



Теоретична механіка. Частина 1. Статика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи НН ММІ Динаміка і міцність машин НН ММІ Конструювання та дизайн машин НН ММІ Технології виробництва літальних апаратів НН ММІ Технології машинобудування НН ММІ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредити ЄКТС, 135 годин, лекції – 36 годин, практичні – 36 годин, СРС – 63 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>За розкладом університету http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>докт. фіз.-мат. наук, професор, Янчевський Ігор Владиславович, i.yanchevskyi@kpi.ua</i>
Профіль викладача	<i>Лектор: https://intellect.kpi.ua/profile/yiv22</i>
Розміщення курсу	<i>Відповідний повний дистанційний курс розміщений на платформі дистанційного навчання КПІ ім. Ігоря Сікорського за адресою : https://classroom.google.com/c/MjYyNzY4NDgzNzM4?cjc=yoh6zp5</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка. Частина 1. Статика» є частиною дисципліни Теоретична механіка, у якій 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. Частина 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

наявність 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. Частина 2. Кінематика» та «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка»). У курсі знайшли відображення сучасні питання 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.

Мета вивчення дисципліни «Теоретична механіка. Частина 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. Частина 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.

Вивчення дисципліни дозволить сформуванати наступні фахові компетентності:

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

РН1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки додатні математичні методи;

РН6. Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;

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.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Теоретична механіка. Частина 1. Статика» має міждисциплінарний характер. За структурно-логічною схемою програми підготовки бакалавра навчальній дисципліні «Теоретична механіка. Частина 1. Статика» передують такі дисципліни, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Лінійна алгебра і аналітична геометрія».

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.

Дисципліна «Теоретична механіка. Частина 1. Статика» є фундаментом для вивчення таких дисциплін, як «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Теорія механізмів і машин», «Теорія механізмів і машин. Курсова робота», «Деталі машин і основи конструювання», «Деталі машин і основи конструювання. Курсовий проект».

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.
5. Теоретична механіка / Під редакцією І. Кузьо. – Х.: Фоліо, 2017. – 780 с.
6. Теоретична механіка-1 [Електронний ресурс] : методичні вказівки для проведення практичних занять для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Губська, В. Ф. Кришталь, І. В. Янчевський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,01 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 108 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/20977>

Додаткова література:

7. Теоретична механіка: збірник задач: навч. посібник для студ. вищих навч. закл./ за ред. М. А. Павловського. – К.: Техніка, 2007. – 400 с.

8. Божидарнік В.В., Величко Л.Д. *Методика розв'язування і збірник задач з теоретичної механіки. Навчальний посібник.* – Луцьк: Надстиря, 2007. – 501 с.
9. Кузьо І., Зінько Я. *Збірник задач з теоретичної механіки. Частина І: Статика.* – Л.: Львівська політехніка, 2015. – 88 с.
10. Яскілка М.Б. *Збірник завдань для РГР з теоретичної механіки: Посібник.* – К.: Вища школа, 1999. – 351 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тема	Зміст навчального заняття	Кількість годин			
		Лекц.	Практ.	СРС	Разом
Тема 1. Статика					
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 статички.	2	2	2	6
1.2. Аксиоми «Статички», механічні в'язі	Механічні в'язі. Види механічних в'язей та їх реакції. Система збіжних сил	2	2	2	6
1.3. Момент сили. Пара сил.	Момент сили. Момент сили відносно точки/осі. Пара сил. Теорема про пару сил.	2	2	2	6
1.4. Гол. вектор і гол. момент. Теорема Пуансо.	Головний вектор та головний момент системи сил. Лема про паралельне перенесення сили. Основна теорема статички (теорема Пуансо). Залежність головного вектора та головного моменту від вибору центра зведень. Статичні інваріанти.	2	2	2	6
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	2	10
1.6. Розрахунок плоскої ферми	Основні означення. Методики визначення зусиль у стержнях простої ферми	2	2	2	6
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	2	10
1.8. Рівновага тіл з урахуванням тертя	Тертя ковзання. Кут тертя та конус тертя. Тертя кочення. Тертя нитки о циліндричну поверхню	2	2	2	6
Тема 2. Кінематика матеріальної точки					
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 призви-	4	4	2	10

	<i>дшенням</i>				
<i>2.2. Найпростіші рухи твердого тіла</i>	<i>Поступальний рух твердого тіла. Обертання тіла навколо нерухомої осі.</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>10</i>
<i>2.3. Складний рух матеріальної точки</i>	<i>Абсолютна швидкість/пришвидшення точки у складному русі. Пришвидшення Коріоліса. Приклади.</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>18</i>
<i>Розрахунково-графічна робота</i>				<i>7</i>	<i>7</i>
<i>Модульна контрольна робота</i>		<i>2</i>		<i>2</i>	<i>4</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>				<i>30</i>	<i>30</i>
		<i>Разом</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>63</i>
				<i>63</i>	<i>135</i>

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 [1-5].

