

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

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

М. М. Орловський
(ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

КОНСТРУКЦІЯ ТА МІЦНІСТЬ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

27 «Транспорт»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

272 «Авіаційний транспорт»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

Технічне обслуговування
та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

(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)



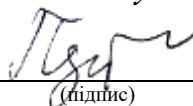
(підпис)

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:

Теплонаружений стан лопаток турбіни з керованим сопловим апаратом;

Теплонаружений стан лопаток турбіни з керуванням витрат охолоджуючого повітря.

Контактна інформація:

o.garkusha@khai.edu; @Alexander Garkusha

2 Опис навчальної дисципліни

<i>Форми здобуття освіти</i>	<i>Денна</i>
<i>Семестр</i>	<i>6</i>
<i>Мова викладання</i>	<i>Українська</i>
<i>Тип дисципліни</i>	<i>Обов'язкова</i>
<i>Обсяг дисципліни</i>	<i>3,5 кредити ЄКТС / 105 годин (48 аудиторних, з яких : лекції – 32, практичні – 16, СРЗ – 57)</i>
<i>Види навчальної діяльності</i>	<i>Лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота здобувача</i>
<i>Види контролю</i>	<i>Поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит)</i>
<i>Пререквізити</i>	<i>Теорія теплових двигунів, загальний устрій авіаційних двигунів, деталі машин і основи конструювання, механіка матеріалів і конструкцій, матеріалознавство, аерогідродинаміка, термодинаміка та теплообмін</i>
<i>Постреквізити</i>	<i>Міцність авіаційних двигунів, динаміка авіаційних двигунів, системи та агрегати авіаційних двигунів, технологія виробництва авіаційних двигунів, експлуатація повітряних суден</i>

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

Вивчення навчальної дисципліни «Конструкція та міцність авіаційних двигунів» полягає в формуванні системи знань, способів діяльності та творчих здібностей з, конструкції та міцності авіаційних газотурбінних двигунів, устрою та силової взаємодії основних вузлів.

Завдання: *Вивчити устрій основних вузлів і деталей газотурбінних двигунів, їх конструктивні особливості, умови роботи, головні навантаження, а також використовувані матеріали.*

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

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 07. Здатність працювати автономно.

ЗК 09. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 02. Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати у виробництво технологічні процеси будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, оформлювати відповідну документацію, інструкції, правила та методики.

СК 06. Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних, ергономічних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати навантаження устаткування та показники якості продукції.

СК 13. Здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу.

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

РН 03 Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

РН 11 Аналізувати побудову і функціонування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, елементів, фактори, що впливають на їхні характеристики та параметри.

РН 14 Розробляти і впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та інших інструктивних вказівок, правил та методик.

РН 15 Знати особливості та вміти розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

4 Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Компресори та турбіни.

Тема 1. Предмет і задачі навчальної дисципліни, її місце в навчальному процесі. Бібліографія. Головні вузли двигуна.

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

Тема 2. Експлуатаційні умови та джерела навантажень, що діють на вузли та елементи двигуна

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): засоби вимірювання, обладнання для стиснення газу, камера згоряння, паливо.*

Тема 3. Конструкція компресорів. Ротори й статори. Навантаження, що діють на елементи компресора. Зазори між ротором і статором. Використовувані матеріали.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота: «Конструкція осьових і відцентрових компресорів».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 4. Конструкція газових турбін. Класифікація. Навантаження, що діють на елементи турбіни. Особливості охолодження. Використовувані матеріали.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота: «Конструкція газових турбін».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали,*

інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.

Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль № 2. Камери згоряння та вихідні пристрої.

Тема 5. Зазори між ротором і статором. Контактні та безконтактні ущільнення. Розрахунок втрати повітря крізь лабіринтові ущільнення.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Контактні та витратні ущільнення. Визначення витрати через лабіринтове ущільнення».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, плакати.*

Тема 6. Основні камери згоряння. Класифікація, умови роботи. Конструкція. Головні навантаження. Матеріали.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота: «Конструкція основних камер згоряння».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 7. Форсажні камери згоряння, Вихідні пристрої ГТД: функції експлуатаційні умови та вимоги. Реверсори тяги.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Тема 8. Керування радіальними зазорами. Активні та пасивні методи. Конструкція систем керування радіальними зазорами

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

Тема 9. Екологічні характеристики двигунів

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *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 «Визначення навантаження, що діє на ротор двигуна. Розвантаження осевого підшипника». Витрати часу на їх виконання складають 12 годин за рахунок обсягу самостійної роботи. Результати виконання роботи студент

подає у вигляді пояснювальної записки обсягом 5...10 сторінок.

Розрахункова робота має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і отримати необхідні навички практичних розрахунків навантажень, що діють на елементи двигуна.

