

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

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

Олександр ГРЕБЕНІКОВ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 30 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

***ПЕДАГОГІЧНЕ СТАЖУВАННЯ (КП)***

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:**

13 Механічна інженерія  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:**

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
(код і найменування спеціальності)

**Освітня програма:**

Літаки і вертольоти  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти:**

другий (магістерський)  
(рівень освіти)

**Харків 2023 рік**

Розробник

Андрій БРУНАК, ст. викл. каф. 203  
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

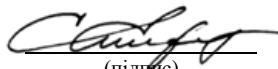
Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2023 р.

Завідувач каф. 203

д.т.н., професор  
(науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

Сергій СПИВАЧУК  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 2	<b>Галузь знань:</b> 13 <u>Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Обов'язкова
Кількість модулів – 1	<b>Спеціальність:</b> 134 <u>Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u> (шифр і назва)	<b>Навчальний рік</b> 2023 / 2024
Кількість змістових модулів – 1		<b>Семестр</b> 3-й
<b>Індивідуальне завдання:</b> <b>Курсовий проект:</b> <u>«Розробка та презентація структурно-компонувальної схеми газотурбінного двигуна»</u> (назва)		<b>Лекції*</b> –
<b>Загальна кількість годин –</b> 16*/60		<b>Практичні, семінарські*</b> 16 год.
<b>Кількість тижневих годин для денної форми навчання:</b> аудиторних – 1 самостійної роботи студента – 2,75	<b>Освітня програма:</b> <u>Літаки і вертольоти</u> (назва)	<b>Лабораторні*</b> –
		<b>Самостійна робота</b> 44 год.
	<b>Рівень вищої освіти:</b> <u>другий (магістерський)</u>	<b>Вид контролю</b> диф. залік

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 16 / 44

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** отримання знань та вмінь, необхідних для кваліфікованого структурованого аналізу схем сучасних газотурбінних двигунів, а також для викладання та пояснення схеми аудиторії слухачів, що навчається.

**Завдання:** навчитися складати конструктивно-компонувальні схеми сучасних газотурбінних двигунів; виділяти структурні компоненти двигуна у схемі та наочно показувати їх основне призначення, функції та взаємодію з іншими компонентами та модулями; користуватися сучасними системами САПР, необхідних для складання конструкційно-компонувальних схем газотурбінних двигунів; пояснювати широкій аудиторії слухачів особливості тієї чи іншої схеми; складати наочні та повноцінні презентації різних схем двигунів.

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

**Загальні компетентності:** ЗК1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. ЗК3 – здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. ЗК4 – здатність проводити дослідження на відповідному рівні. ЗК4 – здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді інноваційних рішень, працюючи у команді з залученням представників інших професійних груп. ЗК8 – здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень.

**Спеціальні (фахові) компетентності:** ФК5 – Здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою. ФК8 – Здатність формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації конкурентоздатних зразків авіаційної та ракетно-космічної техніки.

**Програмні результати навчання:** ПРН5 – використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми. РН6 – навички прийняття рішень при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності умов та вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

**Міждисциплінарні зв'язки:**

**Пре-реквізити:** Моделювання та конструювання об'єктів авіаційної техніки.

**Ко-реквізити:** Впровадження наукових досягнень в навчальний процес і інженерну практику (наукові школи інженерних факультетів); Вибірково-технічна дисципліна Hard Skills; Надійність та ресурс АРКТ

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1

#### Змістовий модуль 1

### СКЛАДАННЯ І ПРЕЗЕНТАЦІЯ КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА

#### Курсовий проект

Курсовий проект є самостійною роботою студента. Для керівництва, контролю та допомоги студенту призначається керівник курсового проекту з числа викладачів.

Курсовий проект містить у собі вибір моделі газотурбінного двигуна; складання його повноцінної конструктивно-компонувальної схеми, згідно з існуючими правилами складання подібних схем; складання наочної презентації, що пояснює всі особливості даного двигуна.

За бажанням студента та за згодою викладача завдання на курсовий проект може бути змінено у разі його відповідності до загального змісту даної дисципліни та збереженні обсягу й складності роботи.

Зміст курсового проекту – базове завдання:

Аналіз конструкції авіаційного газотурбінного двигуна, функції його основних модулів та елементів

Застосування двигуна на різних літальних апаратах, наземне застосування та ін.

Пошук і аналіз відмінностей модифікацій двигуна.

Історія створення двигуна, його сучасне застосування.

Аналіз модулів, елементів та силової схеми двигуна.

Складання конструктивно-компонувальної схеми двигуна з описом його основних модулів та елементів.

