній формах. Закон збереження кінетичного моменту.

<sup>2</sup> Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

5. Кінетична енергія (KE) точки та твердого тіла при просторову русі, теорема Кеніга. Співвідношення між  $T$ ,  $Q$  і  $K$ . Формули для обчислення KE твердого тіла при поступальному русі, обертальному русі навколо нерухомої точки/осі, при плоско-паралельному русі.
6. Робота сили на скінченному переміщенні. Робота сили, що діє на тіло, яке рухається поступально, робота моменту сили, робота сил тяжіння, сил пружності. Робота внутрішніх сил. Теорема про зміну кінетичної енергії.
7. Принцип д'Аламбера для механічної системи (системи МТ). Приклади застосування.
8. Предмет аналітичної механіки. Основні поняття. Класифікація в'язей. Дійсні і можливі переміщення МТ. Число ступенів вільності системи МТ.
9. Загальне рівняння статички та динаміки.
10. Узагальнені координати механічної системи, узагальнені швидкості. Узагальнена сила і способи обчислення. Умова рівноваги механічної системи в узагальнених координатах.
11. Рівняння Лагранжа II-го роду в узагальнених координатах. Приклади застосування.
12. Елементарна теорія удару. Коефіцієнт відновлення. Теорема Остроградського-Карно.
13. Малі коливання механічної системи з двома ступенями вільності. Вільні та вимушені коливання.
14. Наближена теорія гіроскопів.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцент каф. динаміки і міцності машин та опору матеріалів,  
канд. техн. наук, доцент Володимир КРИШТАЛЬ

**Ухвалено** кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № від / /2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол № 4 від 19 / 11 /2021 р.<sup>3</sup>)

---

<sup>3</sup> Шаблон силябусу погоджено методичною радою Університету