

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



(підпис)

А.М. Гуменний
(ініціали та прізвище)

Протокол 1 від
« 2 » вересня 2022 р.

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

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія», 27 «Транспорт»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 272 «Авіаційний транспорт»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки», «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»

Форма навчання: денна
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма дисципліни «Теоретична механіка та теорія машин і механізмів»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»,
272 «Авіаційний транспорт».

освітньою програмою «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»,
«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів».

« 24 » червня 2022 р, 12 с.

Розробник: Меньшиков В.О., д.ф.-м.н., с.н.с
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



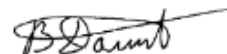
(підпис)

Кладова О.Ю., к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Данилов В.М., старший викладач кафедри 202
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Ойкін В.О., старший викладач кафедри 202
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 29 » червня 2022 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, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p>Галузі знань 13 «Механічна інженерія», 27 «Транспорт» (шифр та найменування)</p> <p>Спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 272 «Авіаційний транспорт» (код та найменування)</p> <p>Освітні програми «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки», «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів». (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання		Семестр
<u>1. Рівновага плоскої системи тіл.</u>		2
<u>2. Плоскопаралельний рух твердого тіла.</u>		Лекції
<u>3. Складний рух точки.</u>		32 - годин
<u>4. Складний рух тіла.</u> (назва)		Практичні
Загальна кількість годин – 80/150		48-годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4,375		Лабораторні
	-	
	Самостійна робота	
	70 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 80/70.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: опанувати закони класичної механіки та методи аналітичного дослідження механічного руху матеріальної точки, твердого тіла та механічної системи.

Завдання: вивчення основних понять та законів статички, кінематики та динаміки для використання в розрахунках руху та рівноваги механічних систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

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

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.

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.

Програмні результати навчання: в результаті засвоєння курсу «Теоретична механіка»

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

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

Пререквізити – «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз».

Кореквізити – «Фізика», «Механіка матеріалів та конструкцій», «Теоретична механіка та теорія машин і механізмів (КП)», «Основи інженерної логістики».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Статика і кінематика.

Змістовний модуль 1. Статика

Тема 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття.

Вступ. Теоретична механіка – одна з фундаментальних фізико-математичних наук, її значення. Історичний огляд. Зв'язок з іншими науками та дисциплінами. Основні поняття статички. Аксиоми. Сила як міра механічної дії. Системи сил.

Тема 2. Момент сили. Пара сил.

Векторний та осьовий моменти сили. Способи обчислення. Приклади. Пара сил. Векторний момент пари.

Тема 3. Зв'язки та їх реакції.

Зв'язки. Основні типи в'язів, їх реакції. Дві основні задачі статички.

Тема 4. Збіжна система сил.

Збіжна система сил. Теорема про рівнодійну. Геометричний та аналітичний методи обчислення її. Умови рівноваги збіжної системи сил

Тема 5. Теорія пар сил.

Система пар сил. Складання пар сил. Еквівалентність пар сил. Умови рівноваги системи пар.

Тема 6. Механічна система.

Механічна система. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізу. Визначення внутрішніх сил. Приклади.

Тема 7. Довільна система сил.

Довільна система сил. Головний вектор та головний момент системи сил. Залежність головного моменту від вибору центра. Лема про паралельний перенос сили. Теорема про приведення довільної системи сил до центра. Часткові випадки приведення системи сил. Умови рівноваги різних видів систем сил.

Тема 8. Центр паралельних сил.

Теорема Варіньона. Центр паралельних сил, його координати. Центр ваги твердого тіла. Методи визначення координат центра ваги твердого тіла. Центр ваги деяких однорідних геометричних фігур.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Кінематика.

Тема 1. Кінематика точки.

Простір та час в класичній механіці. Системи відліку. Задачі кінематики точки. Способи завдання руху точки. Визначення швидкості та прискорення при різних способах завдання руху точки. Нормальне та тангенціальне прискорення. Випадки, коли вони дорівнюють нулеві. Дослідження характеру руху аналітичним методом і за допомогою годографа вектору швидкості.

Тема 2. Задачі кінематики твердого тіла. Структурний аналіз механізму.

