

**Міністерство освіти і науки України**  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства**  
**та роботомеханічних систем (№ 202)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Костянтин Дергачов  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА**  
**(ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ)**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 173 «Авіоніка».  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів».  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2024 рік**

Розробник: доцент каф. 202, к.т.н, Сергій Світличний

(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 – 4	<p><b>Галузь знань</b> 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</p> <p><b>Спеціальність</b> 173 «Авіоніка»</p> <p><b>Освітня програма</b> ««Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Розрахункова графічна робота «Розрахунок і конструювання зубчастих передач»		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 56*/120		2-й – скорочений термін навчання
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3/4 самостійної роботи студента – 4		<b>Лекції*</b>
		32 години
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		-
		<b>Лабораторні*</b>
	24 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
64 години		
<b>Вид контролю</b>		
модульний контроль іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання 56/64.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – надбання студентами знань та умінь, необхідних для прийняття обґрунтованих рішень при конструюванні та розрахунку деталей та вузлів приладів і систем авіоніки.

**Завдання** – засвоїти інженерні методи розрахунків на міцність та жорсткість при різних видах деформацій, знати критерії працездатності деталей та вузлів приладів і систем авіоніки, сформувати у майбутніх фахівців практичні навички конструювання приладів і технічних систем.

**Компетентності, які набуваються:** Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

### 1) Загальні компетентності (ЗК):

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації;
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

### 2) Фахові компетентності спеціальності (ФК):

- Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів;
- Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів;
- Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу.

### Очікувані результати навчання:

- Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки;
- Організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язання складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності;
- Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.

**Пререквізити:** Вища математика, фізика, інженерна та комп'ютерна графіка, основи метрології та стандартизації.

**Кореквізити:** Основи моделювання систем авіоніки.

**Постреквізити:** Проектування систем управління, проектування систем управління (КП).

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Модуль 1. Опір матеріалів.** Інженерні розрахунки деталей машин і споруд на міцність та жорсткість.

**Змістовий модуль 1.** Інженерні розрахунки деталей машин і споруд на міцність та жорсткість.

#### **Тема 1. Вступ. Мета та завдання курсу “Опір матеріалів”.**

Опір матеріалів – наука про інженерні методи розрахунків на міцність і жорсткість деталей машин та споруд. Мета та завдання курсу. Розрахункові схеми досліджуваного об'єкта.

Види деформації стрижня. Деформації у точці. Основні гіпотези опору матеріалів.

#### **Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів.**

Основні геометричні характеристики плоских перерізів.

Статичні моменти та центр тяжіння площі. Моменти інерції плоских фігур.

Моменти інерції складних перерізів. Моменти інерції відносно паралельних осей. Залежність моментів інерції при повороті координатних осей.

Визначення напрямку основних осей. Головні моменти інерції.

**Тема 3. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при різних видах деформації стрижня.**

Класифікація зовнішніх і внутрішніх сил. Метод перерізів. Епюри внутрішніх силових факторів. Епюри поздовжніх сил і крутних моментів. Правило знаків та основні правила побудови епюр поздовжніх сил і крутних моментів.

#### **Тема 4 Побудова епюр поперечної сили та згінного моменту для балок.**

Балки та їх опори. Обчислення реакцій в опорах балки. Знаходження зусиль та моментів в перерізах балки. Правило знаків для поперечної сили ( $Q$ ) та згінного моменту ( $M$ ). Побудова епюр  $Q$  і  $M$  для балок. Диференціальні залежності при згинанні. Деякі особливості епюр  $Q$  і  $M$ .

**Тема 5. Напруження у перерізі стрижня. Розрахунки на міцність та жорсткість при різних видах деформації стрижня.**

Напруження у перерізі стрижня. Зв'язок між напруженнями та внутрішніми зусиллями. Інтегральні рівняння рівноваги. Умови міцності та жорсткості. Види розрахунків.

Напруження та деформації при розтягненні та стисненні. Гіпотеза плоских перерізів. Принцип Сен-Венана. Механічні характеристики матеріалу при розтягненні/стисненні: модуль пружності та коефіцієнт Пуассона. Розрахунок на міцність та жорсткість.

Зсув або зріз. Розрахунок на міцність при зсуві. Чистий зсув. Закон Гука при чистому зсуві.

Напруження і деформації при крученні стрижня круглого поперечного перерізу. Умова міцності та жорсткості при крученні.

Згин. Нормальні напруження при плоскому згині. Розрахунок на міцність. Про раціональну форму поперечного перерізу балки.

