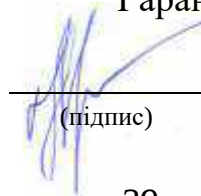


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Сергій НИЖНИК

(ім'я та прізвище)

« 29 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

КОНСТРУКЦІЯ АД ТА ЕУ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

Авіаційні двигуни та енергетичні установки

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:

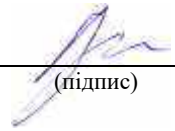
перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків 2025 р.

Розробник

Олександр Гаркуша, к.т.н, доцент
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри

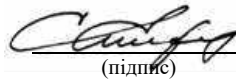
Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри

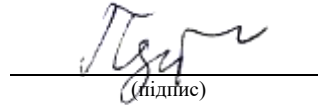
д.т.н, професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(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



Гаркуша Олександр Іванович

Доцент кафедри конструкції авіаційних двигунів

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Динаміка та міцність АД та ЕУ;

Конструкція, динаміка та міцність АД та ЕУ;

Конструкція та міцність авіаційних двигунів;

Конструкція АД та ЕУ;

Загальний устрій АД та ЕУ.

Напрями наукових досліджень:

Теплонаруженний стан лопаток турбіни з керованим сопловим апаратом;

Теплонаруженний стан лопаток турбіни з керуванням витрат охолоджуючого повітря.

Контактна інформація:

o.garkusha@khai.edu; @Alexander Garkusha

2 Опис навчальної дисципліни

Форми здобуття освіти	Денна
Семестр	6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС / 120 годин (64 аудиторних, з яких : лекції – 32, практичні – 32, СРЗ – 56)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота здобувача
Види контролю	Поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит)
Пререквізити	Теорія теплових двигунів, загальний устрій авіаційних двигунів, деталі машин і основи конструювання, механіка матеріалів і конструкцій, матеріалознавство, аерогідродинаміка, термодинаміка та теплообмін
Постреквізити	Міцність авіаційних двигунів, динаміка авіаційних двигунів, системи та агрегати авіаційних двигунів, технологія виробництва авіаційних двигунів.

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

Вивчення навчальної дисципліни «**Конструкція АД та ЕУ**» полягає в формуванні системи знань, способів діяльності та творчих здібностей з конструкції авіадвигунів. надбання здобувачами знань з конструкції авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД), розрахунків на міцність деталей ГТД, норм міцності, конструкційних матеріалів, які використовуються у двигунах..

Завдання: вивчити теоретичний курс, виконати лабораторні та практичні роботи, вивчення конструкції авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) та розрахунків на міцність деталей ГТД

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

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі, пов'язані з роботою, 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 працювати у команді.*
- ЗК 5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).*
- ЗК 6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.*
- ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК1. Здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

СК2. Здатність використовувати положення гідравліки, аеро та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем.

СК3. Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.

СК4. Здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.

СК5. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

СК6. 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.

ПРН6. Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.

ПРН7. 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.

ПРН8. Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики.

ПРН9. Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

ПРН10. Розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки).

ПРН11. Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

ПРН12. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН13. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН14. Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки..

4 Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Класифікація авіаційних двигунів, Головні параметри авіаційних ГТД. Головні вузли та цикл ГТД. Газові сили і моменти, які діють на вузли ГТД.

- Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.
- Практична робота: “Загальне знайомство з конструкцією ТРД, ТРДД, ТГД, ТВАД”.
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали,

інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.

Тема 2. Класифікація осьових компресорів ГТД, параметри, порівняльна оцінка. Типи роторів.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Вивчення конструкції осьових компресорів авіаційних ГТД”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 3. Класифікація газових турбін. Конструкція елементів турбіни. Охолодження деталей турбін. Конструктивні матеріали для виготовлення деталей турбін.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Газові турбіни авіаційних ГТД”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 4. Конструкція робочих лопаток компресора і турбіни. Розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил. Розрахунок на міцність лопаток від дії газових сил. Напруження при згинанні лопаток, запаси міцності.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Конструкція робочих лопаток компресора і турбіни. Розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 5. Розрахунок на міцність дисків компресорів і турбін, виведення головних розрахункових рівнянь напруженого стану.

- *Форма занять: лекція, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Розрахунок на міцність дисків компресорів і турбін, виведення головних розрахункових рівнянь напруженого стану”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 6. Камери згоряння ГТД, класифікація, вимоги та конструкція. Конструктивні матеріали для виготовлення деталей камер згоряння.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Камери згоряння авіаційних ГТД”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 7. Силові системи ротора ГТД, конструкція опор. Силові системи статора ГТД, вузли кріплення двигуна.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Силові системи ротора ГТД, конструкція опор. Силові*

системи статора ГТД, вузли кріплення двигуна».