Задачі кінематики твердого тіла. Механічна система. Механізм, як окремий випадок механічної системи. Структурний аналіз механізму. Кінематичні пари, як

в'язі, що накладено на відносний рух твердого тіла. Визначення числа ступенів вільності твердого тіла. Кінематичні ланцюги. Структурні формули механізмів. Класифікація механізмів.

Тема 3. Найпростіші рухи твердого тіла: поступальний та обертальний.

Поступальний рух твердого тіла. Рівняння руху. Властивості. Приклади. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Завдання руху. Кутова швидкість та кутове прискорення тіла. Швидкість та прискорення точки тіла.

Тема 4. Плоскопаралельний (плоский) рух твердого тіла.

Плоскопаралельний рух твердого тіла. Рівняння руху. Визначення швидкостей точок тіла. Миттєвий центр швидкостей (МЦШ). Способи побудови. Використання МЦШ в якості полюса. Визначення прискорень точок тіла. Миттєвий центр прискорень точок тіла (МЦП). Його існування. Побудова МЦП. Використання МЦП в якості полюса. Приклади.

Тема 5. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів.

Метод планів швидкостей і прискорень. Аналоги швидкостей і прискорень. Метод замкнених контурів. Векторно-чисельний метод.

Тема 6. Сферичний і вільний рух твердого тіла.

Сферичний рух твердого тіла. Рівняння руху (кути Ейлера). Кутові швидкість та прискорення тіла. Миттєва вісь обертання. Визначення швидкостей та прискорень точок тіла. Вільний рух твердого тіла. Рівняння руху. Визначення швидкостей та прискорень точок тіла.

Тема 7. Складний рух точки.

Складний рух точки. Основні поняття та визначення. Теорема про додавання швидкостей точки. Теорема Коріоліса про додавання прискорень. Прискорення Коріоліса. Способи знаходження. Випадки, коли прискорення Коріоліса дорівнює нулю. Приклади використання теорем про складання швидкостей та прискорень.

Тема 8. Складний рух твердого тіла. Кінематичний аналіз простих та складних зубчастих механізмів.

Складний рух твердого тіла. Складання поступальних рухів тіла. Складання обертань навколо паралельних осей, та осей, які перетинаються. Пара обертань. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів з нерухомими осями обертання. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів з рухомими осями обертання: метод Вілліса, метод планів швидкостей.

Модульний контроль.

Модуль 2. Індивідуальне завдання.

Тема 1. Рівновага плоскої системи тіл. Визначення реакцій опор плоскої стрижневої конструкції, до якої входять два тіла.

Тема 2. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Кінематичний аналіз плоского механізму. Визначення швидкостей та прискорень окремих точок на ланках механізму, а також кутових швидкостей та прискорень ланок механізму.

Тема 3. Складний рух точки. Визначення абсолютних швидкості та прискорення точки, яка здійснює складний рух.

Тема 4. Складний рух тіла. Кінематичне дослідження зубчастого механізму з рухомими осями обертання. Метод Вілліса.

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. Статика і кінематика.					
Змістовний модуль 1. Статика.					
Тема 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття.	6	2	2	–	2
Тема 2. Момент сили. Пара сил.	6	2	2	–	2
Тема 3. Зв'язки та їх реакції.	6	2	2	–	2
Тема 4. Збіжна система сил.	6	2	2	–	2
Тема 5. Теорія пар сил.	8	2	4	–	2
Тема 6. Механічна система.	8	2	4	–	2
Тема 7. Довільна система сил.	8	2	4	–	2
Тема 8. Центр паралельних сил.	6	2	2	–	2
Модульний контроль	2	–	2	–	–
Разом за змістовним модулем 1	56	16	24	–	16
Змістовний модуль 2. Кінематика.					
Тема 1. Кінематика точки.	6	2	2	–	2
Тема 2. Задачі кінематики твердого тіла. Структурний аналіз механізму.	8	2	4	–	2
Тема 3. Найпростіші рухи твердого тіла: поступальний та обертальний.	6	2	2	–	2
Тема 4. Плоскопаралельний (плоский) рух твердого тіла.	8	2	4	–	2
Тема 5. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів.	6	2	2	–	2
Тема 6. Сферичний і вільний рух твердого тіла.	4	2	–	–	2
Тема 7. Складний рух точки.	8	2	4	–	2
Тема 8. Складний рух твердого тіла. Кінематичний аналіз простих та складних зубчастих механізмів.	8	2	4	–	2
Модульний контроль	2	–	2	–	–
Разом за змістовним модулем 2	56	16	24	–	16
Усього годин за модулем 1	112	32	48	–	32
Модуль 2. Індивідуальне завдання					
Тема 1. Рівновага плоскої системи тіл.	10	–	–	–	10
Тема 2. Плоскопаралельний рух твердого тіла.	10	–	–	–	10
Тема 3. Складний рух точки.	9	–	–	–	9
Тема 4. Складний рух тіла.	9	–	–	–	9
Усього годин за модулем 2	38				38
Усього годин	150	32	48	–	70

