



# ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА – 2. Кінематика.

## 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>Технології та інжиніринг у зварюванні, Технологічні системи інженерії з'єднань і поверхонь, Лазерна техніка та комп'ютеризовані процеси фізико-технічної обробки</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин (5 кредитів)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>36 годин – лекції; 54 годин – практичні; 60 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://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4072">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4072</a> <a href="https://classroom.google.com/c/MTU4MDgyODc5MTM2">https://classroom.google.com/c/MTU4MDgyODc5MTM2</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка 2. Кінематика» є частиною дисципліни теоретична механіка, у якій вивчають основні поняття та закони механіки; методи і способи визначення кінематичних характеристик складних рухів твердих тіл та окремих їх точок, складання і розв'язання диференціальних рівнянь руху вільної й невільної матеріальної точки (аналітичні, графічні, із застосуванням комп'ютера).

Вивчення дисципліни «Теоретична механіка 2. Кінематика» базується на широкому використанні фізичних уявлень про Всесвіт і математичних методах диференціальних та інтегральних обчислень, теорії диференціальних рівнянь, теорії векторної алгебри і тому її вивчення вимагає наявності базових знань з елементарної і вищої математики, евклідової геометрії, аналітичної алгебри, нарисної геометрії, загальної фізики.

Ця дисципліна дає студенту конкретні знання з кінематики окремих матеріальних точок та твердих тіл і є фундаментом для отримання базових знань з кінематики твердого тіла і механічної системи, законів класичної механіки, а також для вивчення таких дисциплін, як теорія машин і механізмів, деталі машин.

У дисципліні знайшли відображення сучасні запитання про задачі та методи визначення кінематичних характеристик руху механічних систем, які застосовують у різних галузях машинобудування. Його викладання передбачає розвиток логічного та алгоритмічного мислення об'єкта дослідження.

Мета вивчення дисципліни «Теоретична механіка -2. Кінематика» – дати студентам теоретичні знання і практичні уміння з визначення кінематичних параметрів плоскопаралельного та сферичного руху твердого тіла, побудови математичної моделі та складання диференціальних рівнянь руху матеріальної точки, оволодіти методами їх розв'язання, запису початкових та граничних умов її руху, дослідження прямолінійних коливань точки.

Предмет навчальної дисципліни «Теоретична механіка – 2» вивчає математичні моделі руху (у вигляді диференціальних рівнянь) найпростіших матеріальних об'єктів; класифікації рухів механічних систем та аналізування їх складових елементів; розв'язання диференціальних рівнянь з метою визначення кінематичних/динамічних законів руху точок.

### **Програмні результати навчання**

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

#### **Знання:**

- теорем про розподіл швидкостей і пришвидшень точок тіла;
- поняття миттєвого центра швидкостей та пришвидшень;
- регулярної прецесії;
- методу зупинення;
- законів Ньютона;
- форм запису диференціальних рівнянь руху матеріальної точки;
- поняття сил інерції та принципа Даламбера;
- про вільні та вимушені прямолінійні коливання матеріальної точки.

#### **Уміння:**

- визначати кінематичні характеристики точок та тіл;
- складати диференціальні рівняння руху точки;
- досліджувати коливальні рухи точки та тіла.

#### **Фахові компетентності:**

- здатність до аналізу кінематики 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, на-

вички 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 коливань, 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 3. Кінематика твердого тіла**

