



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 виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин (5 кредитів) 36 годин – лекції; 36 годин – практичні; 78 годин – СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Канд. техн. наук, доцент, Можаровська Тамара Миколаївна, e-mail : tn131954@gmail.com</i>
Профіль викладача	
Розміщення курсу	

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 малих коливань.

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

Результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Теоретична механіка – 2» студенти мають продемонструвати наступне:

Програмні результати навчання:

- РН14 Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів;

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.
- ФК12. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.
- ФК13. Здатність враховувати економічні та управлінські аспекти виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетнокосмічної техніки у професійній діяльності.
- ФК14 Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічній техніки.
- ФК15. Здатність оперативно аналізувати питання, які виникають в процесі виробництва механічних конструкцій та їх елементів, оперативно вносити необхідні виправлення в технічну документацію.
- ФК16. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

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 «Вища математика», «Загальна фізика», «Інженерна та комп'ютерна графіка».

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

У дисципліні знайшли відображення сучасні питання 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», «Механіка рідини та газу», «Гідравліка».

3. Зміст навчальної дисципліни

Результати навчання, контрольні заходи та терміни їх виконання оголошуються студентам на першій лекції.

Навчальна дисципліна складається з двох розділів: "Кінематика твердого тіла" і "Динаміка матеріальної точки". В розділі «Кінематика твердого тіла» вивчаються геометричні властивості складних рухів матеріальних тіл без урахування їх інерційних характеристик та сил, що обумовлюють ці рухи. В розділі «Динаміка матеріальної точки» викладені математичні моделі простих законів руху матеріальної точки, представлені методи розв'язання відповідних диференціальних рівнянь та їх систем.

Тема 1. Кінематика твердого тіла

- 1.1. Плоскопарарельний рух
- 1.2. Сферичний рух
- 1.3. Складний рух

Тема 2. Динаміка матеріальної точки

- 2.1. Динаміка вільної матеріальної точки
- 2.2. Динаміка невільної матеріальної точки
- 2.3. Вільні коливання матеріальної точки
- 2.4. Вимушені коливання матеріальної точки
- 2.5. Динаміка відносного руху 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.

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. Божидарнік В.В., Величко Л.Д. Методика розв'язування і збірник задач з теоретичної механіки. Навчальний посібник. – Луцьк: Надстиря, 2007. – 501 с.

3. Кузьо І., Зінько Я., Дзюбик Л. Збірник задач з теоретичної механіки. Частина II: Кінематика. – Л.: Львівська політехніка, 2017. – 92 с.
4. Яскілка М.Б. Збірник завдань для РГР з теоретичної механіки: Посібник. – К.: Вища школа, 1999. – 351 с.
5. Теоретична механіка-2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка [Електр]/ Уклад.: Кириченко В.В., Кришталь В.Ф., Янчевський І. В. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 108 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тема	Зміст навчального заняття	Кількість годин			
		Лекц.	Практ.	СРС	Разом
Тема 1. Кінематика твердого тіла					
1.1. Плоскопаралельний рух	Кінематичний закон плоскопаралельного руху тіла. Розподіл швидкостей / пришвидшень точок плоскої фігури. Способи визначення миттєвого центра швидкостей / пришвидшень. Теорема Пуансо. План швидкостей/пришвидшень.	6	6	6	18
1.2. Сферичний рух	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	6	6	6	18
1.3. Складний рух	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	4	6	14
Тема 2. Динаміка матеріальної точки					
2.1. Динаміка вільної матеріальної точки	Вступ. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки МТ. Пряма/Обернена задача динаміки МТ.	4	4	4	12
2.2. Динаміка невільної матеріальної точки	Динамічне рівняння руху невільної матеріальної точки. Типи в'язей та їх рівняння. Принцип д'Аламбера для МТ.	4	4	4	12
2.3. Вільні коливання матеріальної точки	Класифікація коливань. Вільні коливання матеріальної точки без/з урахуванням сили опору. Період та амплітуда вільних коливань.	4	4	4	12
2.4. Вимушені коливання матеріальної точки	Вимушені коливання без/з врахуванням сил опору. Явище биття.	4	4	4	12

2.5. Динаміка відносно-го руху матеріальної точки	Закон відносного руху точки. Окремі випадки відносного руху точки. Умови відносного спокою. Принцип відносності класичної динаміки.	4	2	4	10
Розрахунково-графічна робота				6	6
Модульна контрольна робота			2	4	6
Підготовка до екзамену				30	30
Разом		36	36	78	150

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], та виконання з врахуванням рекомендацій викладача розрахунково-графічної роботи для закріплення набутих знань. Зазначене завдання має бути оформлене у вигляді 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. Однак студентам бажано 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	
<i>Критерій</i>	<i>Ваговий бал</i>	<i>Критерій</i>	<i>Ваговий бал</i>
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	+5	Відсутність конспекту, систематична відсутність на	-5

на усіх лекційних заняттях		заняттях	
----------------------------	--	----------	--

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

Пропущені контрольні заходи можуть бути проведені 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 – 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 індивідуального завдання (РГР)	30	30	1	30
2	Відповіді на практичних заняттях	21	7	3	21
3	Модульна контрольна робота	24	24	1	24
4	Екзамен	25	25	1	25
				Разом	100

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

Поточний контроль: Розрахунково-графічна робота

№ з/п	Індивідуальне завдання	%	Бал
1	Повністю виконане завдання з аналізом отриманого результату	86...100	20-30
2	Повністю виконане завдання із деякими зауваженнями до методики розв'язання	71...85	10-19
3	Завдання виконано, однак є суттєві помилки у методі розв'язання чи є зауваження до обраного підходу	60...70	5-9
4	Завдання виконано, однак містить принципові помилки у розв'язанні	36...59	2-4
5	Завдання не виконано	0	0
Максимальна кількість балів			30

Календарний рубіжний контроль.

