



# ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА – 1. Статика.

## 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>Динаміка і міцність машин, Технологія машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>105 годин (3,5 кредити)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>36 годин – лекції; 36 годин – практичні; 33 години – СРС</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>докт. фіз.-мат. наук, професор, Янчевський Ігор Владиславович, <a href="mailto:i.yanchevskyi@kpi.ua">i.yanchevskyi@kpi.ua</a></i>
Профіль викладача	<i><a href="http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/251-янчевський-ігор-владиславович.html">http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/251-янчевський-ігор-владиславович.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjYyNzY4NDgzNzM4?cjc=j42ev6l">https://classroom.google.com/c/MjYyNzY4NDgzNzM4?cjc=j42ev6l</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка – 1. Статика» є частиною дисципліни Теоретична механіка, у якому вивчають основні поняття та закони механіки; методи вивчення умов рівноваги і руху реальних фізичних об'єктів, які моделюють у вигляді матеріальної точки, твердого тіла і механічної системи; методи перетворення систем сил у інші, їм еквівалентні; розрахунок будівельних конструкцій та визначення зусиль, які в них виникають; способи визначення центра ваги заданої фігури; способи визначення кінематичних характеристик матеріальних точок та найпростіших рухів механічних систем і твердих тіл (аналітичні, графічні, із застосуванням комп'ютера).

Вивчення «Теоретична механіка – 1. Статика» 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, аналітичної алгебри, нарисної геометрії, загальної фізики.

Цей курс дає студенту конкретні знання для визначення умов руху і рівноваги фізичного об'єкта, а також знайомить з основними кінематичними характеристиками простих рухів і є фундаментом для отримання базових знань з кінематики та динаміки твердого тіла («Теоретична механіка – 2. Кінематика» та «Теоретична механіка – 3. Динаміка») і механічних сис-

тем, а також для вивчення таких дисциплін, як прикладна механіка, опір матеріалів, деталі машин. У курсі знайшли відображення сучасні запитання про задачі та методи визначення умов рівноваги механічних систем, які застосовують у різних галузях машинобудування. Його викладання передбачає: розвиток логічного та алгоритмічного мислення, оволодіння основними методами правильної постановки задачі, вибору об'єкта дослідження.

Вивчення дисципліни «Теоретична механіка – 1. Статика» 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.

Мета вивчення дисципліни «Теоретична механіка – 1. Статика» – дати студентам теоретичні знання і практичні уміння в галузях: розрахунку опорних реакцій та внутрішніх сил статично визначених конструкцій, визначення кінематичних параметрів руху матеріальної точки та елементів простих передач.

Предмет навчальної дисципліни «Теоретична механіка – 1. Статика» вивчає умови рівноваги твердого тіла та їх систем; сили тертя у механічних системах; методи визначення реакцій у стержнях ферми; способи задання законів руху матеріальних точок та методи дослідження найпростіших рухів твердих тіл.

### **Програмні результати навчання**

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

#### **Знання:**

- умови рівноваги систем сил;
- умови еквівалентності систем сил та зведення до найпростішої;
- кінематичні характеристики точки;
- найпростіших рухів твердого тіла;
- кінематика складного руху точки.

#### **Уміння:**

- 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.

#### **Фахові компетентності:**

- здатність до аналізу рівноваги систем сил та кінематики матеріальної точки;
- 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, теорія коливань, теорія 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**

#### **Тема 1. Статика**

- 1.1. Вступ до курсу.
- 1.2. Аксиоми «Статики», механічні в'язі
- 1.3. Момент сили. Пара сил.
- 1.4. Гол. вектор і гол. момент. Теорема Пуансо.
- 1.5. Зведення системи сил до найпростішого вигляду
- 1.6. Розрахунок плоскої ферми
- 1.7. Центр паралельних сил. Центр ваги
- 1.8. Рівновага тіл з урахуванням тертя

#### **Тема 2. Кінематика матеріальної точки**

- 2.1. Кінематика матеріальної точки
- 2.2. Найпростіші рухи твердого тіла
- 2.3. Складний рух матеріальної точки