**Тема 3.1.** Плоскопаралельний рух

**Тема 3.2.** Сферичний рух

**Тема 3.3.** Складний рух

#### **Розділ 4. Динаміка матеріальної точки**

**Тема 4.1.** Динаміка вільної матеріальної точки

**Тема 4.2.** Прямолінійні коливання матеріальної точки

**Тема 4.3.** Динаміка невільної матеріальної точки

**Тема 4.4.** Динаміка відносного руху матеріальної точки

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

#### **Базова література:**

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник. К.: Техніка, 2002. – 512 с., <http://tm.kpi.ua/node/23>.
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., <http://tm.kpi.ua/node/23>.
5. Мещерский И. В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 448 с., <http://tm.kpi.ua/node/23>.
6. Теоретична механіка. Кінематичний аналіз плоского механізму з одним ступенем вільності [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань для студентів механіко-машинобудівного інституту напрямів підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та 6.050503 «Машинобудування» для всіх форм навчання/НТУУ «КПІ»; уклад. Т. М. Можаровська, В. Ф. Кришталь. – Електронні текстові дані (1 файл: 950 Кбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 30 с. – Назва з екрана. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/9729>
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. Кінематика твердого тіла та динаміка точки. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: Навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей», «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; В. В. Губська, В. Ф. Кришталь. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 105 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23703>

#### **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.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тема	Зміст навчального заняття	Кількість годин			
		Лекц.	Практ.	СРС	Разом
<b>Розділ 3. Кінематика твердого тіла</b>					
3.1. Плоско-паралельний рух	Кінематичний закон плоскопаралельного руху тіла. Розподіл швидкостей/пришвидшень точок плоскої фігури. Способи визначення миттєвого центра швидкостей/пришвидшень. Теорема Пуансо. План швидкостей/пришвидшень.	6	12	4	22
3.2. Рух тіла з нерухомою точкою	Рух твердого тіла навколо нерухомої точки. Теорема Ейлера. Кути Ейлера. Визначення напрямних косинусів. Регулярна/Нерегулярна прецесія. Розподіл лінійних швидкостей та пришвидшень точок тіла. Кінематичні рівняння Ейлера	8	8	4	20
3.3. Складний рух тіла	Основна задача кінематики складного руху твердого тіла. Складання поступальних рухів. Складання обертальних рухів навколо паралельних/перетинних осей. Пара обертань. Складання миттєво-поступального і миттєво-обертального рухів. Метод зупинення. Формула Вілліса.	4	6	2	12
<b>Розділ 4. Динаміка матеріальної точки</b>					
4.1. Динаміка вільної матеріальної точки	Вступ. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки МТ. Пряма/Обернена задача динаміки МТ.	4	6	2	12
4.2. Прямолінійні коливання матеріальної точки	Класифікація коливань. Вільні коливання матеріальної точки без/з урахуванням сили опору. Період та амплітуда вільних коливань. Вимушені коливання без/з врахуванням сил опору. Явище биття. АЧХ, ФЧХ.	8	12	2	22
4.3. Динаміка невільної матеріальної точки	Динамічне рівняння руху невільної матеріальної точки. Типи в'язей та їх рівняння. Принцип Д'Аламбера для МТ.	2	2	2	6
4.4. Динаміка відносного руху матеріальної точки	Закон відносного руху точки. Окремі випадки відносного руху точки. Умови відносного спокою. Принцип відносності класичної динаміки.	4	6	2	12

Розрахунково-графічна робота			10	10
Модульна контрольна робота		2	2	4
Підготовка до екзамену			30	30
	<b>Разом</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>60</b>
			<b>60</b>	<b>150</b>