В семестрі дві проміжні атестації студентів (далі – атестація). Метою проведення атестації є моніторинг виконання графіка освітнього процесу¹. Перша атестація проводиться на 8му тижні навчання, а умовою отримання позитивної атестації на ній – поточний рейтинг не менший 8 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 для дослідження кінематики твердого тіла та динаміки матеріальної точки. Тривалість МКР – дві академічні години (одне практичне заняття) і проводиться з наступних тем:

1. Тема 1.1 «Плоскопаралельний рух».
2. Тема 1.3 «Метод зупинення»
3. Тема 2.2 «Принцип Д'Аламбера»

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Бал
1	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	91...100	22-24
2	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	76...90	19-21
3	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60...75	14-18
4	Відповідь відсутня або не правильна	0	0
Максимальна кількість балів			24

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

Умови допуску до семестрового контролю:

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

1. Поточний рейтинг $RD \geq 38$;
2. Виконання РГР та МКР
3. Відвідування не менше 60% лекційних та практичних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою²:

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 виноситься на екзамен, наведений нижче:

1. Означення плоско-паралельного руху (п.п.р.) ТТ. Плоска фігура. Кінематичні рівняння п.п.р. Сформулювати та довести теорему про розподіл швидкостей/пришвидшень точок ТТ при п.п.р.. Сформулювати теорему Грасгофа. Вказати властивості складових відносного пришвидшення точки ТТ.
2. Дати означення для миттєвого центру швидкостей/пришвидшень (МЦШ/МЦП). Способи знаходження МЦШ/МЦП. Центроїди, теорема про центроїди. Приклади визначення швидкостей/пришвидшень точок плоского механізму методом МЦШ/МЦП.
3. Дати означення для плану швидкостей/пришвидшень (ПШ/ПП). Теорема подоби для ПШ/ПП. Приклади визначення швидкостей/пришвидшень точок плоского механізму методом планів.
4. Означення сферичного руху (с.р.) ТТ. Кінематичні рівняння с.р. ТТ. Вказати послідовність і назви кутів Ейлера. Матриця перетворення координат (матриця повороту). Визначення елементів матриці у випадку с.р. ТТ.
5. *Визначення швидкості та пришвидшення точок ТТ у випадку с.р. координатним способом.

² 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. *Миттєва вісь обертання, рівняння осі. Кутова швидкість ТТ при с.р., її модуль. Визначити одну проекцію кутової швидкості ТТ при с.р. та кутового пришвидшення за кінематичними рівняннями Ейлера.
7. *Розподіл швидкостей та пришвидшень точок ТТ при с.р.. Аксоїди, теорема про аксоїди. Теорема Грасгофа. Теорема про вектор кутової швидкості ТТ.
8. Означення складного руху ТТ. Сформулювати та довести теореми про додавання: а) поступальних рухів ТТ; б) обертальних рухів ТТ навколо перетинних осей; в) обертальних рухів ТТ навколо паралельних осей (три випадки); г) обертального та поступального рухів ТТ (три випадки). Дати означення поняттям «пара обертань», «момент пари обертань», «плече пари обертань», «кінематичний гвинт».
9. Рядні зубчасті передачі, сателітні/планетарні механізми (п.м.). Передатне відношення багатоступінчастих зубчастих передач. *Метод уявної зупинки. Визначення передатного відношення сателітних механізмів аналітичним та графічним способами.
10. Динаміка. Основні визначення розділу. Сформулювати закони Ньютона та закон незалежності дії сил. Записати основне рівняння динаміки вільної/невільної МТ у координатній та натуральній формах. Сформулювати змісти 1ої та 2ої задач динаміки МТ. Інтегралі рівнянь руху МТ. Початкові умови.
11. Вивести диференціальне рівняння вільних малих коливань МТ без урахування сил тертя/з урахуванням сили опору середовища. Вид його розв'язку (при $h=0$; $h<\omega_0$; $h=\omega_0$; $h>\omega_0$). Визначення сталих інтегрування. Побудувати графіки. Логарифмічний декремент коливань.
12. Диференціальне рівняння вимушених малих коливань МТ без урахування сил тертя/з урахуванням сили опору середовища. Вид його розв'язку (при $p\neq\omega_0$; $p=\omega_0$ і $h<\omega_0$; $p=\omega_0$ і $h>\omega_0$). Визначити сталі інтегрування. Побудувати графіки. Явище биття. Перехідний процес та усталені коливання. Коефіцієнт динамічності.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

доцент каф. динаміки і міцності машин та опору матеріалів
кандидат технічних наук Тамара МОЖАРОВСЬКА

Ухвалено кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 6 від 23/06/2022 р.)

Погоджено Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол № 12 від 24/06/2022 р.)³

³ Шаблон си́лабусу погоджено методичною радою Університету