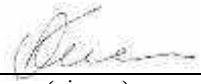


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Олег КИСЛОВ
(ім'я та прізвище)

« 29 » 08 2025 р.

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

**КОНСТРУКЦІЯ ТА МІЦНІСТЬ
ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ТА УСТАНОВОК (КП)**
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма Газотурбінні установки і компресорні станції
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків 2025 рік

Розробник Юрій ГУССВ, професор каф. 203, к.т.н., доц.
(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 «30» серпня 2024 р.

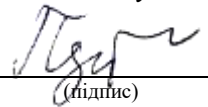
Завідувач каф. 203 д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Сергій ЄПІФАНОВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено

Представник здобувачів освіти «Авіаційні двигуни та енергетичні установки»


(підпис)

Роман Петров
(ім'я та прізвище)

1 Загальна інформація про викладача



Гусєв Юрій Олексійович

Професор кафедри конструкції авіаційних двигунів

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Проектування, випробування та сертифікація об'єктів АРКТ

Конструкція та міцність газотурбінних двигунів та установок

Напрями наукових досліджень:

Високотемпературна тензометрія

Термонапружений стан елементів ГТД та інших об'єктів енергетичного машинобудування

Контактна інформація: i.gusiev@khai.edu

2 Опис навчальної дисципліни

Форми здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	<i>5 (7) семестр</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити ЄКТС / 60 годин (32 аудиторних, з яких : практичні – 24, СРЗ – 36)</i>
Види навчальної діяльності	<i>Практичні роботи, самостійна робота здобувача</i>
Види контролю	<i>Поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (залік)</i>
Пререквізити	<i>Вища математика, Фізика, Теорія повітряно-реактивних двигунів, Деталі машин та основи конструювання, Загальний устрій авіаційних двигунів і енергетичних установок, Термодинаміка і теплообмін, Інженерне матеріалознавство, Авіаційне матеріалознавство, Конструкція і динаміка АД та ЕУ</i>
Постреквізити	<i>Міцність авіаційних двигунів, динаміка авіаційних двигунів, системи та агрегати авіаційних двигунів, технологія виробництва авіаційних двигунів, Комп'ютерно-інтегровані системи проектування, Надійність і ресурс АД та ЕУ</i>

3 Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікувані результати навчання

Мета: Надбання здобувачами знань з конструкції газотурбінних установок.

Завдання: вивчити теоретичний курс, конструкції різних вузлів авіаційних двигунів та окремих деталей (компресорів, турбін, камер згоряння, та ін.), навантажень головних конструктивних елементів двигуна та методів розрахунків їх на міцність, конструкційних матеріалів.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності:**

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі, пов'язані з розробкою, виробництвом та сертифікацією авіаційної та ракетно-космічної техніки, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерних наук, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 1. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 2. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК1. Здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК2. Здатність використовувати положення гідравліки, аеро- та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем.

ФК3. Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК4. Здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.

ФК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **програмні результати навчання** і він буде:

ПРН1. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з професійних питань.

ПРН2. Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.

ПРН3. Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефаківцям в ясній і однозначній формі.

ПРН4. Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

ПРН5. Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.

ПРН6. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу.

ПРН7. Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики.

ПРН8. Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

ПРН9. Розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки).

ПРН10. Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів.

ПРН11. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН12. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4 Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Розрахунок робочих лопаток компресорів на статичну міцність, основні припущення. Розрахункові режими для оцінки статичної міцності робочих лопаток компресорів. Оцінка міцності пера робочої лопатки.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