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Тема 3.1. Плоскопаралельний рух твердого тіла</b> Лекція 1. <u>Плоскопаралельний рух твердого тіла</u> . Плоскопаралельний рух твердого тіла як складний і як миттєво-обертальний (поступальний). Завдання руху. Кінематичні рівняння руху. Література: [1], с.137, 139-140, [2], с.132-134, [8], с.7-11 . <u>Розподіл швидкостей точок тіла при плоскопаралельному русі</u> . Теорема про розподіл швидкостей точок. Миттєвий центр швидкостей та способи його визначення: фізичний та графічний. Окремі випадки визначення МЦШ. Миттєва кутова швидкість.
2	Лекція 2. <u>План швидкостей</u> . Приклади. Поняття про центроїди: рухому та нерухому. Література: [1], с.140-144. [2], с.149, 207-221, [8], с.7-11. <u>Розподіл прискорень точок тіла при плоскопаралельному русі</u> . Миттєвий центр прискорень та способи його визначення: графічний та аналітичний. Окремі випадки визначення миттєвого центра прискорень. Література: [1], с.144-146, [2] с. 221-236, [8], с.14-18.
3	Лекція 3. Аналітичне визначення траєкторії, швидкості та прискорення точки тіла при плоскопаралельному русі. Приклад. Література: [1] с.137-138, [2], с.141-150, с.221-236. [8], с.18-22.
4	<b>Тема 3.2. Сферичний рух твердого тіла</b> Лекція 4. Рух вільного твердого тіла. Розподіл швидкостей та прискорень точок вільного твердого тіла. Література: [1], с.122-123, [1], 127-130, [2], с.221-236.
5	Лекція 5. <u>Рух твердого тіла навколо нерухомої точки</u> . Аксоїди. Теорема Пуансо. Завдання руху. <u>Кути Ейлера</u> . Кінематичні рівняння руху. Способи визначення косинусів кутів між осями координат: Матричний метод, формули сферичної тригонометрії. Література: [1], с.120-122, [2], с.153-158, [8], с.23-28.
6	Лекція 6. Регулярна прецесія. Нерегулярна прецесія. Розподіл швидкостей і прискорень точок тіла з нерухомою точкою. Література: [2], с.158-162, [8], с.28-33.
7	Лекція 7. Кінематичні рівняння Ейлера. Кути Ейлера–Крилова. Література: [2], с.158-162. Приклад розв'язання задачі на рух тіла з нерухомою точкою. Література: [1], с.125-126, [2], с.162-163, [8], с.34-38.
8	<b>Тема 3.3. Складний рух твердого тіла</b> Лекція 8. Основна задача кінематики складного руху твердого тіла. Додавання поступальних рухів тіла. Додавання обертань навколо перетинних осей. Пара обертань. Література: [1], с.148-153, [8], с.39-45.
9	Лекція 9. Додавання обертань навколо паралельних осей. Додавання поступального і обертального рухів тіла. Метод «зупинення». Метод Вілліса. Літ-ра: [1], с.154-157, [2], с.153-158, [8], с.45-50. Приклади розв'язання задач на застосування методу зупинення в планетарних та диференціальних передачах. Література: [2], с.180-186.[6], с.67-70.

