

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник голови НМК



(підпис)

М.С.Романов
(ініціали та прізвище)

30 серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
Технічна механіка (Прикладна механіка та основи конструювання) (назва
навчальної дисципліни)

Галузі знань: 15 «Автоматизація та приладобудування», 17 «Електроніка та
телекомунікації», 27 «Транспорт»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,
133 «Галузеве машинобудування», 173 «Авіоніка», 272 «Авіаційний транспорт»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Комп'ютерні технології проектування та виробництва,
Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів,
Інтелектуальні транспортні системи
(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Розробник: Повгородній В.О., доцент кафедри теоретичної механіки,
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н.



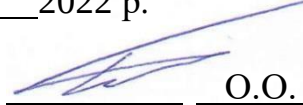
(підпис)

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

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 30 » червня 2022 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(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 –5	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування» , 17 «Електроніка та телекомунікації», 27 «Транспорт»</u>	Обов’язкова
Кількість модулів 2	Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», 133 «Галузеве машинобудування», 173 «Авіоніка», 272 «Авіаційний транспорт»</u> Освітня програма <u>Комп’ютерні технології проектування та виробництва, Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів, Інтелектуальні транспортні системи</u>	Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 3		2022 /2023
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр
		4-й або 2-й (скорочений термін навчання)
Загальна кількість годин – 150	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: Аудиторних: 4 Самостійної роботи студента : 8		32 годин
		Практичні, семінарські
		32 годин
		Лабораторні
		Самостійна робота
		86 годин
		Вид контролю
	Модульний контроль іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної становить для денної форми навчання:

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:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- визначеність та наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.
- 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.
- 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.
- 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:

- виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;
- оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Теоретична механіка та теорія механізмів і машин» базується на загальних знаннях з дисципліни «Вища математика», «Фізика».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Статика та кінематика.

Тема 1. Вступ до дисципліни.

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теоретична механіка». Основні історичні етапи розвитку теоретичної механіки. Поняття системи відліку. Дослідження руху в механіці. Дія в механіці. Дія та протидія. Сила як міра дії. Основний принцип механіки. Поняття сили з використанням другого закону Н'ютона. Характеристики сили. Проекція сили на вісь. Модуль сили. Розмірність сили. Поняття про момент сили відносно полюса. Плече сили. Величина та напрям вектора моменту, правило правої руки, правило «буравчика», правило Жуковського. Розмірність моменту. Символічний детермінант. Проекції вектору моменту на вісь, на вісі координат. Залежність вектора моменту від вибору полюса. Поняття системи сил. Приклади. Головний вектор та головний момент системи сил. Збіжна система сил. Поняття рівнодіючої. Плоска система сил. Головний вектор та головний момент плоскої системи сил. Алгебраїчний момент.

Тема 2. Пари сил. Еквівалентність систем сил.

Пара сил. Головний момент та головний вектор пари. Плече пари. Площина пари. Незалежність моменту пари от полюса. Система пар. Головний момент та головний вектор системи пар. Поняття про еквівалентність систем сил, математична умова еквівалентності. Еквівалентність збіжної системи сил рівнодіючій. Еквівалентність системи пар єдиній парі. Врівноважені системи сил, математична умова рівноваги. Зв'язок покою тіла та рівноваги системи сил. Використання умов рівноваги сил для винаходження невідомих сил. Статична визначеність задачі про знаходження невідомих сил. Приклади.

Тема 3. Еквівалентне зведення довільної системи сил до найпростішої системи.

Лема про паралельний переніс сили (приведення сили до нової точки). Доказ. Основна теорема статички (теорема Пуансона). Доказ. Чотири випадки зведення системи сил. Поняття рівнодіючої. Приклади. Класифікація сил. Метод перерізів, поняття про внутрішні сили, знаходження головного вектору та головного моменту внутрішніх сил. Вільні та невільні тіла. В'язи та опори, різновиди – гладка та негладка поверхні, нерозтяжна нить, нерухомий та рухомий шарніри, защемлення. Системи сил реакцій в'язів. Винайдення сил реакції за допомогою умов рівноваги.

Тема 4. Кінематика точки.

