

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**

(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

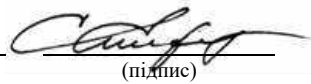
Розробник Юрій ГУССВ, професор каф. 203, к.т.н., доц.
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2024 р.

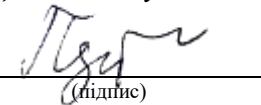
Завідувач каф. 203 д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(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	Денна
Семестр	4 (6) семестр
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни	6 кредити ЄКТС / 180 годин (88 аудиторних, з яких : лекції – 48, лабораторні – 8, практичні – 32, СРЗ – 92)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота здобувача
Види контролю	Поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит)
Пререквізити	інженерне матеріалознавство, вища математика, теоретична механіка, механіка матеріалів та конструкцій, технології конструкційних матеріалів, теорія газотурбінних двигунів і установок, теорія та розрахунок лопатевих машин, газотурбінні установки, компресорні станції та газотранспортні мережі, нагнітачі природного газу, теплообмінне обладнання в енергетиці та газовій галузі, технологія газотурбобудування.
Постреквізити	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
Кореквізити	деталі машин, технологія двигунобудування

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

Мета: *теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до аналізу конструкцій газотурбінних двигунів та установок та міцності і стійкості їх елементів.*

Завдання: *вивчення сучасних конструкцій газотурбінних двигунів та установок та методів розрахунку міцності та стійкості їх елементів.*

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:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК10. Здатність працювати в команді;

ЗК11. Навички міжособистісної взаємодії;

ЗК14. Навички здійснення безпечної діяльності;

ЗК15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням теоретичних і експериментальних методів дослідження процесів в газотурбінних установках та енергетичному обладнанні компресорних станцій;

ФК3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні газотурбінної техніки і енергетичного обладнання компресорних станцій та застосовувати прогресивні методи експлуатації газотурбінної техніки і енергетичного обладнання компресорних станцій для транспортування природного газу.

ФК7. Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів при проектуванні газотурбінної техніки та енергетичного обладнання компресорних станцій, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових газотурбінних установок та енергетичного обладнання компресорних станцій;

ФК8. Здатність визначати режими експлуатації газотурбінних установок та енергетичного обладнання компресорних станцій і застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів

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

ПРН 1. Демонструвати знання і розуміння математики, фізики, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, теорій лопаткових машин, газотурбінних двигунів і тепломасообміну, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН 2. Демонструвати знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення головних результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПРН 4. Застосовувати процеси, системи, обладнання, інженерні технології відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; обирати і застосовувати додатні типові розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати досліджень.

ПРН 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН 6. Розробляти і проектувати газотурбінні установки та енергетичне обладнання компресорних станцій, що задовольняють конкретним вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПРН 7. Застосовувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти при проектуванні об'єктів газотурбобудування та енергетичного машинобудування.

ПРН 9. Застосовувати нормативні документи і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань.

ПРН 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

ПРН 11. Виявляти розуміння методик проектування і досліджень в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій, а також їх обмежень.

ПРН13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси при вирішенні професійних завдань в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій з урахуванням наявності обмежень та розумінням їх природи.

ПРН 14. Застосовувати норми інженерної практики у сфері газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій.

ПРН 20. Засвоїти розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

ПРН 21. Виявляти здатність аналізувати розвиток науки і техніки.

4 Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Предмет вивчення та задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані. Рекомендована література. Класифікація авіаційних двигунів. Основні параметри. Области використання.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 2. Термодинамічний цикл Брайтона. Залежність питомої роботи від параметрів польоту, температури газу перед турбіною та ступеня підвищення тиску. Покоління ГТД. Формула для визначення тяги. Питома тяга та питома витрата палива. Зміна температури та тиску у характерних перерізах проточної частини.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 3. Головні вузли та силові системи ГТД. Умови роботи і навантаження на основні вузли та деталі двигуна. Газові сили і моменти, які діють на вузли ГТД. Засоби зменшення осьових сил, які діють на ротори двигунів. Конструкції опор роторів ГТД. Сили інерції, які діють на вузли ГТД. Статичне та динамічне балансування роторів. Силові системи роторів і статорів. Трансмсії ГТД, конструкція з'єднувальних муфт. Джерела температурних напружень у вузлах та деталях АД і ЕУ.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

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

Тема 4. Визначення навантажень та аналіз міцності валів. Аналіз характерних режимів роботи та зміни осьових та радіальних сил, крутного моменту, гіроскопічного моменту. Визначення критичного режиму польоту для аналізу міцності вала та відповідних навантажень. Побудова розрахункової схеми вала.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 5. Призначення, умови роботи та вимоги до компресорів АД та ЕУ. Класифікація компресорів ГТД, параметри, порівняльна оцінка. Осьові та відцентрові компресори. Конструктивні схеми осьових компресорів. Вимоги до конструкції компресора та шляхи їх реалізації. Типи роторів осьових компресорів, їх порівняльна

оцінка. Конструкція робочих лопаток компресора та вузлів їх кріплення. Навантаження, що діють на ротор компресора. Статори компресорів. Зазори між ротором і статором. Ущільнення проточної частини компресорів. Засоби забезпечення безпомпажної роботи компресора на всіх режимах роботи двигуна. Конструкційні матеріали виготовлення деталей компресорів.

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. Призначення, умови роботи та вимоги до турбін АД і ЕУ. Робочі лопатки турбін, засоби їх сполучення з диском. Диски турбін, їх сполучення між собою та з валом. Розрахунок осьової сили, яка діє на ротор турбіни. Статори газових турбін. Соплові апарати, умови роботи, силові схеми та засоби кріплення до корпусів. Корпуси газових турбін. Охолодження деталей турбін. Визначення температури лопаток та дисків турбіни. Зазори проміж ротором і статором. Конструктивні матеріали для виготовлення деталей турбін.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Конструкція турбін та вимоги до них”*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 7. Призначення, умови роботи та вимоги до камер згоряння АД і ЕУ. Особливості робочого процесу у камерах згоряння. Призначення, умови роботи, конструктивне оформлення та навантаження на основні елементів КЗ: корпуси, дифузор, жарові труби, фронтний пристрій, форсунки, запалювальний пристрій, газозбірник. Особливості форсажних камер. Вібраційне горіння та його вплив на міцність КЗ.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Класифікація та конструкція камер згорянь, вимоги до камер згорянь”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Модульний контроль

Модуль 2

Змістовий модуль № 2

Тема 8. Розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил. Розрахунок на міцність лопаток від дії газових сил. Сумарні напруження, коефіцієнт запасу міцності. Розвантаження пера робочої лопатки від згинаючих моментів газових сил моментами від відцентрових сил. Коефіцієнт розвантаження. Особливості розрахунку лопаток з бандажними полицями, нерівномірно нагрітих лопаток.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Виконання розрахунку на статичну міцність лопаток компресорів та турбін”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): плакати, креслення двигунів.*

Тема 9. Розрахунок на міцність дисків компресорів і турбін, виведення головних розрахункових рівнянь напруженого стану. Зведення розрахункових рівнянь диску до системи звичайних диференціальних рівнянь. Граничні умови для суцільного диска та диска із центральним отвором. Особливості розрахунку дисків зі стрибкоподібною зміною товщини та дисків відцентрових компресорів. Аналіз термонапруженого стану диска на прикладі диска постійної товщини. Визначення запасу міцності диска за еквівалентними напруженнями та за руйнуючою частотою обертання.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Розрахунки на міцність дисків компресорів та турбін”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 10. Види та форми коливань лопаток. Вільні та вимушені коливання лопаток компресорів і турбін. Визначення частоти першої форми власних коливань моделі лопатки (плоскої пластини) за методом Релея. Вплив форми лопатки та умов її роботи на частоту вільних коливань. Визначення частот кількох форм коливань реальної лопатки за методом скінчених елементів. Вплив конструкційних та експлуатаційних факторів на частоту власних коливань лопаток. Джерела змінних сил, що примушують лопатку коливатися. Визначення резонансних режимів. Побудова та аналіз частотної діаграми для робочої лопатки компресора або турбіни. Методи демпфування коливань лопаток. Автоколивання лопаток.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

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

Тема 11. Коливання дисків. Форми коливань. Сумісні коливання лопаток із дисками.

Форма занять: самостійна робота.

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

Модульний контроль

Модуль 3

Змістовий модуль №3

Тема 12. Коливання роторів. Критична частота обертання невагомго вала з одним диском. Поняття «жорсткого» та «гнучкого» вала.

Форма занять: самостійна робота.

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

Тема 13. Згинальні коливання роторів ГТД. Власні згинальні коливання роторів. Власні згинальні коливання не обертового одно-дискового ротора. Власні рухи не обертового одно-дискового ротора.

Форма занять: самостійна робота.

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

Тема 14. Коливання обертового ротора Власні прецесійні рухи не обертового одно-дискового ротора. Прецесійний рух валу. Силкові фактори при прецесійному русі вала.

Форма занять: самостійна робота.

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

Тема 15. Змущені та резонансні коливання роторів. Роторні коливання валів. Не роторні коливання валів. Вплив пружності опор на коливання роторів.

Форма занять: самостійна робота.

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

Тема 16. Розрахунок згинальних коливань роторів ГТД методом скінченних елементів.

Форма занять: самостійна робота.

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

Тема 17. Основні поняття та вимоги до опор. Конструкція та проектування пружнодемпферних опор.

Форма занять: практична робота, самостійна робота.

- *Практична робота: “Вимоги до опор. Конструкція та проектування пружнодемпферних опор”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Модульний контроль

5 Індивідуальні завдання

РГР на тему: «Розрахувати на міцність лопатку компресора авіаційного газотурбінного двигуна».

6 Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- лабораторні роботи
- самостійна робота студента;
- іспит.