10	<b>Тема 4.1. Динаміка вільної матеріальної точки</b> Лекція 10. <u>Закони Ньютона</u> . Поняття про масу. Закон незалежності дії сил. Основний закон динаміки. Векторний, координатний та натуральний способи складання диференціальних рівнянь руху вільної матеріальної точки. Література: [1], с.174-179, [2], с.237-241. [8], с.51-55.
11	Лекція 11. <u>Основні задачі динаміки точки</u> . Перша(пряма) і друга(обернена) задачі динаміки точки. Методика розв'язування цих задач. Література: [1], с.179-182, [2], с.190-197, [8], с.55-59.
12	<b>Тема 4.2. Прямолінійні коливання матеріальної точки</b> Лекція 12. <u>Вільні коливання точки</u> . Положення статичної рівноваги. Відновлювана сила. Диференціальне рівняння руху та його розв'язок. Період та частота. Література: [1], с.416-419, [2], с.246-253, [8], с.72-76.
13	Лекція 13. <u>Вільні згасаючі коливання точки</u> . Аперіодичний та коливальний рухи точки. Згасаючі коливання. Амплітуда, частота та період згасаючих коливань. Декремент коливань. Література: [1], с.419-420, [2], с.246-253, [8], с.76-81.
14	Лекція 14. <u>Вимушені коливання без врахування сил опору</u> . Збурювальні сили. Амплітуда, частота та період вимушених коливань. Явище резонансу. Література: [1], с.420-423, [2], с.253-258, [8], с.81-87.
15	Лекція 15. <u>Вимушені коливання з урахуванням сил опору</u> . Безрозмірні частота коливань, коефіцієнт демпфірування. Амплітудно- і фазочастотні характеристики. Зсув фаз. Коефіцієнт динамічності. Приклад. Література: [1], с.423-427, [8], с.87-94.
16	<b>Тема 4.3. Диференціальні рівняння руху невільної матеріальної точки</b> Лекція 16. Дві задачі динаміки невільної матеріальної точки. Рівняння в'язей. Рівняння Лагранжа I роду. Літ-ра: [1]: с.182-187, с.351-353. [8], с.60-63. <u>Метод кінетостатики</u> . Принцип Д'Аламбера для точки. Сили інерції. Література: [2], с.264-272. [1], с.264-267, с.268-269, [8], с.64-65.
17	<b>Тема 4.4. Динаміка відносного руху матеріальної точки</b> Лекція 17. <u>Динаміка відносного руху точки</u> . Закон динаміки у рухомій системі координат. Інерціальні та неінерціальні системи координат. Літ-ра: [1], с.271-274, [2], с.272-278; [8], с.95-98.
18	Лекція 18. <u>Динаміка відносного руху точки</u> . <u>Умова відносної рівноваги</u> . Сила ваги. Стан невагомості. Принцип відносності Галілея. Приклад. Літ-ра: [1], с.274-276, [2], с.272-278; [8], с.98-101.

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Тема 3.1.Плоскопаралельний рух твердого тіла</b> Практичне заняття 1. Вступ. Нагадування матеріалу з теми Обертальний рух тіла: [5] с.107-109
2	Практичне заняття 2. <u>Визначення швидкостей точок тіла при плоско-паралельному русі</u> . Котки, епіциклічний механізм – визначення лінійних та кутових швидкостей через МЦШ. Літ-ра: [3] с.115-125; [4] с.143-149.
3	Практичне заняття 3. <u>Визначення швидкостей точок тіла при плоско-паралельному русі</u> . Кривошипно повзунний механізм – визначення лінійних та кутових швидкостей через МЦШ та за теоремою про розподіл швидкостей (план швидкостей). Літ-ра: [3] с.115-125; [4] с.143-149.
4	Практичне заняття 4. <u>Визначення прискорень точок тіла при плоскопаралельному русі</u> . Котки, епіциклічний механізм – визначення лінійних та кутових прискорень. Література: [3], с.125-133; [4], с.143-149.