5. Теми семінарських занять (немає)

6. Теми практичних занять

№ з\п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття механіки та лінійної алгебри.	2
2	Моменти сили. Пара сил.	2
3	Зв'язки та їх реакції. Статично визначені конструкції.	2
4	Збіжна система сил.	2
5	Рівновага твердого тіла під дією моментів.	2
6	Рівновага твердого тіла під дією плоскої системи сил.	2
7	Рівновага плоскої системи тіл	2
8	Рівновага складної плоскої системи тіл. Метод перерізу.	2
9	Рівновага довільної просторової системи сил.	2
10	Приведення системи сил до найпростішого вигляду.	2
11	Центр паралельних сил.	2
12	Модульний контроль. Написання змістовного модуля 1.	2
13	Кінематика точки.	2
14	Задачі кінематики твердого тіла.	2
15	Структурний аналіз механізму.	2
16	Поступальний та обертальний рухи твердого тіла.	2
17	Визначення швидкостей при плоскому русі твердого тіла.	2
18	Визначення прискорень при плоскому русі твердого тіла.	2
19	Метод замкнених контурів.	2
20	Метод планів швидкостей і прискорень.	2
21	Складний рух точки	2
22	Кінематичний аналіз простих зубчастих механізмів.	2
23	Кінематичний аналіз складних зубчастих механізмів.	2
24	Модульний контроль. Написання змістовного модуля 2.	2
	Разом	48

7. Теми лабораторних занять (немає)

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни. Основні поняття.	2
2	Момент сили. Пара сил.	2
3	Зв'язки та їх реакції.	2

4	Збіжна система сил.	2
5	Теорія пар сил.	2
6	Механічна система.	2
7	Довільна система сил.	2
8	Центр паралельних сил.	2
9	Кінематика точки.	2
10	Задачі кінематики твердого тіла. Структурний аналіз механізму.	2
11	Найпростіші рухи твердого тіла: поступальний та обертальний.	2
12	Плоскопаралельний (плоский) рух твердого тіла.	2
13	Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів.	2
14	Сферичний і вільний рух твердого тіла.	2
15	Складний рух точки.	2
16	Складний рух твердого тіла. Кінематичний аналіз простих та складних зубчастих механізмів.	2
Разом за модулем 1		32

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рівновага плоскої системи тіл.	10
2	Плоскопаралельний рух твердого тіла.	10
3	Складний рух точки.	9
4	Складний рух тіла.	9
Разом за модулем 2		38

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації), самостійна робота студентів за підручниками та матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю (захист розрахункових робіт), письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

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			
Робота на практичних заняттях № 1-11	0...1	11	0...11
Виконання та захист РГР	0 ...7	2	0...14
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Робота на практичних заняттях № 13-23	0...1	11	0...11
Виконання та захист РГР	0...7	2	0...14
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з чотирьох запитань (двох теоретичних та двох практичних). Максимальна кількість балів за кожне з теоретичних запитань – 21, за кожне з практичних запитань (задач) – 29.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

Студент повинен знати:

- методи еквівалентного перетворення систем сил;
- умови рівноваги різних видів систем сил;
- формули для визначення кінематичних характеристик (швидкості, прискорення) довільної точки твердого тіла, що рухається (поступальний рух, обертальний навколо осі, плоскопаралельний рух);
- загальні геометричні властивості механічних рухів точки, тіла, механічної системи;
- задачі і послідовність структурного аналізу механізму;
- задачі і послідовність кінематичного аналізу важільних і зубчастих механізмів.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати достатній мінімум знань та умінь. Виконати та захистити всі завдання, які входять до складу розрахунково-графічної роботи. Знати, як виглядають кінематичні рівняння поступального, обертального навколо осі та плоскопаралельного руху твердого тіла. Вміти звільнити від в'язів будь-яку механічну систему і скласти для неї достатню кількість рівнянь рівноваги (у випадку статичної визначеності). Вміти визначити ступінь рухомості механізму і скласти для нього достатню кількість рівнянь руху.

Добре (75 - 89). Виконати та захистити в терміни, визначені викладачем, всі завдання, які входять до складу розрахунково-графічної роботи. Знати, як виглядають кінематичні рівняння поступального, обертального навколо осі та плоскопаралельного руху твердого тіла. Вміти звільнити від в'язів будь-яку механічну систему і скласти для неї достатню кількість рівнянь руху (у випадку її руху). Показати вміння аналізувати результати розв'язання практичних задач. Знати та вміти застосувати на практиці методи опису руху (або рівноваги) механічної системи в узагальнених координатах. Вміти визначити ступінь рухомості механізму, скласти та розв'язати для нього достатню кількість рівнянь руху графічним або аналітичним методом.

Відмінно (90 - 100). Безпомилково виконати та захистити з максимальними оцінками і в терміни, визначені викладачем, всі завдання, які входять до складу розрахунково-графічної роботи. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти вивести і пояснити будь яку формулу, а також доказати будь яку теорему, які передбачені програмою. Володіти методами математичного моделювання кінематики та статички складних механічних систем в узагальнених координатах. Показати вміння аналізувати результати розв'язання практичних задач.

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. Теоретична механіка. Кінематика : навч. посіб. / С. В. Спренне, І. П. Бойчук, І. І. Маруцько. – Харків: ХАІ, 2012. – 63 с.

[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sprenne Teoretichna Mehanika.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sprenne%20Teoretichna%20Mehanika.pdf)

2. Курс теорії механізмів і машин: навч. посіб. / В. В. Усік, В. О. Меньшиков. - Харків: ХАІ, 2019. – 320 с. [http://library.khai.edu/library/fulltexts/Knigi/Usik Kurs Teoriyi.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/Knigi/Usik%20Kurs%20Teoriyi.pdf)

3. Кінематика, динаміка та зрівноваження авіаційних поршневих двигунів : навч. посіб. / О. В. Білогуб. – Харків: ХАІ, 2019. – 40 с.

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

4. Практикум з теорії механізмів та машин: навч. посіб. для самот. 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. Кузьо І.В. та ін. Теоретична механіка: Підручник для студентів вищих навчальних технічних закладів . – Харків: Фоліо, 2017, – 780 с.

2. 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.

3. Павловський М.А. и др. Теоретична механіка: статика абсолютно твердого тіла, кінематика, динаміка, основи аналітичної механіки: підручник: гриф МОН України, – К.: Техніка, 2002, – 480 с.

4. Кінематика та динаміка точки. Комп'ютерний курс : підруч. для студентів : гриф МОН Україн / М. А. Павловський, Л. Ю. Акінфієва, А. І. Юрокін, С. Я. Свістунов; за ред. М. А. Павловського. – К.: Либідь, 1993. – 248 с.

5. Кініцький Я. Т. Практикум із теорії механізмів і машин. – Львів: Афіша, 2004, – 451 с.

6. Кініцький Я. Т. Короткий курс теорії механізмів і машин. – Львів: Афіша, 2004, – 272 с.

Допоміжна

1. Заховайко О.П. Теорія механізмів і машин. Курс лекцій для студентів спеціальності «Динаміка і міцність машин». К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 243 с.

2. Теоретична механіка. Статика. Конспект лекцій / О. М. Старов. – Харків: ХАІ, 1999, – 46 с.

3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. М.: Наука, 1985. – 448 с.

4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Под общей редакцией Яблонского А.А. М., «Высшая школа», 1985. – 367 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт дисципліни <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2721>.

2. <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272>.