Також передбачено виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) з використанням методичних рекомендацій [6] для закріплення набутих теоретичних знань. Зазначена РГР має бути оформлена на аркушах формату А4 з рамкою і підшита у вигляді звіту, на сторінках якого представлені розв'язки чотирьох індивідуальних домашніх завдань з аналізом отриманих результатів. Темі індивідуальних завдань та орієнтовні терміни їх здачі та захисту наступні:

- Завдання 1. "Рівновага просторової системи сил" - 6...7 тижні навчання;*
- Завдання 2. "Розрахунок плоскої ферми" – 9...10 тижні;*
- Завдання 3. "Найпростіші рухи твердого тіла " – 13...14 тижні;*
- Завдання 4. "Складний рух матеріальної точки" – 16...17 тижні.*

Номери персональних варіантів індивідуальних завдань і уточненні терміни їх здачі представлені у відповідних папках дистанційного курсу.

Приклад оформлення титульного аркушу зазначеного звіту зображено після розділу 9 даного силабусу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять не оцінюється, але фіксується в Google Classroom. Разом з тим студентам бажано відвідувати усі заняття, оскільки на них викладається теоретичний та практичний матеріал та розвиваються навички, необхідні, зокрема, для виконання РГР, написання МКР та підготовки до екзамену.

Заохочувальні бали та штрафні бали

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за неklasичний/оригінальний підхід до розв'язання індивідуального завдання, за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць. Кількість нарахованих заохочувальних балів залежить від отриманих результатів і не може перевищувати 10% від стартової шкали, тобто $75 \times 0,1 = +7,5$ балів.

Штрафні бали можуть бути нараховані за порушення термінів виконання індивідуальних завдань РГР та систематичний пропуск занять без поважної причини. Кількість штрафних балів не може перевищувати 10% від стартової шкали, тобто $75 \times 0,1 = -7,5$ балів.

Пропущені заняття

Пропущені заняття мають бути відпрацьовані самостійно з використанням наявних навчальних матеріалів, а за необхідності – з консультацією викладача. Пропущені контрольні заходи мають бути пройдені під час консультацій напередодні екзамену.

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. Частина 1. Статика» не передбачає її вивчення іноземною 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 – 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 РГР	28	7	4	28
2	Відповіді на практичних заняттях	14	6	2	12
3	Модульна контрольна робота	20	20	1	20
4	Екзамен	40	40	1	40
Разом					100

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Google Classroom або e-mail).

Поточний контроль: чотири індивідуальних завдання впродовж семестру (завдання РГР)

№ з/п	Індивідуальне завдання	%	Бал
1	Повністю виконане завдання з аналізом отриманого результату	85...100	6,0...7,0
2	Повністю виконане завдання із деякими зауваженнями до методики розв'язання	71...85	5,0...5,9
3	Завдання виконано, однак є суттєві помилки у методі розв'язання чи є зауваження до обраного підходу	66...70	4,6...4,9
4	Завдання виконано, однак містить принципові помилки у розв'язанні	60...65	4,2...4,5
5	Завдання не виконано	0	0
Максимальна кількість балів			7,0

Календарний рубіжний контроль.

В семестрі дві проміжні атестації студентів (далі – атестація). Метою проведення атестації є моніторинг виконання графіка освітнього процесу. Перша атестація проводиться на 8-му тижні навчання, а умовою отримання позитивної атестації на ній – поточний рейтинг не менший 15 балів. Друга атестація проводиться на 14-му 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 не повна або не правильна	35...59	7,0...11,9
Максимальна кількість балів			20

Семестровий контроль: екзамен

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

Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання усіх обов'язкових завдань РГР.
2. Стартовий рейтинг не менше 38 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою¹:

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. Детальніше: <https://document.kpi.ua/2022/НОН-228>

Додаткова інформація стосовно семестрового контролю

Екзаменаційний білет містить два теоретичні питання, одне з яких за темою 1 "Статика", а друге – за темою 2 "Кінематика матеріальної точки". Перелік усіх теоретичних питань наведений у розділі 9 даного Силабусу. Умови проведення екзамену оголошується напередодні встановленої дати, однак тривалість контролю не перевищуватиме 1,5 години. На екзамені студентам дозволяється впродовж короткого проміжку часу користуватись власним конспектом лекцій.

9. Додаткова інформація з дисципліни

Орієнтовний перелік теоретичних питань, що виноситься 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.*
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/пришвидження 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/пришвиджень точок ТТ при найпростіших його рухах.*
13. *Складний рух МТ. Абсолютний, відносний та переносний рухи МТ. Теорема про додавання швидкостей/пришвиджень МТ. Абсолютні, переносні та відносні швидкості/пришвидження МТ. Теорема Коріоліса, коріолісове пришвидження МТ. Способи визначення.*
14. *Приклади визначення абсолютного пришвидження МТ. Визначення кінематичних характеристик МТ при поступальному/обертальному переносному її русі.*

Додаток

<p style="text-align: center;"><i>Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Кафедра динаміки і міцності машин та опору матеріалів.</i></p> <p style="text-align: center;">РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА <i>з теоретичної механіки. Частина 1. Статика</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Виконав: ст. гр. МП-1 Петренко М.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Перевірів: доц. Шевченко В. П.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Київ 2023</i></p>
--

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол №10 від 01.06.22 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 11 від 29.08.2022 р.)