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 8. Вихідні пристрої ГТД. Типи реактивних сопел. Регульовані та нерегульовані сопла.

- *Форма занять: лекції, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Вихідні пристрої ГТД. Форсажні камери ТРДФ.”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 9. Призначення та основні характеристики редукторів. Класифікація.

- *Форма занять: лекції, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: “Редуктори ГТД та турбовальних двигунів”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Підготовка до модульного контролю.

5 Індивідуальні завдання

Навчальний план передбачає виконання в якості індивідуального завдання розрахункової роботи «Розрахунок на міцність лопатки компресора авіаційного газотурбінного двигуна». Витрати часу на їх виконання складають 16 годин за рахунок обсягу самостійної роботи. Результати виконання роботи студент подає у вигляді пояснювальної записки обсягом 4...8 сторінок.

Розрахункова робота має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і отримати необхідні навички практичних розрахунків на міцність лопатки компресора авіаційного газотурбінного двигуна.

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

Роботу виконують протягом третього-шостого тижнів шостого семестру; на десятий тиждень призначений її прийом. Бали за розрахункову роботу нараховують згідно якості та своєчасності її виконання.

6 Методи навчання

Мовленнєві, 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 (іспит).

8 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне за- няття (завдання)		Кількість занять (за- вдань)	Сумарна кількість балів	
	min	max		min	max
Змістовний модуль 1					
Робота на лекціях	0	0.5	16	0	8
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	1	2	16	16	32
Модульний контроль	20	30	1	34	40
Виконання і захист РР	10	20	1	10	20
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 лабораторних і практичних робіт студент в залежності від оцінки отримує від 2 до 4 балів.

За розрахункову роботу 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 – 10 балів.
- «добре» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання з незначними помилками - 15 балів.
- «відмінно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання - 20 балів.

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

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

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

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

Студент повинен:

знати:

- типи авіаційних 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;

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 компресора і турбіни.

9 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Вміти визначити тип двигуна за його натурним зразком або кресленням, тип компресора, турбіни і вихідного пристрою. Визначати кількість ступеней компресора і турбіни. Пояснити розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил.

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Вміти визначити тип двигуна за його натурним зразком або кресленням, тип компресора, турбіни і вихідного пристрою. Визначати кількість ступеней компресора і турбіни. Вміти визначати тип ротора компресора тип камери згоряння. Пояснювати умови та механізм виникнення напружень в робочих лопатках. Знати основні типи вихідних пристроїв.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою. Повно знати основний та додатковий

матеріал. Вміти визначити тип двигуна за його натурним зразком або кресленням, тип компресора, турбіни і вихідного пристрою. Визначати кількість ступеней компресора і турбіни. Вміти визначати тип ротора компресора тип камери згоряння. Пояснювати умови та механізм виникнення температурних напружень. Знати умови роботи лопаток, дисків та корпусів турбін, які спричиняють навантаження. Знати основні типи вихідних пристроїв та редукторів ГТД.

10 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 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/>).

11 Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в

Університеті знаходяться за посиланням:

- http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&discipli_nesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_cointext=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1
- або на сайті кафедри <https://khaikaf203.wixsite.com/main>

12 Рекомендована література

Базова

1. Шошин, Ю. С. Расчет на прочность дисков компрессоров и турбин [Текст] / Ю. С. Шошин, С. В. Епифанов, Р. Л. Зеленский. – Х., ХАИ. – 2007. – 28 с.
2. Шошин, Ю. С. Расчет на прочность рабочих лопаток компрессора и турбин [Текст] / Ю. С. Шошин, С. В. Епифанов, Р. Л. Зеленский. – Х., ХАИ. – 2006. – 28 с.

Допоміжна

1. Чигрин, В. С. Конструкция и прочность авиационных двигателей [Текст] : консп. лекций / В. С. Чигрин. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», Запорожье : изд. АО «МОТОР СИЧ», 2017. - 420 с.
2. Гаркуша, А. И. Редукторы силовых установок вертолетов и турбовинтовых двигателей [Текст] / А. И. Гаркуша, В. С. Чигрин. – Х., ХАИ. – 2010. - 56 с.

13 Інформаційні ресурси

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

- <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2790>