



ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА. Частина 3. Динаміка.

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>Динаміка і міцність машин</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3,5 кредитів (105 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>36 год. – лекцій, 36 год. – практичних занять, 33 год. – самостійна робота</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викла- дачів	Лектор: <i>к.ф.-м.н., доцент, Хорошев Костянтин Григорович, khoroshev.kostiantyn@lil.kpi.ua</i> Практичні: <i>к.ф.-м.н., доцент, Хорошев Костянтин Григорович, khoroshev.kostiantyn@lil.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=6381</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка» є третьою частиною загального курсу теоретичної механіки, яка складається з трьох частин. Тут вивчається побудова математичних моделей динаміки твердих тіл та механічних систем та методи їх аналізу. Попередніми частинами загального курсу є навчальні дисципліни «Теоретична механіка. Частина 1. Статика» та «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика».

Мета вивчення дисципліни «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка» полягає у формуванні в студентів сучасного інженерного мислення та системи знань у сфері механічної інженерії, виробленні вмінь та навичок моделювання динаміки твердих тіл та механічних систем, проведенні аналізу отриманих математичних моделей.

Об'єктом навчальної дисципліни є загальнопоширені в інженерній практиці інженерні споруди, механізми та машини та їх взаємодія з навколишнім середовищем.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є загальні закономірності механічної взаємодії та руху елементів інженерних споруд, механізмів та машин, що можна дослідити за допомогою теорем динаміки твердого тіла, динаміки механічних систем та аналітичної механіки.

Основне завдання дисципліни «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка» полягає у засвоєнні студентами навчального матеріалу, опанувавши який студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- розуміння основних теорем динаміки твердого тіла, динаміки механічних систем та аналітичної механіки;
- вміння створювати математичні моделі руху та механічної взаємодії об'єктів;
- розуміння та вміння аналізу математичних моделей руху та механічної взаємодії об'єктів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Теоретичної механіки. Частина 3. Динаміка» у студента будуть сформовані такі компетентності:

- здатність аналізувати структури механічних систем, проводити їх динамічний аналіз та визначати їх динамічні характеристики;
- здатність математично моделювати рух твердих тіл та механічних систем;
- здатність розв'язувати типові задачі динаміки твердого тіла, динаміки механічних систем та аналітичної механіки.

Таблиця 1. Програмні компетентності та результати навчання

Програмні компетентності (ФК) та результати навчання (РН) згідно освітньої програми	
ФК	<p>ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.</p> <p>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.</p> <p>ФК13. Здатність спроектувати обладнання для проведення експериментальних досліджень розробити робочу проектну й технічну документацію.</p> <p>ФК14. Здатність оптимізувати конструкцію устаткування, машини, агрегату, вузла, тощо з точки зору її міцності, надійності та вартості.</p> <p>ФК17. Здатність знаходити оптимальне конструкторське вирішення при проектуванні елементів будівельних конструкцій</p>
РН	<p>РН1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.</p> <p>РН5. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.</p> <p>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.</p> <p>РН23. Знання механіки матеріалів і конструкцій.</p> <p>РН26. Уміння синтезувати алгоритми вирішення науково-технічних завдань з використанням сучасних технічних і програмних інформаційних засобів реалізації підтримки наукової та технічної діяльності</p> <p>РН28. Уміння готувати вихідні дані для обґрунтування технічних рішень, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні елементів машинобудівних конструкцій</p>

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

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка» базується на знаннях та уміннях, які студенти отримують в результаті вивчення вищої математики, аналітичної алгебри та аналітичної геометрії. На знаннях та уміннях, які студенти отримують в результаті вивчення цієї дисципліни, базуються навчальні дисципліни інженерно-механічного спрямування: теорія механізмів і машин, механіка матеріалів та конструкцій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні теореми динаміки

Тема 1.1. Теореми про рух центра мас та зміну кількості руху системи точок.

Тема 1.2. Геометрія мас.

Тема 1.3. Теореми про зміну моменту кількості руху системи точок.

Тема 1.4. Теореми про зміну кінетичної енергії.

Тема 1.5. Теорія потенціального силового поля.

Розділ 2. Динаміка твердого тіла

Тема 2.1. Диференціальні рівняння найпростіших рухів твердого тіла.

Тема 2.2. Диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла.