### **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., 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.

#### **Додаткова література:**

1. Теоретична механіка: збірник задач: навч. посібник для студ. вищих навч. закл./ за ред. М. А. Павловського. – К.: Техніка, 2007. – 400 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для техн. вузов / Под ред. А.А. Яблонского. – М.: Интеграл-Пресс, 2000. – 384 с.
3. Сборник коротких задач по теоретической механике: Учеб. пособие для втузов/ под ред. Кепе О. Э. – М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.
4. Мещерский И. В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие. – С.-Пб.: Лань, 2002. – 448 с.
5. 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.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тема	Зміст навчального заняття	Кількість годин			
		Лекц.	Практ.	СРС	Разом
<b>Тема 1. Статика</b>					
1.1. Вступ до курсу.	Вступ до курсу. Основні поняття та означення розділу «Статика». Проекція сили на вісь, площину. Розклад сили на координатні складові. Аксиоми статyki.	2	2		4
1.2. Аксиоми «Статyki», механічні в'язі	Механічні в'язі. Види механічних в'язей та їх реакції. Система збіжних сил	2	2		4
1.3. Момент сили. Пара сил.	Момент сили. Момент сили відносно точки/осі. Пара сил. Теорема про пару сил.	2	2		4
1.4. Головний вектор і головний момент. Теорема Пуансо.	Головний вектор та головний момент системи сил. Лема про паралельне перенесення сили. Основна теорема статyki (теорема Пуансо). Залежність головного вектора та головного моменту від вибору центра зведень. Статичні інваріанти.	2	2		4
1.5. Зведення системи сил до найпростішого вигляду	Зведення просторової системи сил до найпростішого вигляду. Динамічний гвинт. Рівняння гвинтової осі. Умови рівноваги системи сил в частинних випадках. Класифікація сил у статистиці. Прилади.	4	4	1	9
1.6. Розрахунок плоскої ферми	Основні означення. Методики визначення зусиль у стержнях простої ферми	2	2		4
1.7. Центр паралельних сил. Центр ваги	Теорема Варіньона. Система двох паралельних сил. Центр системи паралельних сил. Центр ваги твердого тіла. Центр ваги деяких тіл	4	4	1	9
1.8. Рівновага тіл з урахуванням тертя	Тертя ковзання. Кут тертя та конус тертя. Тертя кочення. Тертя нитки о циліндричну поверхню	2	2	1	5
<b>Тема 2. Кінематика матеріальної точки</b>					
2.1. Кінематика матеріальної точки	Векторний/Координатний/Натуральний спосіб визначення руху матеріальної точки. Зв'язок між координатним і натуральним способами визначення руху матеріальної точки. Осі натурального тригранника. Класифікація руху точки за пришвидшенням	4	4	1	5
2.2. Найпростіші рухи твердого тіла	Поступальний рух твердого тіла. Обертання тіла навколо нерухомої осі.	4	4		4
2.3. Складний рух матеріальної точки	Абсолютна швидкість/пришвидшення точки у складному русі. Пришвидшення Коріоліса. Приклади.	6	8	1	15

Розрахунково-графічна робота			8	8
Модульна контрольна робота	2		4	6
Підготовка до екзамену			16	16
	<b>Разом</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>105</b>

### Платформа дистанційного навчання:

Для більш ефективної комунікації зі студентами та засвоєння ними теоретичного матеріалу використовується електронна пошта, сервіс Zoom для проведення онлайн-нарад та система Google Classroom, 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, а також відсутність на них не оцінюється, але фіксується в Кампусі. Оцінюється студент на практичних заняттях за точні і правильні відповіді на поставлені питання. Студентам необхідно відвідувати всі заняття, оскільки на них викладається теоретичний/практичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання контрольних робіт, семестрового індивідуального завдання, тощо.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні/штрафні бали

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну його виконання без поважних причин, зараховується, але при виставленні остаточної оцінки враховуються штрафні бали.

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Некласичний/оригінальний підхід до розв'язання індивідуального завдання	+10%...+30% від макс. балу за завдання	Порушення термінів виконання індивідуального завдання	-20%...-50% від макс. балу за завдання
Відмінний, повний конспект лекцій за умови присутності на усіх лекційних заняттях	+5	Відсутність конспекту, систематична відсутність на заняттях	-5

Розв'язання задач на студентській олімпіаді з теоретичної механіки	+5		
--	----	--	--

### 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.

### Пропущені контрольні заходи

Контрольні заходи можуть бути проведені 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 – 1. Статика» 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 англомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

### Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка – 1. Статика» 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	36	9	4	36
2	Відповіді на практичних заняттях	14	7	2	14
3	Модульна контрольна робота	20	20	1	20
4	Екзамен	30	30	1	30
				<b>Разом</b>	<b>100</b>

Результати оголошуються студентам на заняттях або в дистанційній формі (у системі Google Classroom або e-mail).