5	Практичне заняття 5. <u>Визначення прискорень точок тіла при плоскопаралельному русі</u> . Знаходження прискорень точок в багатоланкових механізмах (план прискорень, аналітичний спосіб). Література: [3], с.125-133; [4], 143-149.
6	Практичне заняття 6. <u>Миттєвий центр прискорень</u> . Методи знаходження МЦП. Література: [3], с.133-136; [4], с.143-149. <b>РГР частина 1.</b>
7	Практичне заняття 7. Приклад розв'язання РГР. <b>МКР частина 1</b>
8	<b>Тема 3.2. Рух тіла з нерухомою точкою.</b> Практичне заняття 8. Рух тіла з нерухомою точкою. Визначення напрямних косинусів (матриці переходу, формули сфер тригонометрії). [5], с.143-146.
9	Практичне заняття 9. <u>Рух тіла з нерухомою точкою. Регулярна прецесія</u> . Визначення кут швидкості та кут прискорення конуса. Знаходження миттєвої осі обертання, осі власного обертання, осі прецесії. Визначення векторів відносної, переносної та абсолютної кутових швидкостей. <b>РГР задача 2.</b> Література: [3], с.167-169; [4], с.162-163. [5] с.140-143.
10	Практичне заняття 10. <u>Рух тіла з нерухомою точкою. Регулярна прецесія</u> . Визначення швидкостей та прискорень точок. Література: [3], с.167-169; [4], с.162-163. [5] с.140-143.
11	Практичне заняття 11. <u>Рух тіла з нерухомою точкою. Нерегулярна прецесія</u> . Визначення кутових та лінійних прискорень. Аналіз та перевірка РГР задача 2. Література: [3], с.167-169; [4], с.162-163. [5] с.140-143.
12	<b>Тема 3.3.Складний рух твердого тіла</b> Практичне заняття 12. <u>Додавання плоских рухів тіла</u> . Визначення кутових швидкостей тіл у випадку обертань навколо паралельних осей. Літ-ра: [3], с.160-167; [4], с.170-171. [5] с.176-181. <b>МКР частина 2.</b>
13	Практичне заняття 13. <u>Метод зупинення</u> при визначенні кутових швидкостей тіл в циліндричних редукторних системах (обертання навколо паралельних осей). Літ-ра: [3], с.160-167; [4], с.170-171. [5] с.176-181.
14	Практичне заняття 14. <u>Метод зупинення</u> при визначенні кутових швидкостей тіл у випадку обертань навколо осей, що перетинаються. Література: [3], с.171-173; [4] с.171-172. [5] с.181-188.
15	<b>Тема 4.1.Динаміка вільної матеріальної точки</b> Практичне заняття 15. Перша задача динаміки матеріальної точки. Рівняння руху точки у координатній і натуральній формах. Закон руху. Література: [3], с.173-188; [4], с.185; [5], с.196-200.
16	Практичне заняття 16. Друга задача динаміки матеріальної точки. Динамічні рівняння руху точки у координатній формі. Початкові умови. Література: [3], с.173-188; [4], с.185-186. [5], с.202-211.
17	Практичне заняття 17. Друга задача динаміки матеріальної точки. Динамічні рівняння руху точки у натуральній формі. Приклад розв'язку РГР задача 3. Література: [3], с.173-188; [4], с.185-186. [5], с.202-211.
18	<b>Тема 4.2.Прямолінійні коливання матеріальної точки</b> Практичне заняття 18. <u>Вільні коливання матеріальної точки</u> . Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки з урахуванням початкових умов. Література: [3], с.188-197. [4], с.199-200. [5], с.234-246.
19	Практичне заняття 19. <u>Вільні згасаючі коливання матеріальної точки</u> . Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки у випадку дійсних коренів характеристичного рівняння. Література: [3], с.188-197. [4], с.200-201. [5], с.246-252.
20	Практичне заняття 20. <u>Вільні згасаючі коливання матеріальної точки</u> . Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки у випадку існування згасаючих коливань точки. Література: [3], с.188-197. [4], с.200-201. [5], с.246-252.

21	<i>Практичне заняття 21. <u>Змушені коливання матеріальної точки без урахування сили опору</u>. Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки у випадку резонансу та биття. Література: [3], с.197-202. [4], с.200-201. [5], с.252-254.</i>
22	<i>Практичне заняття 22. <u>Змушені коливання матеріальної точки з урахуванням сили опору</u>. Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки з силовим збуренням. Література: [3], с.197-202. [4], с.200-201. [5], с.255-257.</i>
23	<i>Практичне заняття 23. <u>Змушені коливання матеріальної точки з урахуванням сили опору</u>. Розв'язок диференціальних рівнянь руху точки з кінематичним збуренням. Література: [3], с.197-202. [4], с.200-201. [5], с.255-257.</i>
24	<i>Практичне заняття 24. <u>Метод кінетостатики</u>. Принцип Даламбера для матеріальної точки. Література: [4], с.253-259. [5], с.196-200.</i>
25	<i>Практичне заняття 25. <u>Динаміка відносного руху точки</u>. Поступальний переносний рух. Умова відносної рівноваги. Література: [4], с.266-277; [5], с.257-261. <b>МКР частина 2. МКР частина 3.</b></i>
26	<i>Практичне заняття 26. <u>Динаміка відносного руху точки</u>. Обертальний переносний рух. Література: [4], с.266-277; [5], с.257-261.</i>
27	<i>Практичне заняття 26. Підсумкове заняття.</i>

#### **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 eCampus КПІ ім. Ігоря Сікорського або Google Classroom. Оцінюється студент у випадку правильних відповідей на поставлені питання. Студенти зобов'язані 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

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Удосконалення дидактичних матеріалів	до +5	Порушення термінів виконання індивідуального завдання	до - 2
Відмінний, повний конспект лекцій у паперовому поданні	до +5	Повторне написання МКР та тесту (10% від максимального балу заходу)	до -4

### 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/виконані завдання за даним 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 – 2. Кінематика» 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 – 2. Кінематика» 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	20	5	4	20
2	Робота на практичних заняттях (тестування)	20	5	4	20
3	Модульна контрольна робота	20	20	1	20
4	Екзамен	40	40	1	40
<b>Разом</b>					<b>100</b>

Результати оцінювання надаються кожному студенту окремо у дистанційній формі (у системі Campus КПІ ім. Ігоря Сікорського або Google Classroom або Moodle).

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

№ з/п	Індивідуальне завдання	%	Бал
1	Повністю виконане завдання з аналізом отриманого результату	86...100	4,3...5,0
2	Повністю виконане завдання із деякими зауваженнями до методики розв'язання	71...85	3,6...4,2
3	Завдання виконано, однак є суттєві помилки у методі розв'язання чи є зауваження до обраного підходу	60...70	3,0...3,5
4	Завдання виконано, однак містить принципові помилки у розв'язанні	50...59	2,5...2,9
5	Завдання не виконано	0	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>5,0</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 15 балів. Друга атестація проводиться на 14му тижні, а умовою отримання позитивної атестації на ній – поточний рейтинг не менший 30 балів.

Модульна контрольна робота (МКР) може проводитись у два або три підходи, наприкінці вивчення відповідної теми. Мета контрольної роботи – перевірка вміння застосовувати набуті теоретичні та практичні знання для дослідження кінематики твердого тіла та динаміки матеріальної точки. Тривалість МКР – дві академічні години (одне практичне заняття) і проводиться з наступних тем:

1. Тема 3.1 «Плоскопарарельний рух».
2. Тема 3.2 Рух тіла з нерухомою точкою
3. Тема 4.1 «Обернена задача динаміки матеріальної точки»
4. Тема 4.2 «Прямолінійні коливання матеріальної точки»

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Бал
1	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	91...100	18,1...20,0
2	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	76...90	15,1...18,0
3	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60...75	12,0...15,0
4	Відповідь відсутня або не правильна	0	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>20</b>

**Семестровий контроль:** екзамен

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

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 36$
2	Виконання РГР	Зараховано викладачем
3	Виконання МКР	Зараховано викладачем

#### Умови допуску до семестрового контролю:

1. Поточний рейтинг  $RD \geq 36$ ;
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 екзамені студентам дозволяється впродовж короткого проміжку часу користуватись власним конспектом лекцій.

### 9. Додаткова інформація з дисципліни

Орієнтовний перелік теоретичних питань, що виносяться на екзамен, наведений нижче:

1. Вивести кінематичний закон плоско-паралельного руху тіла. Способи подання ППР тіла. Сформулювати та довести теорему Шаля.
2. Сформулювати та довести теорему про розподіл швидкостей точок твердого тіла при плоскому русі. Сформулювати теорему Грасхгофа.
3. Сформулювати та довести теорему про розподіл прискорень точок твердого тіла при плоскому русі. Вказати наслідки до теореми.
4. Дати означення МЦШ. Способи визначення МЦШ та частинні випадки визначення МЦШ. Сформулювати теорему про центроїди.