Розділ 3. Принципи механіки. Елементи аналітичної механіки

Тема 3.1. Принцип Д'Аламбера для матеріальної точки та системи точок.

Тема 3.2 Принцип Лагранжа (принцип можливих переміщень).

Тема 3.3. Принцип Д'Аламбера- Лагранжа (загальне рівняння динаміки).

Тема 3.4. Рівняння Лагранжа II-го роду (рівняння руху механічних систем в узагальнених координатах).

Розділ 4. Додаткові питання теоретичної механіки

Тема 4.1. Наближена теорія удару.

Тема 4.2 Динаміка точки змінної маси.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Кузьо І.В. та ін. Теоретична механіка: підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл. – Харків: Фоліо, 2017. – 780 с.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
3. Теоретична механіка: Збірник задач: навч. посібник для студ. вищих навч. закл./ за ред. М. А. Павловського. К.: Техніка, 2007. – 400 с.

Допоміжна:

4. Лобас Л.Г., Лобас Людм. Г. Теоретична механіка: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів / Л.Г. Лобас, Людм.Г. Лобас. – К.: ДЕТУТ, 2008. – 406 с.
5. Яскілка М.Б. Збірник завдань для розрахунково-графічних робіт з теоретичної механіки. Посібник. - К.: Вища шк.: Веселка, 1999. – 351 с.
6. Глонь О.А. Основи теоретичної механіки. – К.: ВКД «Софія», 1997. – 144 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Таблиця 2. Структура навчальної дисципліни.

Тема	Контент	Кількість годин			
		Л	П	СРС	Σ
Розділ 1. Загальні теореми динаміки					
1.1. 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		6
1.2. Геометрія мас.	Моменти інерції механічної системи. Теорема про моменти інерції відносно паралельних осей (Теорема Гюйгенса—Штейнера). Моменти інерції деяких однорідних тіл.	2			2
1.3. Теореми про зміну моменту кількості руху системи точок.	Момент кількості руху. Кінетичний момент. Теорема про зміну кінетичного моменту в диференціальній/інтегральній формі	4	4		8
1.4. Теореми про зміну кінетичної енергії	Кінетична енергія точки та системи точок. Робота системи сил. Потужність. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок. Теорема Кьоніга.	6	4		10
1.5. Теорія потенціального силового поля	Силове поле. Потенціальне силове поле. Силова функція. Еквіпотенціальні поверхні. Потенціальна енергія. Теорема про зміну повної механічної енергії.	2			2
Розділ 2. Динаміка твердого тіла					
2.1. Диференціальні рівняння найпростіших рухів твердого тіла.	Основні задачі динаміки твердого тіла. Диференціальні рівняння поступального руху твердого тіла. Диференціальні рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі. Фізичний маятник. Методи визначення моментів інерції тіл.	4	2		6
2.2. Диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла.	Диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла	2	2		4
Розділ 3. Принципи механіки. Елементи аналітичної механіки					
3.1. Принцип Д'Аламбера для системи точок	Принцип Д'Аламбера для системи точок. Головний вектор та головний момент сил інерції системи матеріальних точок. Приклади.	2	4		6
3.2. Принцип Лагранжа	Дійсні та можливі переміщення. Ідеальна в'язь. Принцип можливих переміщень. Приклади.	2	2		4

Тема	Контент	Кількість годин			
		Л	П	СРС	Σ
3.3.Принцип Д'Аламбера-Лагранжа	Основні положення. Загальне рівняння динаміки. Приклади.	2	2		4
3.4. Рівняння Лагранжа II-го роду	Узагальнені координати. Узагальнені сили. Узагальнені умови рівноваги. Рівняння Лагранжа II-го роду.	4	4		8
Розділ 4. Додаткові питання теоретичної механіки					
3.1. Елементарна теорія удару.	Удар. Основні визначення. Гіпотеза Ньютона. Прямий центральний удар двох куль. Теорема Остроградського-Карно. Фізичний маятник під дією удару. Центр удару	2	2		4
3.2. Динаміка поступального руху тіла змінної маси.	Динаміка тіла змінної маси. Рівняння Мещерського. Перша та друга задачі Ціолковського.	2			2
Поточні контрольні заходи.	Розрахунково-графічна робота (РГР)			16	16
	Модульна контрольна робота (МКР)		4	7	11
	Тестування			4	4
Залік			2	6	8
Разом:		36	36	33	105

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає самостійне вивчення теоретичного матеріалу, викладеного у літературних джерелах, виконання домашніх завдань з метою підготовки до контрольних заходів, а також, виконання індивідуального завдання (РГР) та складання тестувань.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, згідно *Правил внутрішнього розпорядку Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»* (<https://kpi.ua/admin-rule>) студенти зобов'язані відвідувати заняття.