### Поточний контроль: чотири індивідуальних завдання

№ з/п	Індивідуальне завдання	%	Бал
1	Повністю виконане завдання з аналізом отриманого результату	86...100	7,7...9,0
2	Повністю виконане завдання із деякими зауваженнями до методики розв'язання	71...85	6,4...7,6
3	Завдання виконано, однак є суттєві помилки у методі розв'язання чи є зауваження до обраного підходу	60...70	5,4...6,3
4	Завдання виконано, однак містить принципові помилки у розв'язанні	36...59	3,2...5,3
5	Завдання не виконано	0	0
<b>Максимальна кількість балів</b>			<b>9,0</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) проводиться наприкінці вивчення другої теми. Мета контрольної роботи – перевірка вміння застосовувати набуті теоретичні та практичні знання з рівноваги твердого тіла та з дослідження складного руху матеріальної точки. Тривалість МКР – дві академічні години (одне лекційне заняття) і проводиться з наступних тем:

1. Тема 1.5 «Рівновага довільної системи сил».
2. Тема 2.3 «Складний рух 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

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 38$
2	Виконання РГР	Зараховано викладачем
3	Виконання МКР	Зараховано викладачем

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

### **Умови допуску до семестрового контролю:**

1. Мінімальна позитивна оцінка за індивідуальні завдання (Стартовий рейтинг не менше 38 балів);
2. Виконання РГР та МКР
3. Позитивний результат 1ої та 2ої атестацій;
4. Відвідування не менше 60% лекційних та практичних занять.

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

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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 використовувати власний конспект лекцій.

## **9. Додаткова інформація з дисципліни**

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

1. Курс «Теоретична механіка». Розділи курсу, основні терміни та задачі. Статика, предмет і задачі статички. Визначення основних понять. Зосереджені та розподілені сили, зовнішні та внутрішні сили. Аксиоми статички.
2. Проекція сили на вісь, площину. Розклад сили на дві сили з заданими напрямками, розкладання на координатні складові. В'язі, типи в'язей та їх реакції. Активні та пасивні сили. Аксиома про в'язі.
3. Система збіжних сил. Рівнодіюча с.з.с. Геометричний і аналітичний способи визначення рівнодіючої. План сил (силовий багатокутник). Умова рівноваги твердого тіла (ТТ) під дією с.з.с. Теорема про три сили.
4. Момент сили відносно точки, відносно осі. Способи визначення. Пара сил. Момент пари сил. Теорема про пару сил.
5. Лема про паралельний перенос сили. Головний вектор системи сил. Головний момент системи сил. Основана теорема статички (теорема Пуансо). Статичні інваріанти. Зведення довільної системи сил до найпростішого виду. Динамічний гвинт.

<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.



6. Умови рівноваги ТТ під дією: а) довільної просторової системи сил; б) довільної плоскої системи сил; в) системи збіжних сил; г) системи паралельних сил (плоскої та просторової). Методика розв'язання задач на рівновагу ТТ. Приклади.
7. Теорема Варіньона. Центр паралельних сил. Координати центра паралельних сил. Центр ваги ТТ. Способи визначення координат центра ваги.
8. Тертя ковзання, кочення. Коефіцієнт тертя. Окремі випадки визначення сили тертя.
9. Ферма. Методи визначення зусиль у стержнях ферми (вирізання вузлів, Ріттера).
10. Кінематика, предмет та задачі кінематики. Визначення основних понять. Кінематика матеріальної точки (МТ). Поняття руху, шляху та положення МТ. Способи їх визначення.
11. Визначення швидкості/пришвидшення МТ за векторним, координатним та натуральним способами завдання руху. Класифікація руху МТ за пришвидшенням.
12. Найпростіші рухи ТТ. Поступальний рух, обертальний рух навколо нерухомої осі. Кінематичні рівняння руху. Розподіл лінійних швидкостей/пришвидшень точок ТТ при найпростіших його рухах.
13. Складний рух МТ. Абсолютний, відносний та переносний рухи МТ. Теорема про додавання швидкостей/пришвидшень МТ. Абсолютні, переносні та відносні швидкості/пришвидшення МТ. Теорема Коріоліса, коріолісове пришвидшення МТ. Способи визначення.
14. Приклади визначення абсолютного пришвидшення МТ. Визначення кінематичних характеристик МТ при поступальному/обертальному переносному її русі.

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

**Складено** проф. каф. динаміки і міцності машин та опору матеріалів,  
докт. фіз.-мат. наук, професор Ігор ЯНЧЕВСЬКИЙ

**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 Силабусу погоджено Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського.