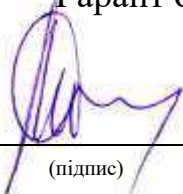


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

О. В. Білогуб

(ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ПРОЄКТУВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ АРКТ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

G Інженерія, виробництво та будівництво

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма

Авіаційні двигуни та енергетичні установки

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: Другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник

*професор кафедри 203,
к.т.н., доцент, Юрій ГУССВ*

(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри

Конструкції авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025.

Завідувач кафедри

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

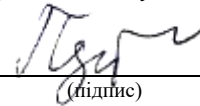

(підпис)

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



Бондаренко Олексій Васильович

Асистент кафедри конструкції авіаційних двигунів

Науковий ступінь: доктор філософії (PhD)

Вчене звання: немає

Перелік дисциплін, які викладає:

- Моделювання та розрахунок процесів в АРКТ;*
- Проектування інженерного експерименту;*
- Системи охолодження авіаційних двигунів і енергетичних установок;*
- Наземне використання авіаційних двигунів і енергетичних установок;*
- Modeling and calculation of processes in aerospace;*
- Engineering experiment design;*
- Maintenance, repair and applying of aircraft engines in ground units.*

Напрями наукових досліджень:

Моделювання параметрів робочого процесу ГТД та їх систем керування на усталених та перехідних режимах роботи.

Контактна інформація:

o.v.bondarenko@khai.edu

2 Опис навчальної дисципліни

Форми здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	<i>1</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредити ЄКТС / 180 годин (64 аудиторних, з яких: лекцій – 32; практичні – 32; СРЗ – 116)</i>
Види навчальної діяльності	<i>Лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача</i>
Види контролю	<i>Поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит)</i>
Пререквізити	<i>Інженерне матеріалознавство, вища математика, теоретична механіка, механіка матеріалів та конструкцій, технології конструкційних матеріалів, теорія газотурбінних двигунів і установок, конструкція АД та ЕУ.</i>
Постреквізити	<i>Автоматизовані системи діагностики авіаційних двигунів і енергетичних установок; віброакустика АД і ЕУ; комп'ютерно-інтегровані системи проектування; надійність та ресурс АРКТ; системи автоматичного управління авіаційних двигунів і енергетичних установок; системи охолодження АД і ЕУ; моделювання та розрахунок процесів в АРКТ, перспективні технології виробництва авіаційних двигунів і енергетичних установок.</i>

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

Вивчення навчальної дисципліни «Проектування, випробування та сертифікація об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки» полягає у формуванні в здобувачів вищої освіти системи знань, умінь та навичок, необхідних для розв'язання складних інженерних і науково-технічних задач, пов'язаних з проектуванням, випробуванням та сертифікацією авіаційної і ракетно-космічної техніки, зокрема двигунів та енергетичних установок.

У процесі опанування дисципліни студенти набувають компетентностей у сфері проектування та аналізу конструкцій, освоюють сучасні методи експериментальних досліджень і випробувань, вивчають норми льотної придатності авіаційних двигунів, особливості проведення сертифікаційних випробувань.

Завдання: *Отримати знання: за сучасними методами проектування, випробувань та вимірювань параметрів АД та ЕУ; про норми льотної придатності авіаційних двигунів; особливості основних видів їх сертифікаційних випробувань; сертифікація двигуна у складі літального апарату.*

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

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у професійній діяльності з розробки, виробництва та (або) сертифікації ракетно-космічної техніки, її двигунів та енергетичних установок, конструкцій і систем або у процесі навчання, які пов'язані з проведенням досліджень та/або здійснення інновацій і характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК5. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК6. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК7. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК1. Усвідомлення історії, сучасного стану, проблем та перспектив розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки.

СК2. Здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.

СК3. Здатність обґрунтовувати вибір клас матеріалів для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки.

СК4. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок.

СК6. Здатність поставити та вирішити професійні задачі на основі концептуальних спеціалізованих знань, що включають останні наукові здобутки, у галузі гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних систем.

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

РН1. Знати і розуміти засади фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі авіаційної та/або ракетно-космічної техніки.

РН2. Знати і розуміти робочі процеси у системах та елементах авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, необхідні для розуміння, опису, вдосконалення та оптимізації їх параметрів.

РН3. Розуміти та застосовувати при розв'язанні складних професійних (науково-технічних) задач принципи та методи системного аналізу.

РН5. Використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.

РН6. Приймати ефективні рішення при виникненні нестандартних складних

задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

РН7. Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організовувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.

РН8. Складати звітну документацію за результатами розв'язання складних професійних (науково-технічних) задач, презентувати виконані дослідження у вигляді наукових звітів публікацій, доповідей на конференціях тощо.

РН9. Обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, обирати і застосовувати ефективні методи модифікації їх властивостей.

РН11. Обґрунтовано призначати показники якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

РН12. Застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів при формулюванні та розв'язанні науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу.

РН13. Оцінювати стійкість та керованість літального апарата, визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду авіаційної та ракетно-космічної техніки.

РН14. Організовувати виконання складних завдань у професійній діяльності колективом.

РН16. Розраховувати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, яке використовується в галузі.

РН17. Використовувати на практиці сучасні методи та засоби проектування, виробництва, випробування, ремонту та (або) сертифікації систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4 Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Проектування та випробування двигунів

Тема 1. Основні етапи проектування авіаційних двигунів.

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

Тема 2. Випробування авіаційних ГТД з імітацією експлуатаційних умов.

- Форма занять: лекція, практична робота.
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не передбачено.

Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль № 2.

Вимірювання.

Тема 3. Вимірювання у двигуні – прямі і непрямі вимірювання температури – термометрування елементів конструкції ГТД.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практичні роботи: Знайомство з існуючими методами виміру температур. Виготовлення дротяної хромель-алюмелевої термопари і її випробування. Препарування лопатки турбіни хромель-алюмелевою термопарою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): термопари, матеріали та обладнання для виготовлення термопар.*

Тема 4. Вимірювання напружень в елементах ГТД.

- *Форма занять: лекції, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практичні роботи: Вимірювання напруження в елементах ГТД.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): препаровані деталі обладнані тензометрами.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль № 3.

Сертифікація.

Тема 5. Сертифікаційні випробування ГТД

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

Тема 6. Комплексні вимірювання параметрів двигуна при його проектуванні та сертифікації. Приклад випробувань при сертифікації ТВaД.

- *Форма занять: лекції, практична робота, самостійна робота.*
- *Практичні роботи: «Комплексні вимірювання параметрів двигуна при його проектуванні та сертифікації», «Приклад випробувань при сертифікації ТВaД»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): макети двигунів, креслення, плакати.*

Підготовка до модульного контролю.

5 Індивідуальні завдання

Навчальний план передбачає виконання індивідуального завдання, а саме розрахункової роботи «Розрахунок параметрів робочого тіла вздовж проточної частини ГТД». Витрати часу на 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 та систематизувати відповідні теоретичні знання і практичні навички термогазодинамічних розрахунків.

Вхідні дані: загальний ступінь підвищення тиску (за наявності ступені підвищення тиску за каскадами), повна температура газу за камерою згоряння, тяга/потужність/еквівалентна потужність.

Реферат є одним із видів індивідуальної навчально-дослідницької роботи студента, що спрямований на закріплення, систематизацію та поглиблення теоретичних знань, отриманих під час вивчення навчальної дисципліни «Проектування, випробування та сертифікація об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки».

Метою виконання реферату є формування у здобувача освіти вміння самостійно працювати з науково-технічною літературою, аналізувати сучасні тенденції розвитку галузі, узагальнювати результати досліджень та робити обґрунтовані висновки щодо конкретних технічних і наукових проблем у сфері авіаційного та ракетно-космічного двигунобудування. Реферат має відображати самостійність мислення, уміння критично оцінювати інформацію, логічно структурувати матеріал і робити технічно обґрунтовані висновки. Особливу увагу слід приділяти практичному застосуванню теоретичних знань — у проектуванні, випробуваннях, сертифікації та експлуатації енергетичних установок літальних апаратів.

Роботу виконують протягом шостого-десятого тижнів шостого семестру; на одинадцятий тиждень призначений її прийом. Бали за розрахункову роботу та реферат 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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	—	—	—
Модульний контроль	8...12	1	8...12
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	2...3	11	22...33
Модульний контроль	10...12	1	10...12

Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	2...3	5	10...15
Модульний контроль	10...12	1	10...12
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 включає теоретичні, у відповідності до модуля завдання.

