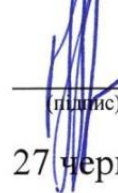


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства
та роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1



Сергій Нижник
(ініціали та прізвище)

27 червня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА ТА ТЕОРІЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ (КП)
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»,
14 «Електрична інженерія»,
27 «Транспорт».

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка», 133 «Машинобудування»,
134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»,
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика»,
272 Авіаційний транспорт.

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: 131 «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси», «Динаміка і міцність машин», «Комп'ютерне моделювання механічних процесів»,
133 «Комп'ютерний інжиніринг»,
134 «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки», «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Ракетно-космічна техніка»
141 «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»
142 «Газотурбінні установки і компресорні станції»,
144 «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»
272 «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Робоча програма дисципліни «Теоретична механіка та теорія механізмів і машин (КП)»
« 27 » червня 2024 р., - 11 с.

Розробники:

Ольга КЛАДОВА, доцент каф. 202, к.т.н., доцент _____ 

Тетяна ГЕРЕШ, ст. викладач каф. 202 _____ 
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №202 - теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 27 » червня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.О. Баранов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 2	Галузь знань 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 27 «Транспорт». Спеціальність 131 «Прикладна механіка», 133 «Машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 272 Авіаційний транспорт. Освітня програма 131 «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси», «Динаміка і міцність машин», «Комп'ютерне моделювання механічних процесів», 133 «Комп'ютерний інжиніринг», 134 «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки», «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Ракетно-космічна техніка» 141 «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» 142 «Газотурбінні установки і компресорні станції», 144 «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем» 272 «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки – дисципліни загально професійної підготовки студента
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Індивідуальне завдання (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 32/60		4-й
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента –1,75		Практичні, семінарські ¹⁾
		32 години
		Лабораторні
	Самостійна робота	
	28 години	
	Вид контролю	
	Модульний контроль, диференційний залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – $(32/28) = 1,14$.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — вивчення методів дослідження властивостей механізмів і машин, проектування важільних і зубчастих механізмів.

Завдання — надбання знань і умінь для проектування вузлів машинобудування.

Курсовий проект оформляють у вигляді розрахунково-пояснювальної записки (40...50 сторінок рукописного або друкованого тексту формату А4) та графічної частини, яка складається з чотирьох аркушів — перший формату А1, другий формату А1 або А2 і інші формату А3 або А4.

До складу розрахунково-пояснювальної записки входять: титульний аркуш, технічне завдання на курсове проектування, зміст, вступ, основна частина, висновок, список використаної літератури. Основна частина складається з трьох розділів. Кожен розділ має містити формулювання задачі, вихідні дані, всі розрахунки, що виконані при проектуванні, з короткими поясненнями. В разі необхідності розрахунки повинні супроводжуватися схемами, рисунками та посиланнями на відповідні графічні аркуші.

Графічна частина оформлюється відповідно до вимог стандартів ЄСКД та ДСТУ з врахуванням вимог специфіки курсового проекту.

Курсовий проект є самостійною роботою студента під керівництвом викладача.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Визначеність та наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

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

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі за наявності деякої невизначеності.

ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні моделі 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.

ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК10 Здатність описати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Очікувані результати навчання:

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

РН3. Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;

РН4. Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

РН5. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.

Пререквізити – «Теоретична механіка та теорія машин і механізмів», «Механіка матеріалів та конструкцій»

Кореквізити – «Геометричне моделювання та графічні інформаційні технології», «Технології конструкційних матеріалів».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія механізмів та машин».

Змістовний модуль 1. Проектування важільного механізму.

Тема 1. Структурний аналіз важільного механізму.

Видача завдання. Аналіз працездатності схеми. Виконання структурного аналізу важільного механізму заданої схеми.

Тема 2. Геометричний синтез важільного механізму.

Умови синтезу важільних механізмів з нижчими кінематичними парами. Визначення дійсних розмірів ланок механізму, що проектується. Синтез типових важільних механізмів з урахуванням кінематичних і динамічних критеріїв.

Тема 3. Дослідження кінематики важільного механізму.

Вибір методу дослідження кінематики важільного механізму (аналітичний або векторно-графічний). Побудова суміщених планів важільного механізму. Запис векторних рівнянь для визначення швидкостей та прискорень окремих точок і ланок важільного механізму. Визначення аналогів швидкостей та прискорень важільного механізму.