– *Практична робота: “Розрахунок робочих лопаток компресорів на статичну міцність. Оцінка міцності пера робочої лопатки”.*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 2. Навантаження, що діють на диск компресора ГТД. Основні припущення під час оцінки статичної міцності диска. Визначення контурного розподіленого навантаження на ободі диску. Оцінка міцності диска за запасом статичної міцності.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Навантаження, що діють на диск компресора ГТД. Оцінка міцності диска за запасом статичної міцності.”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 3. Коливання лопаток компресорів. Власні і зв’язані коливання робочих лопаток. Форми власних коливань робочих лопаток. Розрахунок частот власних коливань робочих лопаток. Побудова частотної діаграми. Резонансні режими.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Коливання лопаток компресорів. Власні і зв’язані коливання робочих лопаток. Побудова частотної діаграми. Резонансні режими”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 4. Опори ротора двигуна

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Опори ротора двигуна. Змащення опор”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Змістовий модуль № 2

Тема 5. Розробка конструкції компресора двигуна за прототипом. Виконання креслень повздовжнього розрізу компресора двигуна.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Розробка конструкції компресора двигуна за прототипом. Виконання креслень повздовжнього розрізу компресора двигуна.”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 6. Оформлення пояснювальної записки

Форма занять: самостійна робота.

- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

5 Індивідуальні завдання

Навчальний план передбачає виконання в якості індивідуального завдання курсового проекту «Компресор авіаційного ГТД». Витрати часу на його виконання складають 36 годин за рахунок самостійної роботи. Результати виконання роботи студент подає у вигляді пояснювальної записки обсягом 20...25 сторінок.

Курсовий проект має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і отримати необхідні навички практичних розрахунків статичної порочності лопаток і диска компресора, частоти власних коливань робочих лопаток компресора двигуна.

Вхідні дані: діаметральні розміри проточної частини компресора, властивості матеріалу і геометрії лопаток компресора двигуна.

6 Методи навчання

Мовленняві, наочні, практичні.

7 Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування, виконання лабораторних робіт й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (залік).

8 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)		Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів	
	min	max		min	max
Змістовний модуль 1					
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	2	4	4	8	16
Модульний контроль	20	30	1	20	30
Змістовний модуль 2					
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	1	2	1	5	8
Модульний контроль	20	30	1	20	30
Виконання і захист РР	12	18	1	7	16
Усього за семестр				60	100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	Відмінно
75-89	Добре
60-74	Задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

За виконання практичних робіт студент в залежності від оцінки отримує від 2 до 4 балів.

За курсовий проект студент в залежності від якості виконання роботи та відповідей на запитання у усній формі отримує наступні оцінки:

- «задовільно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання, які відносяться до роботи з помилками, але логіка відповідей правильна – 7 бали.

- «добре» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання з незначними помилками- 10 балів.
- «відмінно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання - 16 балів.

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту.

Допуском до заліку є здача усіх практичних робіт та розрахункової роботи.

Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Модульний контроль та залік проводиться у вигляді тестування. Тест включає теоретичні, у відповідності до модуля, та практичні завдання..

Студент повинен:

знати:

- конструкцію авіаційних ГТД усіх типів, які призначаються для дозвукових та надзвукових авіаційних літальних апаратів, вимоги до двигунів різного призначення, конструкцію вузлів цих двигунів та деталей;
- порядок проектування авіаційного двигуна;
- конструкцію вузлів і деталей компресора двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації;
- статичні і динамічні навантаження, які діють на елементи ГТД;
- методи розрахунків основних деталей компресора двигуна на міцність (лопаток, дисків, замків, валів);
- конструкційні матеріали, які використовуються у компресорі двигуна;

вміти:

- виконувати порівняльну оцінку існуючих конструкцій компресорів двигунів;
- формувати технічні вимоги щодо розробки компресора двигуна для конкретного типу літального апарата;
- обирати конструкційні матеріали, які використовуються у компресорі двигуна;
- виконувати розрахунки основних деталей компресора двигуна на міцність;
- аналізувати вплив конструкційних і експлуатаційних факторів на напружено-деформований стан деталей двигуна.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виконати та захистити курсовий проект. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Мати уяву про конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; норми міцності; методи розрахунків основних деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, валів); режими роботи двигуна, мати уяву про вплив конструкційних і експлуатаційних факторів на напружено-деформований стан деталей двигуна.