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- які параметри визначають схему проектування двигуна;
- фактори, що забезпечують досягнення високих питомих параметрів і основних технічних даних, помітно перевищують існуючий рівень, і повністю задовольняють технічні вимоги, пов'язані зі специфікою конструкції двигуна;
- особливості завершальних етапів проектування газотурбінних двигунів;
- етапи і види випробувань авіаційних двигунів;

- можливості організації стендових і льотних випробувань авіаційних двигунів;
- особливості вузлових випробувань;
- основну технічну документацію, яка використовується при випробуваннях ГТД;
- технологію проведення випробувань ГТД на висотних стендах;
- методи вимірювання тиску робочої рідини в ГТД і призначення цих вимірювань методи вимірювання температури в ГТД і призначення цих вимірювань;
- методи вимірювання швидкості потоку повітря і газу в ГТД і призначення цих вимірювань;
- методи вимірювання деформацій і напружень в ГТД і призначення цих вимірювань;
- основні етапи і особливості сертифікації авіаційних двигунів;
- повітряний Кодекс України, що забезпечує державне регулювання використання повітряного простору і діяльності в галузі авіації, безпеки польотів, авіаційної та екологічної безпеки, встановлює;
- основні етапи сертифікації авіаційних двигунів;
- особливості сертифікації авіаційних двигунів;
- сертифікація двигуна в складі літального апарату;

вміти:

- проаналізувати характеристики газотурбінного двигуна при його проектуванні і протягом життєвого циклу;
- планувати різні види експериментальних досліджень і вимірювань параметрів в ГТД;
- проводити дослідження температурного стану робочої рідини і частин ГТД;
- можливість провести дослідження напруженого стану частин ГТД;
- можливість проводити окремі етапи сертифікації двигуна відповідно до існуючих авіаційних правил (АП) і повітряним Кодексом України.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60–74 балів). Студент володіє мінімальним рівнем знань і вмінь, достатніх для розуміння основних понять дисципліни.

Повинен: відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи; знати основні типи літальних апаратів та газотурбінних двигунів; мати загальне уявлення про більшість видів випробувань сучасних авіаційних двигунів.

Здобувач виявляє елементарне розуміння навчального матеріалу, але допускає неточності у формулюванні визначень і пояснень.

Добре (75–89 балів). Студент демонструє достатній рівень знань із більшості тем лекційного курсу та практичних занять.

Повинен: мати чітке уявлення про більшість розділів курсу та основні поняття дисципліни; своєчасно виконати й захистити всі лабораторні роботи, обґрунтовуючи прийняті інженерні рішення; у разі пропусків — самостійно відпрацювати та захистити пропущені лабораторні завдання; знати мету й принципи проведення основних сертифікаційних випробувань авіаційних газотурбінних двигунів; розуміти

призначення вимірювання температури в ГТД та особливості випробувань серійних двигунів.

Здобувач вміє застосовувати знання для вирішення типових технічних задач, але потребує незначної допомоги викладача при аналізі складних ситуацій.

Відмінно (90–100 балів). Студент повністю володіє програмним матеріалом дисципліни, демонструє глибокі теоретичні знання й уміння самостійно застосовувати їх у практичній діяльності.

Повинен: знати всі теми основного та додаткового матеріалу, орієнтуватися в навчальній і науковій літературі; вміти аналізувати сучасний стан і тенденції розвитку авіаційної галузі, ринку авіаперевезень і формулювати тактико-технічні вимоги до авіаційних двигунів; знати етапи життєвого циклу авіаційного двигуна; володіти знаннями про всі основні види випробувань, що застосовуються при проектуванні, виробництві та сертифікації авіаційних двигунів; розуміти особливості вимірювання температур робочого тіла та конструктивних елементів ГТД; знати призначення тензометрії для визначення напружено-деформованого стану деталей двигуна; чітко розуміти зміст поняття «сертифікація», а також основні етапи сертифікаційного процесу.

Здобувач здатний логічно, аргументовано викладати матеріал, робити обґрунтовані висновки та приймати самостійні інженерні рішення.

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 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>
- або на сайті кафедри <https://k203.khai.edu/>

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. Хромина.– 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=4574>