Поняття руху в механіці. Матеріальна точка як найпростіше тіло. Кінематика матеріальної точки. Задачі кінематики. Система відліку. Закон руху. Три способи опису руху. Векторний спосіб. Закон руху. Траєкторія як годограф радіуса - вектора положення. Вектор переміщення, розмірність. Середня та миттєва швидкість точки. Швидкість як похідна радіуса – вектора положення. Дотичний характер миттєвої швидкості до траєкторії. Величина та розмірність швидкості. Середнє та миттєве прискорення, дві форми. Величина та розмірність прискорення. Годограф швидкості та прискорення. Переваги векторного способу.

Координатний спосіб опису руху. Система відліку та система координат. Декартові та інші системи координат. Закон руху, зв'язок з векторним способом. Траєкторія як параметрична крива, що задана законом руху. Вектор переміщення, складові, напрямки та величина. Швидкість, складові, напрямки та величина. Прискорення, складові, напрямки та величина. Перевага метода - універсальність. Натуральний метод опису руху. Система відліку. Закон руху. Дотичне коло, центр та радіус кривизни. Супроводжуючий репер. Вектор швидкості та прискорення в проекціях на осі супроводжуючого репера. Перевага методу - компактність виразу швидкості та прискорення. Приклади.

Тема 5. Складний рух матеріальної точки.

Основна (абсолютна, нерухома) та допоміжна (рухома) системи відліку. Поняття абсолютного, переносного та відносного руху. Приклади. Зв'язок між переміщеннями в абсолютному, переносному та відносному русі точки. Правило диференціювання вектора, заданого в рухомій системі відліку (без доказу). Поняття кутової швидкості. Теорема про швидкість точки в складному русі. Швидкість абсолютного, переносного та відносного руху. Напрямки та величини швидкостей. Використання символічного детермінанту. Теорема про прискорення точки при складному русі (теорема Коріоліса). Прискорення абсолютного, переносного та відносного руху. Додаткове прискорення (Коріоліса). Напрямки та величина прискорень. Випадки, коли прискорення Коріоліса дорівнює нулю.

Тема 6. Кінематика твердого тіла.

Поняття твердого тіла як нескінченної множини часток, відстань між якими незмінна. Наслідок – збереження розмірів та форми тіла, достатності шести параметрів для опису положення всіх часток тіла. Застосування законів складного руху для опису руху твердого тіла. Абсолютна (зовнішня) та «вморожена» (допоміжна, рухома) системи відліку. Нерухомість точок твердого тіла відносно допоміжної системи відліку. Поняття полюса. Закон руху твердого тіла-сукупність законів руху його часток. Теорема про розподіл швидкостей в твердому тілі. Поняття миттєвої осі обертання. Обертальний характер руху часток відносно полюса. Величини та напрямки швидкостей в твердому тілі. Теорема про розподіл прискорень в твердому тілі. Відсутність відносної швидкості та прискорення Коріоліса. Величини та напрямки прискорень часток твердого тіла.

Тема 7. Кінематика найпростіших рухів твердого тіла.

Поступовий рух. Особливості траєкторій, розподілу переміщень, швидкостей та прискорень часток тіла при поступовому русі. Ознаки поступового руху. Приклади. Обертання тіла навколо нерухомої точки. Миттєва ось обертання. Особливості, траєкторій, переміщень, швидкостей та прискорень часток тіла. Ознаки руху. Приклади. Обертання тіла біля нерухомої осі. Поняття обертальної швидкості та прискорення. Ознаки обертального руху. Приклади. Ознайомлення із загальним рухом тіла як суперпозицією поступального руху із швидкістю полюса, та обертального руху навколо полюса. . Плоский рух тіла. Особливості траєкторій, переміщень, швидкостей та прискорень. Ознаки плоского руху. Миттєвий центр швидкостей (МЦШ) як слід миттєвої осі обертання. Миттєвий центр прискорень (МЦП). Особливості розподілу швидкостей (прискорень) в разі

вибору полюса в миттєвому центрі швидкостей (прискорень). Способи знаходження МЦШ та МЦП. Приклади.

Тема 8. Основні поняття теорії механізмів.

Поняття механізму, ланок та кінематичних пар, кінематичних ланцюгів. Стійка. Приклади. . Класифікація механізмів (плоскі, просторові; важільні, зубчасті) та кінематичних пар. Рухомість ланцюга. Ступінь рухомості механізму (плоского та просторового). Поняття групи Ассура, початкового механізму та структурний аналіз плоского механізму.

Тема 9. Кінематика плоских механізмів.