Вхідні дані: діаметральні розміри проточної частини та роторів компресора та турбіни; координати радіального положення ущільнень і опор, значення тиску в характерних перерізах проточної частини. Треба скласти схему ротора і визначити осьові сили, що діють на його елементи; визначити сумарну осьову силу, яка відповідає конструкції без розвантаження; оцінити доцільність використання передньої та задньої розвантажувальних порожнин; запропонувати схему розвантаження; за необхідністю визначити місце відведення повітря від проточної частини компресора в передню розвантажувальну порожнину.

Роботу виконують протягом шостого-десятого тижнів шостого семестру; на одинадцятий 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 заняття (завдання)		Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів	
	min	max		min	max
Змістовний модуль 1					
Робота на лекціях	0	0.5	8	2	4
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	2	4	2	5	8
Модульний контроль	20	30	1	21	35
Змістовний модуль 2					
Робота на лекціях	0	0.5	8	2	4
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	1	2	4	5	8
Модульний контроль	20	30	1	21	35
Виконання і захист РР	12	18	1	4	6
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 – 4 бали.
- «добре» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання з незначними помилками - 5 балів.
- «відмінно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання - 6 балів.

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

Допуском до іспиту/заліку є здача усіх лабораторних і 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, відповідності до модуля, та практичні завдання.

Для отримання позитивної оцінки студент повинен підтвердити знання та отримані навички, які дозволять розробляти змістові та математичні моделі термодинамічних процесів в теплоенергетичних об'єктах.

Студент повинен:

знати:

- призначення головних вузлів двигуна (компресора, камери згоряння, турбіни, вихідного пристрою) та вимоги до них;
- переваги й недоліки осьових і відцентрових компресорів;
- джерела навантажень, що діють на ротор осьового компресора й методи розвантаження ротора компресора;
- конструкцію ротора компресора;
- конструкцію статора компресора;
- конструкцію робочих лопаток компресора й турбіни;
- методи з'єднання між лопатками й дисками, між дисками й валом;
- типи основних камер згоряння;

- елементи основних камер згоряння та їх призначення;
- призначення основних елементів форсажних камер згоряння;
- типи вихідних пристроїв;
- види й конструкцію контактних і безконтактних ущільнень;
- основні види шкідливих викидів двигунів і причини їх виникнення;

вміти:

- з'єднувати лопатки компресора й турбіни з дисками;
- з'єднувати диски ротора між собою;
- з'єднувати диски з валами;
- розпізнавати тип компресора за напрямом руху потоку, за кількістю ступенів; за формою проточної частини;
- розпізнавати тип системи охолодження робочих лопаток турбіни;
- розпізнавати наявність і тип реверсора тяги;
- пояснювати необхідність використання керованих реактивних сопел;
- розпізнавати на кресленнях елементи механізації компресора та пояснювати їх призначення і роботу.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати лабораторні та практичні роботи, захистити розрахункову роботу та здати тестування з позитивним результатом.

Знати призначення та устрій компресора, турбіни, камери згоряння, вихідного пристрою. Він має визначати за кресленнями кількість ступенів і методи забезпечення стійкої роботи компресора, пояснювати головні навантаження, що діють на робочі лопатки, диски, корпуси й опори.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Здати лабораторні й практичні роботи, захистити розрахункову роботу та здати тестування з позитивним результатом. Знати головні тренди в розвитку газотурбінних двигунів, визначати тип компресора, турбіни, камери згоряння та вихідного пристрою, способи з'єднання робочих лопаток з диском, способи запалювання основної та форсажної камер згоряння. Він має пояснювати принципи й методи осьового розвантаження ротора та ідентифікувати на кресленнях розвантажувальні порожнини; пояснювати головні навантаження, що діють на корпуси камери згоряння. Знати основні матеріали для виготовлення деталей компресора, турбіни й камери згоряння.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінками «добре» та «відмінно». Здати обидва модулі з оцінкою не нижче від 80 зі 100. Знати основний і додатковий матеріал навчальної дисципліни в повному обсязі. Пояснювати вплив зростання температури та ступеня підвищення тиску в компресорі на питому вагу й питому витрату палива. Знати вплив ступеня двоконтурності на досконалість двигуна й силової установки. Успішно розпізнавати тип компресора, турбіни, камери згоряння, називати та пояснювати призначення їх частин за кресленнями й плакатами, пояснювати, які головні навантаження передаються між вузлами, елементами та деталями, та в кінцевому результаті – на вузли кріплення двигуна до літального апарата. Пояснювати проблему забезпечення стійкої роботи компресора і методи її

вирішення. Знати методи охолодження соплових апаратів, робочих лопаток, дисків і корпусів, причини виникнення термічних напружень. Знати основні матеріали, які використовуються для виготовлення лопаток, дисків, корпусів, жарових труб і валів.

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

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=&http_themes

[basket=&discipli](#) [nearch=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 co ntext=%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>

11 Рекомендована література

Базова

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. Хролина.– 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. МаксUTOва, В.А. Стрункин. – 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=1232>