Тема 4. Визначення зовнішніх сил, прикладених до ланок важільного механізму.

Завдання законів дії рушійних і корисного опору сил. Поняття потрібної рушійної сили і потрібного рушійного моменту. Знаходження рушійних сил. Метод жорсткого важеля Жуковського.

Тема 5. Визначення роботи сил механізму і кінетичної енергії.

Метод кінематичних діаграм. Знаходження роботи сили за її графіком. Урахування тертя. Сумарна робота. Знаходження кінетичної енергії механізму.

Тема 6. Динамічна модель важільного механізму і дослідження її руху.

Вибір ланки або точки зведення. Визначення маси і моменту інерції ланок механізму. Зведення мас і моментів інерції. Зведення сил і моментів сил, що діють на ланки механізму. Побудова рівняння руху динамічної моделі. Енергетична та диференціальні форми запису рівняння руху динамічної моделі. Знаходження рішення рівняння руху динамічної моделі важільного механізму. Аналітичний і графічний методи рішення рівняння руху динамічної моделі важільного механізму.

Тема 7. Динамічний синтез параметрів руху важільного механізму.

Визначення закону зміни кінетичної енергії важільного механізму. Методи дослідження руху важільного механізму. Нерівномірність і регулювання руху механізмів. Визначення моменту інерції махового колеса. Встановлення дійсного закону руху динамічної моделі важільного механізму. Находження дійсних швидкостей та прискорень окремих точок і ланок важільного механізму. Визначення нерівномірності і часу руху механізму.

Тема 8. Визначення дійсного руху важільного механізму.

Находження дійсних швидкостей та прискорень окремих точок і ланок важільного механізму. Визначення нерівномірності і часу руху механізму.

Тема 9. Силовий розрахунок важільного механізму.

Сили, що діють на ланки важільного механізму. Умова статичної визначеності плоских кінематичних ланцюгів. Кінетостатичний аналіз важільного механізму. Методи виконання силового розрахунку. Графоаналітичний метод Бруєвіча. Силовий розрахунок структурних груп Ассура 2-го класу. Силовий розрахунок механізму 1-го класу.

Модульний контроль.

Оформлення першого розділу розрахунково-пояснювальної записки. Оформлення перших двох аркушів графічної частини. Захист першого розділу курсового проекту.

Змістовий модуль 2. Проектування складного зубчастого механізму з циліндричними колесами.

Тема 1. Синтез складного зубчастого механізму.

Аналіз схеми складного зубчастого механізму з планетарної частиною. Умови синтезу простих планетарних механізмів. Умова забезпечення заданого передаточного відношення. Умова співвісності. Умова сусідства сателітів. Умова складання. Умова відсутності підрізу. Умови відсутності заклинювання. Підбір кількості зубців простих планетарних механізмів. Підбір кількості зубців простих механізмів. Оптимальні умови синтезу.

Тема 2. Графічне дослідження кінематики складного зубчастого механізму.

Побудова планів лінійних та кутових швидкостей простих зубчастих механізмів з нерухомими осями. Побудова планів лінійних та кутових швидкостей простих планетарних механізмів. Графічний метод визначення передаточного відношення складного зубчастого механізму.

Тема 3. Якісні показники евольвентного зубчастого зачеплення.

Види якісних показників зачеплення евольвентних зубчастих коліс. Коефіцієнт торцевого перекриття. Коефіцієнти питомого ковзання. Коефіцієнт питомого тиску.

Тема 4. Оптимальний синтез евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.

Методи добору коефіцієнтів зміщення, що задовольняють певним параметрам зубчастого зачеплення. Оптимальні умови добору коефіцієнтів зміщення. Блокуючі контури. Визначення параметрів геометрії зачеплення.

Тема 5. Геометрія зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.

Визначення остаточних геометричних параметрів для оптимізованої пари зубчастих коліс за певними умовами.