## **Модульний контроль**

### **Змістовий модуль 2. Основи конструювання деталей машин.**

#### **Тема 6. Нероз'ємні з'єднання.**

Призначення, класифікація та принципи конструювання з'єднань.

Заклепкові з'єднання. Типи і класифікація. Розподіл зусиль між заклепками. Розрахунок поодиноких заклепок та групових заклепкових з'єднань.

Зварні з'єднання. Класифікація зварних з'єднань та їх застосування в техніці. Розподіл навантаження у зварному з'єднанні. Розрахунки зварних з'єднань за допустимими напруженнями та руйнівною силою. Розрахунок з'єднань, навантажених силою та моментом.

#### **Тема 7. Роз'ємні з'єднання.**

Загальні відомості. Призначення різьбових з'єднань. Типи різьб. Розподіл зусиль між витками пари "гвинт-гайка". Види руйнування елементів різьбових з'єднань. Розрахунок витків різьби.

Статична міцність різьбових з'єднань. Розрахунок болтів, навантажених осьовими та поперечними силами при умові допустимості та недопустимості розкриття стику.

Втомна міцність різьбових з'єднань. Основні розрахункові випадки. Засоби підвищення міцності різьбових з'єднань авіаційно-космічних виробів.

Розрахунок груп болтових з'єднань при різних варіантах навантажень.

#### **Тема 8. Механічні передачі. Загальні відомості та основи розрахунків. Зубчасті передачі.**

Призначення, класифікація та основні характеристики механічної передачі. Класифікація, призначення, галузі використання зубчастих передач. Характер роботи зубців та види пошкодження.

Сили, які діють у зачепленні різних типів зубчастих передач. Розрахункові навантаження на зубці.

Матеріали зубчастих коліс, термічне та хіміко-термічне зміцнення зубців. Точність зубчастих передач.

Циліндричні прямозубі зубчасті передачі. Розрахунок на контактну міцність. Розрахунок зубчастих передач на згин. Допустимі напруження при розрахунках на контактну та згінну витривалість. ККД зубчастої передачі.

#### **Тема 9. Вали та осі.**

Призначення та характер роботи. Проектувальний та перевірочний розрахунки міцності валів та осей.

Розрахунки валів на жорсткість і коливання. Матеріали і конструкція валів і осей. Конструктивні та технологічні заходи щодо підвищення витривалості валів та осей. Загальні принципи конструювання валів.

#### **Тема 10. Підшипники кочення.**

Галузі використання. Класифікація та конструкція підшипників. Точність, кінематика, втрати на тертя. Види пошкоджень. Матеріали. Вибір підшипників по статичній і динамічній вантажопідйомності. Швидкохідність підшипників кочення. Конструкції підшипникових вузлів авіаційно - космічної техніки.

#### **Тема 11. Підшипники ковзання.**

Підшипники ковзання. Галузі використання та конструкція. Матеріали. Підшипники ковзання граничного та рідинного тертя та основи їх розрахунку.

Гідродинамічні та гідростатичні підшипники. Розрахунки характеристик підшипників рідинного тертя.

#### **Тема 12. Основні типи механічних муфт**

Призначення, характеристики та класифікація муфт. Глухі, пружні та компенсуючі муфти. Керовані та самокеровані муфти. Запобіжні муфти.

### **Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Інженерні розрахунки деталей машин і споруд на міцність та жорсткість.</b>					
Тема 1. Вступ. Мета та завдання курсу	4	2	–	–	2
Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів	8	2	–	4	4
Тема 3. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при різних видах деформації стрижня	10	4	–	4	4
Тема 4. Побудова епюр поперечної сили та згінного моменту для балок	8	4	–	2	4
Тема 5. Напруження у перерізі стрижня. Розрахунки на міцність та жорсткість при різних видах деформації стрижня	12	4	–	4	4
<b>Модульний контроль</b>	2	–	–	–	2
Разом за змістовим модулем 1	<b>50</b>	<b>16</b>	–	<b>14</b>	<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 2. Основи конструювання деталей машин</b>					
Тема 6. Нероз'ємні з'єднання	6	2	–	2	2
Тема 7. Роз'ємні з'єднання	8	4	–	2	4
Тема 8. Механічні передачі. Загальні відомості та основи розрахунків. Зубчасті передачі	14	6	–	2	8
Тема 9. Вали та осі	5	1	–	2	2
Тема 10. Підшипники кочення	5	1	–	2	2
Тема 11. Підшипники ковзання	3	1	–	–	2
Тема 12. Основні типи механічних муфт	3	1	–	–	2
<b>Модульний контроль</b>	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 2	<b>50</b>	<b>16</b>	–	<b>10</b>	<b>24</b>
<b>Модуль 2</b>					
Розрахунково-графічна робота «Розрахунок і конструювання зубчастих передач»	20	-	-	-	20
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	–	<b>24</b>	<b>64</b>

#### 5. Теми практичних занять

Не передбачено.



## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення статичних моментів і координат центра тяжіння складних перерізів	2
2	Визначення осьових і відцентрових моментів інерції складних перерізів. Головні осі інерції складного перерізу і моменти відносно цих осей	2
3	Визначення зусиль у стрижнях за допомогою методу перерізів.	2
4	Побудова епюр поздовжніх сил та крутних моментів.	2
5	Побудова епюр $Q$ і $M$ у балках	2
6	Розрахунок стрижнів на міцність при розтягуванні/стисканні та крученні	2
7	Розрахунок балок на міцність при згині	2
8	Встановлення характеру розподілу напружень у зварних флангових швах	2
9	Визначення зусиль у болтах з'єднання, навантаженого силою та моментом	2
10	Визначення коефіцієнта корисної дії планетарного редуктора	2
11	Визначення критичної частоти обертання вала	2
12	Конструкція підшипників кочення	2
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Мета та завдання курсу (Тема 1)	2
2	Геометричні характеристики плоских перерізів (Тема 2)	4
3	Побудова епюр внутрішніх силових факторів при різних видах деформації стрижня (Тема 3)	4
4	Побудова епюр поперечної сили та згінного моменту для балок (Тема 4)	4
5	Напруження у перерізі стрижня. Розрахунки на міцність та жорсткість при різних видах деформації стрижня (Тема 5)	4
6	Нероз'ємні з'єднання (Тема 6)	2
7	Роз'ємні з'єднання (Тема 7)	4
8	Механічні передачі. Загальні відомості та основи розрахунків. Зубчасті передачі (Тема 8)	8
9	Вали та осі (Тема 9)	2
10	Підшипники кочення (Тема 10)	2
11	Підшипники ковзання (Тема 11)	2
12	Основні типи механічних муфт	2
13	Проведення модульного контролю	4
14	Індивідуальне завдання «Проектування вузла з гвинтовою передачею»	20
	<b>Разом</b>	<b>64</b>

## 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	«Розрахунок та конструювання зубчастих передач» (тема 8)	20

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних (онлайн) лекцій та лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового або тестового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді письмового іспиту або у формі тесту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1 (Т1,Т2,Т3,Т4,Т5)			
1.Виконання та захист лабораторних робіт	0...2	7	0...14
2.Робота на лекціях	0...1	7	0...7
3. Складання модульного контролю	0...20	1	0...20
Змістовий модуль 2 (Т6,Т7,Т8,Т9,Т10,Т11 і Т12)			
1.Робота на лекціях	0...1	9	0...9
2. Виконання та захист лабораторних робіт	0...2	5	0...10
3. Виконання індивідуального завдання	0...20	1	0...20
4. Складання модульного контролю	0...20	1	0...20
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту 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 2-х запитань, одне з яких є задача, а друге теоретичне з максимальною кількістю балів за кожне питання (60, 40) (сума – 100 балів).

Тестове завдання складається з 20 запитань з однаковою вагою (сума – 100 балів).

### Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Здобувач демонструє задовільне знання теорії та здатний відтворювати значну частину теоретичного матеріалу, але не досить повно і аргументовано. За допомогою викладача виконує індивідуальне завдання та лабораторні роботи, при цьому робить певну

кількість суттєвих помилок. Неохайно оформлює роботи та порушує окремі вимоги діючих стандартів. На цьому рівні оцінювання здобувач повинен виконати та захистити усі лабораторні роботи, виконати розрахункову роботу не менш ніж на 50 % і відвідати 50 % лекцій. Скласти два модулі та отримати загальну кількість балів не нижче ніж 20 балів.

**Добре (75 - 89).** Здобувач демонструє знання теорії на рівні вище середнього. При висвітленні окремих питань у здобувача не вистачає глибини та аргументації, при цьому він допускає окремі неістотні неточності та незначні помилки. Здатний застосовувати отриманні знання в практичних ситуаціях, що виникають під час виконання індивідуального завдання і лабораторних робіт, але при цьому робить певну кількість помилок, які не суттєво впливають на позитивний результат роботи. Самостійно виконує і акуратно оформлює індивідуальне завдання. На цьому рівні оцінювання здобувач повинен виконати та захистити усі лабораторні роботи, виконати розрахункову роботу не менш ніж на 75 % і відвідати 75 % лекцій. Скласти модульний контроль протягом семестру не менше, ніж на 30 балів (сумарно).