Складання презентації.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
<i>I</i>	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1 (СКЛАДАННЯ І ПРЕЗЕНТАЦІЯ КОНТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА)</b>					
<b>Індивідуальне завдання</b>					
<b>Курсовий проект на тему: “Розробка та презентація структурно-компонувальної схеми газотурбінного двигуна”</b>	<b>58</b>	-	<b>14</b>	-	<b>44</b>
<b>Контрольний захід</b>	2	-	2	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>60</b>	-	<b>16</b>	-	<b>44</b>
<b>Усього годин</b>	<b>60</b>	-	<b>16</b>	-	<b>44</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		0
	<b>Разом</b>	<b>0</b>

#### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Модуль 1</b>		
<b>Змістовий модуль 1 (СКЛАДАННЯ І ПРЕЗЕНТАЦІЯ КОНТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА)</b>		
1	Особливості та відмінності різних типів авіаційних газотурбінних двигунів. Їх застосування на різних літальних апаратах і для наземного обладнання.	2
2	Аналіз існуючих конструктивно-компонувальних схем різних типів двигунів. Приклади.	2
3	Правила складання конструктивно-компонувальних схем. Позначення. Спрощення.	6
4	Складання презентації проекту.	2
5	Виступ перед аудиторією для презентації навчального проекту.	2
6	Контрольний захід	2
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

## 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		0
	<b>Разом</b>	<b>0</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Модуль 1</b>		
<b>Змістовий модуль 1 (СКЛАДАННЯ І ПРЕЗЕНТАЦІЯ КОНТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА)</b>		
1	Виконання курсового проекту	44
	<b>Разом</b>	<b>44</b>

## 9. Індивідуальне завдання

1. **Курсовий проект на тему:** «Розробка та презентація структурно-компонувальної схеми газотурбінного двигуна».

Розділи роботи:

1. Дослідження та аналіз конструкції авіаційного газотурбінного двигуна.
2. Дослідження застосування двигуна (літальні апарати, наземне застосування та ін.), а також його модифікацій. Вибір модифікації складання схеми.
3. Дослідження історія створення двигуна, а також його сучасне застосування.
4. Аналіз модулів та елементів двигуна.
5. Аналіз силової схеми двигуна.
6. Складання конструктивно-компонувальної схеми двигуна.
7. Складання опису основних модулів та елементів двигуна у схемі.
8. Складання розрахунково-пояснювальної записки.
9. Складання презентації.

## 10. Методи навчання

Основні форми навчання:

- практичні роботи;
- курсовий проект;
- самостійна робота студента;
- залік.

Проведення практичних занять базується на індивідуальному складанні студентами конструктивно-компонувальної схеми газотурбінного двигуна, підготовки презентації, а також виступу перед аудиторією слухачів для пояснення функціонування двигуна.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти виконують курсовий проект.

## 11. Методи контролю

### 11.1. Тестування

Матеріал дисципліни складається з одного змістового модуля – курсовий проект на тему: “Розробка та презентація структурно-компонувальної схеми газотурбінного двигуна”.

**Складання модуля – на 38-му тижні 3-го семестру (один раз).**

До складання диференційного заліку (захисту курсового проекту) студент допускається за умови виконання всіх видів обов’язкових робіт, передбачених у модулі.

Строк захисту курсового проекту – 38-й тиждень. Затримка захисту курсового проекту на тиждень – мінус 2 бали, на 2 тижні – мінус 4 бали.

Семестр 3 – *диференційний залік*.

## **11.2. Питання для контролю та самостійної роботи студентів**

### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1**

1. Призначення конструктивно-компонувальної схеми двигуна.
2. Вкажіть основні елементи ТРД.
3. Опишіть принцип дії ТРД.
4. Назвіть конструктивно-компонувальні особливості ТРДФ.
6. Опишіть, ґрунтуючись на кресленні двигуна:
  - тип двигуна, його основні технічні дані, число роторів;
  - тип, кількість ступенів та механізацію компресора;
  - тип камери згоряння;
  - тип та кількість ступенів турбіни;
  - тип вихідного пристрою;
  - кількість опор ротора.
7. Опишіть принцип дії та конструктивно-компонувальні особливості ТРДД і ТРДДФ.
8. Назвіть переваги ТРД перед одноконтурним ТРД.
9. Опишіть конструктивно-компонувальні особливості ТВД.
10. Опишіть принцип дії та конструктивно-компонувальні особливості вертолітних ГТД.
11. Що таке силова система ГТД.
12. Які елементи входять до силової системи ГТД?
13. Перерахуйте основні вимоги, що пред'являються до силових систем ГТД.
14. Спростене позначення дисків, клапанів перепуску, лопаток та соплових апаратів на схемі.
15. Спростене позначення камери згоряння на схемі.
16. Спростене позначення вихідного пристрою, камери змішування, реверсу та форсажної камери на схемі.

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

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

Семестровий контроль (диференційний залік) проводиться у формі публічного захисту курсового проекту. Допуск до захисту надається за умов відпрацювання та здачі усіх практичних робіт, а також виконання усіх частин проекту.