Модульний контроль

Оформлення другого та третього розділів розрахунково-пояснювальної записки. Оформлення третього та четвертого аркушів графічної частини. Захист другого та третього розділів курсового проекту.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1.Проектування важільного механізму.					
Тема 1. Структурний аналіз важільного механізму.	4	—	2	—	2
Тема 2. Геометричний синтез важільного механізму.	4	—	2	—	2
Тема 3. Дослідження кінематики важільного механізму.	4	—	2	—	2
Тема 4. Визначення зовнішніх сил, прикладених до ланок важільного механізму	4	—	2	—	2
Тема 5. Визначення роботи сил механізму і кінетичної енергії.	4	—	2	—	2
Тема 6. Динамічна модель важільного механізму і дослідження її руху.	4	—	2	—	2
Тема 7. Динамічний синтез параметрів руху важільного механізму.	4	—	2	—	2
Тема 8. Визначення дійсного руху важільного механізму.	4	—	2	—	2

Тема 9. Силловий розрахунок важільного механізму.	4	–	2	–	2
Модульний контроль	2	–	2	–	–
Разом за змістовним модулем 1	38	–	20	–	18
Змістовний модуль 2.Проектування складного зубчастого механізму з циліндричними колесами.					
Тема 1. Синтез складного зубчастого механізму.	4	–	2	–	2
Тема 2. Графічне дослідження кінематики складного зубчастого механізму.	4	–	2	–	2
Тема 3. Якісні показники евольвентного зубчастого зачеплення.	4	–	2	–	2
Тема 4. Оптимальний синтез евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	4	–	2	–	2
Тема 5. Геометрія зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	4	–	2	–	2
Модульний контроль	2	–	2	–	–
Разом за змістовним модулем 2	22	–	12	–	10
Усього годин за модулем 1	60	–	32	–	28
Індивідуальне завдання	–	–	–	–	–
Контрольний захід	–	–	–	–	–
Усього годин	60	–	32	–	28

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структурний аналіз важільного механізму.	2
2	Геометричний синтез важільного механізму.	2
3	Дослідження кінематики важільного механізму.	2
4	Визначення зовнішніх сил, прикладених до ланок важільного механізму	2
5	Визначення роботи сил механізму і кінетичної енергії.	2
6	Динамічна модель важільного механізму і дослідження її руху.	2
7	Динамічний синтез параметрів руху і визначення дійсного руху важільного механізму.	2
8	Визначення дійсного руху важільного механізму.	2
9	Силловий розрахунок важільного механізму.	2
10	Модульний контроль. Захист першої частини КП.	2
11	Синтез складного зубчастого механізму.	2
12	Графічне дослідження кінематики складного зубчастого механізму.	2
13	Якісні показники евольвентного зубчастого зачеплення.	2
14	Оптимальний синтез евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	2
15	Геометрія евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	2
16	Модульний контроль. Захист другої та третьої частин КП.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структурний аналіз важільного механізму.	2
2	Геометричний синтез важільного механізму.	2
3	Дослідження кінематики важільного механізму.	2
4	Визначення зовнішніх сил, прикладених до ланок важільного механізму	2
5	Визначення роботи сил механізму і кінетичної енергії.	2
6	Динамічна модель важільного механізму і дослідження її руху.	2
7	Динамічний синтез параметрів руху важільного механізму.	2
8	Визначення дійсного руху важільного механізму.	2
9	Силовий розрахунок важільного механізму.	2
10	Синтез складного зубчастого механізму.	2
11	Графічне дослідження кінематики складного зубчастого механізму.	2
12	Якісні показники евольвентного зубчастого зачеплення.	2
13	Оптимальний синтез евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	2
14	Геометрія зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.	2
	Разом	28

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

10. Методи навчання

Проведення практичних занять, виконання курсового проекту під керівництвом викладача, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники)

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю за підрозділами виконання курсового проекту, модульний контроль за розділами виконання курсового проекту, фінальний контроль у вигляді диференційного заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти(кількісні критерії оцінювання).

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Розділ 1			
Виконання підрозділу 1.1.Тема 1	0...3	1	0...3
Виконання підрозділу 1.2. Тема 2	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.3. Тема 3	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.4. Тема 4	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.5. Тема 5	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.6. Тема 6	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.7.Тема 7	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.8. Тема 8	0...4	1	0...4
Виконання підрозділу 1.9. Тема 9	0...4	1	0...4
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Змістовний модуль 2			
Розділ 2			
Виконання підрозділу 2. Тема 1	0...3	1	0...3
Виконання підрозділу 2. Тема 2	0...3		0...3
Розділ 3			
Виконання підрозділу 3. Тема 3	0...3	1	0...3
Виконання підрозділу 3. Тема 4	0...3		0...3
Виконання підрозділу 3. Тема 5	0...3		0...3
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Всього за семестр			0...100

Поточний контроль у вигляді диференційного заліку проводиться у разі своєчасного виконання курсового проекту. При складанні диференційного заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Семестровий контроль у вигляді диференційного заліку проводиться у разі, якщо студент виконав не менше 60 відсотків кожного розділу курсового проекту, а також у разі відмови студента від балів поточного контролю. Максимальна кількість балів залежить від об'єму виконання частин курсового проекту.