**Відмінно (90-100).** Здобувач демонструє відмінні знання теорії, глибоко та всебічно розкриває зміст питань, які обговорюються, аргументовано і логічно викладає матеріал, володіє культурою мови та коректно користується технічною термінологією. Здатний застосовувати отриманні знання в практичних ситуаціях, що виникають під час виконання індивідуального завдання і лабораторних робіт. Без допомоги викладача знаходить джерела інформації та використовує отриманні відомості відповідно до мети та завдань. Припускає незначні помилки у роботах і вміє їх самостійно аналізувати та виправляти. Виявляє творчий підхід до виконання індивідуального завдання. На цьому рівні оцінювання здобувач повинен виконати та захистити усі лабораторні роботи, отримавши максимальний бал, відвідати 85 % лекцій. Скласти модульний контроль протягом семестру не менше, ніж на 35 балів (сумарно).

### 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. Технічна механіка. Статика абсолютно твердого тіла. Опір матеріалів: Курс лекцій. Навчальний посібник / А.І. Ткачук. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард». – 2015. – 260 с.
2. [Деталі машин і основи конструювання](#) [Текст]: навч. посіб. / В. М. Доценко, Ю. В. Ковеза. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 212 с.
3. [Основи проектування механічних вузлів авіаційно-космічної техніки](#) [Текст]: навч. посібник / В. М. Доценко, В. М. Павленко, Ю. В. Ковеза та ін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2013. – 328 с.
4. Презентації лекцій. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8776>
5. Ю.В. Ковеза. Відео експериментів до лабораторних робіт №2, 4, 7 і 8. Режим доступу: [https://drive.google.com/drive/folders/1gWMv\\_t7qitMVmNvedcRy2hVy2w6JF6Dr?fbclid=IwAR2das1DUDRP0KSNymi5L2ypnNuINX71SG0PQ2plOUFFwOzXZnrkgmqnrFA](https://drive.google.com/drive/folders/1gWMv_t7qitMVmNvedcRy2hVy2w6JF6Dr?fbclid=IwAR2das1DUDRP0KSNymi5L2ypnNuINX71SG0PQ2plOUFFwOzXZnrkgmqnrFA).

## 14. Рекомендована література

### БАЗОВА

1. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів: підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.: іл.
2. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. Вінниця – ВНАУ, 2020. – 308 с.
3. Заблонський К.И. Деталі машин: підручник. – Одеса: Астропринт, 1999. – 404 с.
4. Хомік Н.І. Деталі машин: курс лекцій / Н.І. Хомік, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 160 с.
4. Розрахунки і проектування деталей машин :навч. посібник: в 2 ч. / Б. З. Овчаров, А. В. Міняйло, Д. І. Мазоренко та ін. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 315 с.
5. Основи конструювання деталей машин: конспект лекцій / В.І Мороз, В.В. Захарченко, О.В. Надтока, К.В. Астахова, С.В. Бобрицький. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 149 с.
6. Курмаз Л.В. Основи конструювання деталей машин: навч. посібник / Л.В.Курмаз. –Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХП», 2010. – 532 с.

### Допоміжна

1. Доценко В. М. Проектування зубчастих передач: навч. посібник / В.М. Доценко, Ю.В. Ковеза. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіа. ін.-т», 2022 – 99 с.
2. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е видання, перероб. – Кривий Ріг: видавець ФОП Чернявський Д. О., 2015. – 492 с.
3. Деталі машин. Практикум. Навчальний посібник / Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М., Байбула В.О., Толстущко М.М. – К.: Кондор, 2009. – 278с.
4. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів: Навч. посібник / В.О. Малащенко, В.В. Янків – Львів: Новий світ-2000, 2018. – 264 с.
5. Деталі машин. Сполучні муфти: Довідковий посібник / С.Г. Карнаух, М.Г. Таровик – Краматорск: ДДМА, 2019. – 35 с.

## 15. Інформаційні ресурси

Сторінка курсу у Менторі: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8776>.

Youtube: 202 XAI

Google Disk:

<https://drive.google.com/drive/folders/1DLAKE31GBosgfJx6X8DJJ05C0TIQ0wuG?usp=sharing>