Задачі кінематики механізмів. Класифікація засобів кінематичного аналізу. Аналітичний метод (метод замкнених кіл). Варіанти запису кінематичних рівнянь. Раціональні засоби запису векторних рівнянь та їх вирішення з метою визначення швидкостей та прискорень. Приклади.

Тема 10. Векторно-графічний засіб кінематичного аналізу.

Теоретичні засоби векторно-графічного засобу. Поняття про план швидкостей. Поняття про план прискорень. Методика використання засобу для визначення швидкостей та прискорень ланок та точок. Інтерпретація планів швидкостей та прискорень. Приклади застосування.

Змістовний модуль №2. Динаміка.

Тема 11. Динаміка матеріальної точки і система точок.

Історичні відомості про становлення динаміки. Дві основні задачі динаміки (пряма, обернена). Основні закони динаміки (закони Ньютона). Диференційні рівняння руху вільної матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки вільної матеріальної точки. Рівняння руху невільної матеріальної точки. Основне рівняння динаміки відносного руху матеріальної точки. Окремі випадки відносного руху точки. Умови відносного спокою. Принцип відносності класичної динаміки. В'язі голономні та неголономні. Відомості про динаміку системи матеріальних точок.

Тема 12. Теорема про кількість руху матеріальної системи.

Вступ. Призначення теорем динаміки. Кількість руху системи матеріальних точок. Теорема про зміну кількості руху системи матеріальних точок у диференційній та інтегральній формах. Момент кількості руху точки.

Тема 13. Теорема про кінетичний момент.

Кінетичний момент системи матеріальних точок відносно центру і відносно координатної осі. Кінетичний момент твердого тіла відносно нерухомої вісі обертання. Поняття про момент інерції тіла. Кінетичний момент системи матеріальних точок при складному русі. Теорема про зміну кінетичного моменту системи в диференційній та інтегральній формах.

Тема 14. Теорема про зміну кінетичної енергії.

Енергія. Кінетична енергія точки і системи матеріальних точок. Теорема Кеніга. Кінетична енергія твердого тіла. Визначення кінетичної енергії при окремих випадках руху твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії.

Робота сили, що прикладена до матеріальної точки. Обчислення роботи в деяких окремих випадках руху точки і твердого тіла. Потужність сил, що прикладені до тіла.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі								
		л	п	лаб	с.р.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Статика та кінематика										
Тема 1. Вступ до дисципліни	6	2	2	–	2	–	–	–	–	–
Тема 2 Момент сили. Пари сил.	6	2	2	–	2	–	–	–	–	–
Тема 3. Еквівалентність та рівноваги систем сил.	6	2	2	–	2	–	–	–	–	–
Тема 4. Кінематика точки.	6	2	2	–	2					
Тема 5. Складний рух точки.	11	4	4	–	3					
Тема 6. Кінематика твердого тіла. Поступальний рух. Обертальний рух.	6	2	2	–	2					
Тема 7. Плоско-паралельний рух твердого тіла.	6	2	2	–	2					
Тема 8. Основні поняття теорії механізмів.	6	2	2	–	2	-	-	-	-	-
Тема 9. Кінематика механізмів.	6	2	2	–	2					
Тема 10. Векторно-графічний засіб кінематичного аналізу.	10	4	4	–	2					
Разом за змістовним модулем 1	69	24	24	–	21	–	–	–	–	–
Змістовний модуль №2. Динаміка.										
Тема 11. Динаміка матеріальної точки і системи точок.	7	2	2	–	3					

Тема 12. Теорема про кількість руху матеріальної системи.	7	2	2	–	3					
Тема 13. Теорема про кінетичний момент.	7	2	2	–	3					
Тема 14. Кінетична енергія. Робота сили.	7	2	2	–	3					
Разом за змістовним модулем 2	28	8	8	–	12					
Індивідуальне завдання	23				23					
Разом за модулем	120	32	32		56					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	2
1	Основи векторної алгебри	2
2	Складання і розкладання сил. Рівновага плоскої системи сил. Система збіжних сил Момент сил відносно точки та відносно вісі. Рівновага плоскої системи сил. Визначення реакцій опор твердого тіла.	2
3	Рівновага просторової системи сил. Визначення реакцій опор твердого тіла. Момент пари сил.	2
4	Приведення системи сил до найпростішого вигляду.	4
5	Кінематика точки.	2
6	Складний рух точки.	2
7	Плоский рух твердого тіла.	2
8	Поступальний та обертальний навколо вісі рухи твердого тіла	2
9	Структурний аналіз механізмів. Аналітичний метод кінематичного аналізу.	4
10	Кінематичний аналіз механізмів. Метод планів механізму, швидкостей та прискорень.	2
11	Динаміка матеріальної точки і системи точок	2
12	Теорема про кількість руху матеріальної системи.	2
13	Теорема про кінетичний момент.	2
14	Кінетична енергія. Робота сили.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк.
-------	------------	--------