12.2. Якісні критерії оцінювання.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- 1) призначення механізму, що проектується;
- 2) послідовність виконання структурного синтезу важільного механізму;
- 3) основи аналітичного та графоаналітичного методів дослідження кінематики важільного механізму;
- 4) види динамічних моделей, що застосовуються при дослідженні руху важільного механізму;
- 5) параметри руху важільного механізму;
- 6) час спрацьовування механізму та основи методів його знаходження;
- 7) основи методів силового аналізу важільних механізмів;
- 8) умови існування планетарного зубчастого механізму;
- 9) критерії оптимального синтезу зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення;

10) якісні критерії евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- 1) виконувати геометричний синтез важільного механізму;
- 2) знаходити швидкості окремих точок та ланок механізму;
- 3) будувати динамічну модель, що застосовуються при дослідженні руху важільного механізму;
- 4) знаходити дійсний закон руху важільного механізму;
- 5) знаходити час спрацьовування важільного механізму;
- 6) виконувати силовий розрахунок важільних механізмів;
- 7) виконувати синтез простих планетарних механізмів;
- 8) задавати оптимальні коефіцієнти зміщення евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення;
- 9) оформлювати розрахунково-пояснювальну записку та аркуші графічної частини відповідно до вимог стандартів ЄСКД та ДСТУ.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно (60-74). Виконати не менше 60 відсотків кожного з трьох розділів курсового проекту. Показати мінімум знань та умінь. Бути присутнім не менше ніж на половині практичних занять.

Добре (75-89). Виконати весь курсовий проект. Твердо знати мінімум. Одержати на модульному контролі не менше ніж 10 балів. Бути присутнім не менше ніж на 70 відсотках практичних занять.

Відмінно (90-100). Виконати весь курсовий проект. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Одержати на модульному контролі не менше ніж 15 балів. Бути присутнім не менше ніж на 90 відсотках практичних занять.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту:

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до <u>25</u>	до <u>25</u>	до <u>50</u>	100

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Динаміка механізмів: навч. посіб. / В. О. Меньшиков, В. В. Усик. – Харків: ХАІ, 2016. – 88 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Menshukov_Dunamika_Mehanizmov.pdf

2. Курс теорії механізмів і машин: навч. посіб. / В. В. Усик, В. О. Меньшиков. - Харків: ХАІ, 2019. – 320 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/Knigi/Usik_Kurs_Teoriyi.pdf

3. Синтез чисел зуб'їв планетарних механізмів : навч. посіб. / Ю. Г. Король, О. Ю. Кладова, В. М. Павленко. – Харків: ХАІ, 2004. – 54 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2004/Sintez_chisel_zub'yiv_planetarnih_mehanizmiv.pdf

4. Основи кінематики та синтезу диференціальних зубчастих механізмів авіаційних пристроїв : навч. посіб. / І. Г. Шебанов. – Харків: ХАІ, 2002. – 30 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Shebanov_Osnovi.PDF

5. Практикум з теорії механізмів та машин: навч. посіб. для самост. роботи студентів / В. М. Данилов, О. І. Піддубний, І. І. Марунько. – Харків: ХАІ, 2021. – 72 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/Danylov_PRAKTYKUM_Z_TEORIYI_MEKHANIZMIV_TA_MASHYN.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Кініцький Я. Т. Практикум із теорії механізмів і машин. – Львів: Афіша, 2004, – 451 с.
2. Кініцький Я. Т. Короткий курс теорії механізмів і машин. – Львів: Афіша, 2004, – 272 с.
3. Солоня О. В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. / О.В. Солоня, І.М. Купчук. – Вінниця: ВНАУ, ТОВ “Друк”. 2020. – 252 с.

Допоміжна

1. І. Г. Шебанов. Кінематичний синтез та аналіз авіаційних механізмів з використанням ПЕОМ : навч. посіб. для курс. проєктув. та викон. домаш. завдань з теорії механізмів і машин. Харків: ХАІ, 2000. – 44 с.
2. Заховайко О.П. Теорія механізмів і машин. Курс лекцій для студентів спеціальності «Динаміка і міцність машин». К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 243 с.

15. Інформаційні ресурси

1. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4750>.