На лекціях студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання лабораторних робіт, самостійної роботи.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення лабораторних робіт базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта, а також й на матеріальному його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (розрізні макети, плакати та ін.). Під час проведення лабораторних робіт використовується бригадний характер праці студентів.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенті поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення лабораторних робіт.

7 Методи контролю

Оформлення лабораторних робіт – *письмово*, захист – *усно*.

Проведення, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

Семестр 6(4) – іспит.

8 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

8.1 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 лекціях	0...0,5	11	0...5,5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	1...2	8	8...16
Модульний контроль	14...17	1	14...17
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	1...2	7	7...14
Модульний контроль	14...17	1	14...17

Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	1...2	4	4...8
Модульний контроль	13...16	1	13...16
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт.

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання - *змістовий модуль 1,2 або 3.*

Друге запитання – *тематика розрахунково-графічної роботи.*

Максимальна кількість балів за кожне запитання –50.

8.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- типи газотурбінних силових установок за способом створення рушійної сили та здійснення робочих процесів у двигуні;
- області їх застосування;
- основні питомі параметри авіаційних двигунів;
- вхідні пристрої. Будова, засоби підвищення ефективності роботи.;
- повітряні лопаткові компресори ГТД: принцип, ефективність, сталість роботи;
- газові турбіни ГТД: принцип, ефективність роботи, будова, засоби підвищення ефективності роботи;
- конструкцію робочих лопаток компресора і турбіни. Розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил;
- Конструкцію та розрахунок на міцність вузлів кріплення робочих лопаток компресорів. Конструкцію та розрахунок на міцність вузлів кріплення робочих лопаток турбін;
- камери згоряння ГТД. Принцип роботи, будова, засоби підвищення ефективності роботи;
- вихідні пристрої ГТД. Принцип роботи, будова;
- системи які забезпечують роботу двигуна;
- Види та форми коливань лопаток. та дисків ГТД Вільні та вимушені коливання лопаток компресорів і турбін. Побудова та аналіз частотної діаграми для робочої лопатки компресора або турбіни
- Коливання роторів. Критична частота обертання невагомго валу з одним диском. Поняття «жорсткого» та «гнучкого» валу. Основні поняття та вимоги до опор. Конструкція та проектування пружно-демпферних опор.
- Прецесійний рух валу. Силкові фактори при прецесійному руху валу

вміти:

- визначати загальну будову та робочі процеси різновидів авіаційних теплових двигунів;
- виконувати оцінку призначення, будови та ефективності вузлів ГТД;
- виконувати порівняльну оцінку існуючих конструкцій, пропонувати шляхи їх вдосконалення.
- Виконувати розрахунки на міцність робочих лопаток та дисків компресора і турбін.

8.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахунково-графічну роботу). Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Мати уяву про вимоги норм льотної гідності; конструкцію авіаційних ГТД різних типів; порядок проектування авіаційного двигуна та його випробувань; конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; норми міцності; методи розрахунків основних деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, барабанів, замків, валів, оболонок); режими роботи двигуна, мати уяву про вплив конструкційних і експлуатаційних факторів на напружено-деформований стан деталей двигуна та про вплив режимів роботи двигуна на малоциклову втому його деталей.

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати вимоги норм льотної гідності; 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 та його випробувань; конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; норми міцності; методи розрахунків основних деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, барабанів, замків, валів, оболонок); 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; вплив режимів роботи двигуна на малоциклову втому його деталей.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре»). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати вимоги норм льотної гідності; 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 та його випробувань; обмеження діапазону використання літального апарата, які дає двигун; конструкцію вузлів і деталей двигуна, проблеми, що виникають під час їх експлуатації; статичні і динамічні навантаження, які діють на елементи ГТД і літак від двигуна; норми міцності; методи розрахунків основних

деталей двигуна на міцність (лопаток, дисків, барабанів, замків, валів, оболонок); 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; вплив режимів роботи двигуна на малоциклову втому його деталей.

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

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/polozhenlya-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 під час перевірки на плагіат, есе – 70 %.

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/>).

10 Методичне забезпечення

Електронні матеріали курсу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1172>.

11 Рекомендована література

Базова

1. Єпіфанов, С. В. Конструкція авіаційних газотурбінних двигунів [Текст] : підручник / С. В. Єпіфанов, В. С. Чигрин. – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авац. ін-т», 2022. – 336 с.
2. Камери згоряння газотурбінних двигунів авіаційного та наземного застосування [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Ю. О. Гусєв, І. Ф. Кравченко, С. О. Євсєєв, О. В. Бондаренко. - Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. 72 с.

Допоміжна

1. Технічні описи конструкцій авіаційних газотурбінних двигунів.

12 Інформаційні ресурси

Електронні креслення повздовжніх розрізів двигунів, електронні посібники по лабораторним заняттям й програми ПЕОМ з розрахунків на міцність і коливання елементів ГТД, креслення поздовжніх розрізів ГТД.