Правила поведінки на заняттях та контрольних заходах

На аудиторних заняттях (лекціях чи практичних заняттях) вітається активна участь студентів та вимагається відключення електронних пристроїв, якщо це не передбачено планом проведення занять.

На контрольному заході використання літературних джерел регламентується викладачем. Заборонено використовувати електронні пристрої, якщо не передбачено планом проведення контрольного заходу.

При проведенні контрольного заходу в дистанційній формі студент зобов'язаний мати можливість відеофіксації своїх дій.

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>.

Правила призначення штрафних та заохочувальних балів

Заохочувальні та штрафні бали не передбачені.

Пропущені контрольні заходи, правила дедлайнів та перескладань

Всі види контрольних заходів прописані в розділі 8.

Поточні контрольні заходи можуть бути оцінені до початку заняття, на якому оголошено проведення заліку. Оцінювання робіт після проведення заліку рейтинговою системою оцінювання не регламентується.

Перескладати поточний контрольний захід дозволяється лише у випадку, якщо він оцінений на 0 балів. Оцінка перескладеного контрольного заходу не може перевищувати 60% від максимально можливої оцінки за цей контрольний захід.

Вплив порушення дедлайнів виконання поточних контрольних заходів на оцінювання закладений в рейтингову систему оцінювання.

Кожна частина МКР проводиться на практичному занятті. Для студентів, що були відсутні на занятті, на якому заплановано проведення частини МКР, викладач організовує додаткові можливості для складання цього контрольного заходу. Кількість таких додаткових контрольних заходів регламентується викладачем.

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>.

Навчання іноземною мовою

Навчальна дисципліна не передбачає її вивчення англійською мовою.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна 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

Поточний контроль. З метою діагностики залишкових знань та умінь студентів за окремими темами та розділами є контрольні заходи у вигляді індивідуального завдання (РГР), що складається з 4 задач, модульної контрольні роботи, виконання якої розбивається на 2 частини, та 2 тестувань.

РГР спрямоване на перевірку наявності теоретичних знань та практичних вмінь, набутих в процесі навчання після ключових тем та охоплюють їх основні поняття. Кожна задача РГР, а також, вимоги до звіту, змісту роботи та термін виконання, видаються протягом семестру на практичному занятті після опрацювання відповідного ключового питання. Перелік задач РГР:

- 1) застосування теореми про зміну кінетичного моменту для визначення кутової швидкості твердого тіла;

- 2) застосування теореми про зміну кінетичної енергії для вивчення руху механічної системи;
- 3) застосування загального рівняння динаміки до дослідження руху механічної системи;
- 4) застосування рівнянь Лагранжа II-го роду для вивчення руху механічної системи.

Основне завдання МКР є діагностика практичних умінь та навичок. Кожна частина МКР складається з завдання або з типових задач, приклад яких розібраний на одному з попередніх занять. МКР проводиться на практичних заняттях у формі, що визначається викладачем. Тривалість проведення кожної частини МКР визначається викладачем. Теми, що виносяться на МКР:

- 1) диференціальні рівняння твердого тіла;
- 2) застосування загального рівняння статички для визначення реакцій в'язей складеної конструкції.

Тестування спрямоване на перевірку наявності знань лекційного матеріалу та практичних навичок, набутих в процесі навчання після ключових тем та охоплюють їх основні поняття. Тестування проводяться у вигляді онлайн-тестів та забезпечуються сервісом <https://do.ipk.kpi.ua>. Кожен тест складається з 10 питань. Тривалість одного тесту – 45 хвилин. Тест проводиться після проходження матеріалів розділу 1 та розділів 2-3.

Календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша та друга атестація проводиться на 8-му та 14-му тижнях навчання, а умовою отримання позитивної атестації – стартовий рейтинг від 60% від максимально можливого на час атестації.