Під час захисту проекту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Оцінка складається з таких частин:

- дослідження історії, модифікацій та застосовності двигуна – 15 балів.
- аналіз силової схеми газотурбінного двигуна – 15 балів.
- якість складання конструктивно-компонувальної схеми двигуна – 20 балів.
- якість та кількість пояснень до схеми – 15 балів.
- наочність та повноцінність складеної презентації – 10 балів.
- виступ при захисті курсового проекту – 10 балів.
- систематичність роботи над виконанням проекту – 15 балів.

### **12.2. Якісні критерії оцінювання**

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

**знати:**

- мету складання конструктивно-компонувальної схеми двигуна;
- принцип дії ТРД;
- відмінності у різних типах авіаційних газотурбінних двигунах, а також у їх застосуванні;

- правила позначення елементів та модулів двигуна на конструктивно-компонувальній схемі;
- знати переваги ТРДД перед одноконтурним ТРД;
- що таке силова система ГТД та які елементи входять до її складу;
- основні вимоги, що пред'являються до силових систем ГТД.

**вміти:**

- складати конструктивно-компонувальну схему авіаційних газотурбінних двигунів;
- складати наочну презентацію для демонстрації свого продукту дослідження;
- доповісти та пояснити продукт дослідження перед аудиторіями слухачів.

### 12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття. Виконати та захистити індивідуальне завдання (курсний проект). Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати відмінності у різних схемах газотурбінних двигунів. Мати уявлення, що таке силова схема двигуна та з чого вона складається. Знати, навіщо необхідні конструктивно-компонувальні схеми двигунів та вміти скласти таку схему для найпростіших двигунів з невеликою кількістю помилок. Знати, як позначається більшість елементів та модулів двигуна на схемі. Вміти скласти просту презентацію (мінімум на 5 слайдів) та за допомогою тез доповісти про проведене дослідження.

**Добре (75-89).** Твердо опанувати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання (курсний проект). Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати відмінності у різних схемах газотурбінних двигунів, а також застосування кожного з типів – для різних літальних апаратів та наземного обладнання. Змінити відмінності в модифікаціях двигунів. Чітко знати, що таке силова схема двигуна, з чого вона складається і які типи силових схем. Знати, навіщо необхідні конструктивно-компонувальні схеми двигунів. Вміти скласти таку схему для будь-якого авіаційного газотурбінного двигуна з невеликою кількістю помилок. Знати, як позначаються всі елементи та модулі двигуна на схемі, а також які допускаються спрощення. Вміти скласти повноцінну презентацію (мінімум на 8 слайдів) виконаного дослідження. Вміти доповісти слухачів про виконане дослідження.

**Відмінно (90-100).** Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання (курсний проект). Здати модульне тестування з відмінною оцінкою. Знати всі відмінності різних схем газотурбінних двигунів, застосування кожного з типів (для різних літальних апаратів та наземного обладнання), а також особливості їх конструкції. Чітко знати відмінності у модифікаціях двигунів. Чітко знати, що таке силова схема двигуна, з чого вона складається і які є типи силових схем з усіма перевагами та недоліками. Знати, навіщо необхідні конструктивно-компонувальні схеми двигунів. Вміти скласти таку схему для будь-якого авіаційного газотурбінного двигуна без помилок. Знати, як позначаються всі елементи та модулі двигуна на схемі, а також які допускаються спрощення. Вміти складати наочні описи до схеми. Вміти скласти повноцінну презентацію (мінімум на 15 слайдів) виконаного дослідження. Вміти доповісти аудиторії слухачів про поставлене завдання дослідження, процес його виконання, а також про отримані результати.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано



### **13. Методичне забезпечення**

1. Конструктивно-компонувальні схеми авіаційних ГТД / В.С. Чигрин. Навч. посібник. – Харків: ХАІ, 2017. – 40 с.
2. Зображення деталей та вузлів на компоновальних схемах газотурбінних двигунів / О.В. Олейник. Навч. посібник. – Харків: ХАІ, 2001.
3. Розрізні макети газотурбінних двигунів в аудиторіях 103 та 124.

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Чигрин В.С. Конструкція та міцність авіаційних двигунів: консп. лекцій. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. С. Жуковського «Харківський авіац. ін-т», 2017. – 420 с.
2. Технічні описи авіаційних газотурбінних двигунів.

#### **Допоміжна**

1. Шошин Ю.С. Основні технічні дані маршових авіаційних газотурбінних двигунів СРСР, України, Росії. – Харків: ХАІ, 2002. – 70 с.
2. Чигрін В.С., Тихомиров А.Є. Конструктивно-компонувальні схеми ГТД. – Харків: ХВВАІУ, 1991. – 26 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Електронні креслення повздовжніх розрізів двигунів.
2. Фотографії та відео двигунів аудиторій 103 та 124.