<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. Дати означення МЦП. Способи визначення МЦП та частинні випадки визначення МЦП.
6. Сформулювати теорему Ейлера про рух твердого тіла з нерухомою точкою. Вказати послідовність кутів Ейлера та кінематичний закон руху тіла з нерухомою точкою. Визначити модуль кутової швидкості тіла.
7. Вказати зміст способів визначення напрямних косинусів між осями систем координат.
8. Визначити проекції кутової швидкості тіла з нерухомою точкою на осі рухомої СК (кінематичні рівняння Ейлера).
9. Вказати особливості розподілу швидкостей та прискорень точок тіла з нерухомою точкою. Сформулювати теорему Пуансо.
10. Визначення кутових швидкостей та кутового прискорення тіла з нерухомою точкою у випадку регулярної прецесії.
11. Дати означення складного руху тіла. Довести теорему про додавання поступальних рухів тіла. Довести теорему про додавання обертальних рухів тіла навколо перетинних осей.
12. Сформулювати та довести теорему про додавання обертальних рухів тіла, які утворюють пару обертань.
13. Сформулювати та довести теорему про додавання співнаправлених обертальних рухів тіла навколо паралельних осей.
14. Сформулювати та довести теореми про додавання обертального та поступального рухів тіла. Дати означення кінематичного гвинта.
15. Зміст методу зупинення. Формули Вілліса для циліндричних та конічних коліс.
16. Сформулювати закони Ньютона та закон незалежності дії сил. Дати означення: інерціальної СК, маси тіла, кількості руху точки.
17. Вивести диференціальні рівняння руху матеріальної точки у векторній, координатній та натуральній формі ( формі Ейлера).
18. Сформулювати зміст першої та другої задачі динаміки точки. Визначення інтегралів рівнянь руху точки. Знаходження сталих інтегрування, початкові умови.
19. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань точки без урахування сил опору. Вказати його розв'язок. Визначити сталі інтегрування. Дати означення амплітуди, колової частоти та періоду коливань.
20. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сили опору. Вказати його розв'язок у випадку великого опору. Визначити сталі інтегрування.
21. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сил опору. Вказати його розв'язок у випадку кратних коренів характеристичного рівняння. Визначити сталі інтегрування.
22. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сил опору. Вказати його розв'язок у випадку малого опору. Визначити сталі інтегрування.
23. Записати розв'язок диференціального рівняння згасаючих вільних (малий опір). Визначити період згасаючих коливань, його наближений раціональний вираз. Визначити залежність між амплітудами згасаючих коливань.
24. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Знайти загальний розв'язок у нерезонансному випадку з урахуванням ПУ та зробити аналіз його складових.
25. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Знайти загальний розв'язок у нерезонансному випадку для нульових ПУ та пояснити явище биття.
26. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Визначити його розв'язок у резонансному випадку та пояснити явище резонансу.
27. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань з урахуванням сили опору. Вказати його загальний розв'язок та знайти коефіцієнти частинного розв'язку.

28. *Записати диференціальне рівняння змушених коливань з урахуванням сили опору та його частинний розв'язок, знайти його коефіцієнти. Визначити амплітуду змушених коливань та коефіцієнт динамічності.*
29. *Дослідити екстремуми амплітуди (коефіцієнта динамічності) змушених коливань з урахуванням сили опору та дати аналіз характеру зміни амплітудно-частотної та фазо-частотної характеристик.*
30. *Вказати на класифікацію (типи) в'язей в теоретичній механіці. Вивести рівняння Лагранжа першого роду.*
31. *Вказати на класифікацію (типи) в'язей в теоретичній механіці. Вивести принцип Д'Аламбера.*
32. *Вивести динамічне рівняння відносного руху матеріальної точки. Вказати зміст ейлерових сил інерції. Вказати умову відносного спокою. Сформулювати принцип відносності Галілея.*

**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 № від / /2021 р.)<sup>3</sup>

---

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