		годин
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Основні поняття і аксіоми статички	3
2	Векторні та осьовий момент сили, зв'язок між ними. Способи обчислення	4
3	Рівновага систем сил	4
4	Способи завдання руху точки. Швидкість. Прискорення	3
5	Складний рух точки	4
6	Кінематика найпростіших рухів твердого тіла	4
7	Плоско-паралельний рух твердого тіла	4
8	Основні поняття з теорії механізмів. Структурний аналіз механізмів	4
9	Кінематика механізмів	3
10	Векторно-графічний засіб кінематичного аналізу	5
11	Аксіоми динаміки. Дві задачі динаміки точки в інерційній системі відліку	4
12	Закон змінення кількості руху матеріальної системи в інерційній та неінерційній системах відліку	4
13	Закон змінення моменту кількості руху матеріальної системи в інерційній та кеніговій системах відліку	3
14	Кінетична енергія. Робота сили	4
15	Теореми про зміну кінетичної енергії матеріальної точки і системи	3
	Разом	56

9. Індивідуальні завдання

1. Виконання РГР “Статика та кінематика”.
2. Виконання РГР «Розрахунки на міцність»

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку та іспитів.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування і самостійна робота														Сума	Підсумковий залік у разі відмови від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку	
Змістовий модуль 1										Змістови й модуль 2						Індивідуальне завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14			
2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	6	7	6	6	50	100	100

Модуль 2

Поточне тестування і самостійна робота												Сума	Підсумковий іспит у разі відмови від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту	
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2								Індивідуальне завдання
T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26			
3	3	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	50	100	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсовому проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
83 - 89	B	добре	
75 – 82	C		
68 -74	D	задовільно	
60 – 67	E		
01 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання

13. Методичне забезпечення

1. Теоретична механіка. Статика : конспект лекцій / О. М. Старов ; М-во освіти України, Держ. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків. - Держ. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 1999. - 46 с . - 1,50
2. Теоретична механіка. Кінематика : навч. посіб. / С. В. Спренне, І. П. Бойчук, І. І. Марунько ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є.

Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2012. - 63 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>

3. 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. - Київ. - Либідь, 1993. - 248 с. - 5-325-00322-4

4. Теоретическая механика. Статика: учеб. пособие / В. А. Ойкин, м-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". – 2009. – 94 с. Шифр: 531 О - 48

5. Кинематика. / Л.А. Фомичева, Ю.В. Ковеза. Учебн. пособие. Харьков: Харьк. авиац. ин-т. – 2007, Шифр А22

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. Кузьо І.В. та ін. Теоретична механіка: Підручник для студентів вищих навчальних технічних закладів . – Харків: Фоліо, 2017. – 780 с.

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. 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.

6. Усік В.В., Меньшиков В.О. Курс теорії механізмів і машин. Харків. ХАИ, 2019 – 320 с.

Допоміжна

1. Доценко П.Д. Аналитическая механика и теория колебаний (конспект лекций). Харьков, ХАИ, 1989.

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

3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике., М., «Наука», 1985.

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

5. Theoretical mechanics. Dynamics: Textbook / V. N. Pavlenko, I. V. Bunyaeva, S. S. Ternovskaya et al. – Kharkov: National Aerospace University named after N. Ye. Zhukovskiy «Kharkov Aviation Institute», 2013. – 184 p.

6. Навчальний посібник. Поддубный А.И., Головин И.И., Шебанов И.Г. Структура и кинематика плоских механизмов. Харьков. Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2010 – 95 с.

7. Лабораторний практикум. Поддубний А.И., Марунько И.И. Теория механизмов и машин. Харьков. Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2010 – 62 с.

16. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.tilda.ws/>

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

Інтернет ресурси:

<http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272> (укр. мова)

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLLbvVfERDon3nP0JRpAzze-1KfUiou4AK>

(англ. мова)