Семестровий контроль – залік у вигляді залікової контрольної роботи, що складається з одного теоретичного питання відповідно до змісту дисципліни (дивись розділ 3) та одного практичного питання, приклад якого розглядався на практичному занятті. Форма проведення – усна. Проводиться на останньому практичному занятті. Тривалість – 2 академічні години.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтингова оцінка студента з навчальної дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- а) виконання 4 задач РГР;
- б) виконання 2 частин МКР;
- в) складання 2 тестувань.

Кожна задача РГР оцінюється по трьох параметрах: зміст роботи, час виконання та форма звітності. Критерії оцінювання та умови зарахування задачі наведені в таблиці 3:

Таблиця 3. Критерії оцінювання задачі РГР

Параметри оцінювання	Відповідність вимогам	Кількість балів
Зміст роботи	Повне, безпомилкове розв'язування задачі, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується задачі	10
	Повне розв'язування задачі з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується задачі	8-9
	Завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані неповні знання, що стосується задачі	6-7
	Задача не розв'язана або на усному захисті продемонстрована повна відсутність знань, що стосується задачі	0
Час	Робота виконана та надана на перевірку ДО призначеного викладачем	4

виконання	дедлайну по задачі	
	Робота виконана та надана на перевірку ПІСЛЯ призначеного викладачем дедлайну по задачі	0
Форма звітності	Форма виконання задачі повністю відповідає вимогам	1
	Задача виконана з незначними порушеннями вимог оформлення	0
Максимально можлива оцінка:		15
Умови зарахування задачі: задача виконана з незначними порушеннями вимог оформлення, оцінка складає від 9 балів.		

Кожна частина МКР оцінюється по двох параметрах: зміст роботи та форма звітності. Критерії оцінювання та умови зарахування частини МКР наведені в таблиці 4:

Таблиця 4. Критерії оцінювання частини МКР

Параметри оцінювання	Відповідність вимогам	Кількість балів
Зміст роботи	Повне, безпомилкове розв'язування завдання	9
	Повне розв'язування завдання з незначними неточностями	7-8
	Завдання виконане з певними суттєвими недоліками	5-6
	Завдання не розв'язане	0
Форма звітності	Форма виконання задачі повністю відповідає вимогам	1
	Завдання виконане з незначними порушеннями вимог оформлення	0
Максимально можлива оцінка:		10
Умови зарахування задачі: завдання виконане з незначними порушеннями вимог оформлення, оцінка складає від 6 балів.		

Критерії нарахування балів за виконання кожного тесту. Кожне тестове питання, на яке дано правильну відповідь, оцінюються у 1 балів. Тест вважається зарахованим, якщо набрано від 6 балів. Максимально можлива оцінка за тест складає 10 балів.

Семестровий рейтинг за умови допуску до заліку (сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру) переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею 5. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх задач РГР та однієї частини МКР, а також, семестровий рейтинг від 36 балів.

Таблиця 5. Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за університетською шкалою за освітнім компонентом
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Якщо семестровий рейтинг менший за 60 або студент хоче підвищити свій семестровий рейтинг, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі семестровий рейтинг є сумою балів за виконання РГР та залікової контрольної роботи. Він переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею 5.

Критерії нарахування балів за виконання семестрового контролю (залік). Максимально можлива оцінка складає 40 балів. Кожне запитання (завдання) оцінюється за змістом виконання роботи за критеріями, наведеними в таблиці 5:

Таблиця 6. Критерії оцінювання одного завдання залікової контрольної роботи

Параметри оцінювання	Відповідність вимогам	Кількість балів
Зміст роботи	Повне, безпомилкове розкриття теми теоретичного питання або розв'язування задачі, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується завдання	19-20
	Повне розкриття теми теоретичного питання або розв'язування задачі з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується завдання	15-18
	Завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані неповні знання, що стосується завдання	12-14
	Завдання не виконано або захисті продемонстрована повна відсутність знань, що стосується задачі	0
Максимально можлива оцінка:		20

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів Хорошевим Костянтином Григоровичем

Ухвалено кафедрою кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 16 від 24.06.2024р.)

Погоджено Методичною комісією Навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (протокол № 11 від 28.06.2024р.)