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре захистити курсовий проект. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; норми міцності; методи розрахунків основних деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, валів); режими роботи двигуна, зміну навантажень при різних режимах роботи; конструкційні матеріали, які використовуються у двигунах; мати уяву про вплив конструкційних і експлуатаційних факторів на напружено-деформований стан деталей двигуна.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити курсовий проект. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре»). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати порядок проектування авіаційного двигуна, конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; статичні і динамічні навантаження, які діють на елементи ГТД; норми міцності; методи розрахунків основних деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, валів); режими роботи двигуна, зміну навантажень при різних режимах роботи; конструкційні матеріали, які використовуються у двигунах; вплив конструкційних і експлуатаційних факторів на напружено-деформований стан деталей двигуна.

9 Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити з викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно в формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdt>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. У разі виконання індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються реферати, які містять не менше 60 % оригінального тексту

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu.ua/university/nonnativnaB-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

1. Yepifanov, S. Design of Aircraft Turbine Engines [Text] : textbook / S. V. Yepifanov, V. S. Chygryn. — Kharkiv : National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2021. — 320 p.
2. Yepifanov, S. Major units of aircraft gas turbine engines: Tutorial [Text] / S. Yepifanov, Y. Shoshin, Y. Gusev. — Kharkov.: National Aerospace University “Kharkov Aviation Institute”, 2013. – 101 p.
3. Yepifanov, S. Afterburners and exhaust systems of turbine engines: Tutorial [Text] / S. Yepifanov, Y. Shoshin, V. Chygryn. Kharkov : National Aerospace University “Kharkov Aviation Institute”, 2014. – 32 p.
4. The Jet engine [Text] // The Technical Publications Department of RR plc . – Derby, England . – 1996. – 278 p.
5. Treager, I.E. Aircraft gas turbine engine technology [Text] / I. E. Treager. – 3-rd ed. – Glencoe/McGraw-Hill. 2001. – 677 p.
6. Hunecke, K. Jet engines. Fundamentals of theory, design and operation [Text] // K. Hunecke. – 6-th impression/ - Osceola.: Motorbooks IP&W, 2003. – 241 p.
7. Boyce, M.P. Gas turbine engineering handbook [Text] / M.P. Boyce. - 3-rd ed. – Gulf Professional Publishing. – 2006. – 936 p.

8. Чигрин, В.С. Конструкция и прочность авиационных двигателей (конспект лекций). Харьков, Нац. аэрокосм. ун-т, 2017. – 420 с.

Допоміжна

1. Скубачевский, Г.С. Авиационные газотурбинные двигатели, конструкция и расчет деталей [Текст] / Г.С. Скубачевский. - М.: Машиностроение, 1981. - 552 с.
2. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей. [Текст] : Учебник для вузов. Под ред. Д. В. Хрониной.– М. : Машиностроение, 1989. – 368 с.
3. Иноземцев, А. А. Газотурбинные двигатели [Текст] : в 5 кн. / А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. П. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – Кн. 2: Компрессоры. Камеры сгорания. Турбины. Выходные устройства. – 367 с.
4. Shoshin, Yu. Basic technical data of Soviet, Ukrainian and Russian cruise engines of aircraft [Text] / Yu. Shoshin, F. Sirenko. – Kharkov.: National Aerospace University “Kharkov Aviation Institute”, 2015. – 65 p.
5. Никитин, Ю.М. Конструирование элементов деталей и узлов авиадвигателей [Текст] / Ю.М. Никитин. - М.: Машиностроение, 1968. - 324 с.
6. Локай, В.И. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов [Текст] / В. И. Локай, М.К. Максимова, В.А. Струнkin. – М.: Машиностроение, 1979. – 477 с.
7. Technical descriptions of aircraft engines.

12 Інформаційні ресурси

- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2793>