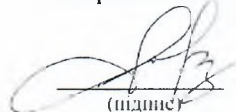


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теорії авіаційних двигунів» (№201)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

М. М. Орловський
(ініціали та прізвище)

«28» серпня 2023 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія теплових 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)

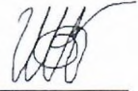
Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків – 2023 р.

Розробник:

Шевченко М.А., асистент каф. 201, доктор філософії (Ph.D.)

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



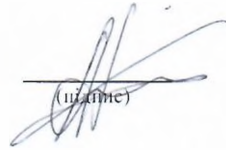
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри теорії авіаційних двигунів (№ 201)

Протокол № 1 від «24» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Л.Г. Бойко

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Староста групи 140 ОПС



(підпис)

Гриньків К.В.

(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Шевченко Михайло
Анатолійович, доктор філософії
(Ph.D.), асистент каф. 201.

З 2017 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- теорія і розрахунок лопатевих машин;

- турбодетандери, компресори і обладнання компресорних станцій;

- теорія авіаційних двигунів;

- теорія теплових двигунів.

Напрями наукових досліджень: математичне моделювання повітряно-реактивних двигунів для літальних апаратів з надзвуковим крейсерським режимом польоту, математичне моделювання характеристик надзвукових вхідних пристроїв, вплив дисоціації молекул на характеристики авіаційних двигунів, вплив надроторних пристроїв на форму течії в радіальному зазорі і на загальні характеристики компресора та газотурбінного двигуна.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 5 семестр.

Обсяг дисципліни:

3.5 кредити ЄКТС (105 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 57 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – математика, фізика, термодинаміка і теплообмін, теоретична механіка та теорія машин і механізмів, Механіка матеріалів та конструкцій.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – конструкція та міцність авіаційних двигунів, аерогідродинаміка, аеродромна практика.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до проектування та експлуатації теплових двигунів, зокрема повітряно-реактивних двигунів (ПвРД), які використовуються на повітряних суднах.

Завдання

Надання знань про основні елементи ПвРД, принцип дії та їх особливості, принцип дії основних схеми ПвРД, характеристик ПвРД, особливостей несталої роботи ПвРД Розширити кругозір фахівця та виховати вміння всебічного аналізу проблем, що виникають при обслуговуванні та проектуванні ПвРД.

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

1) Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- ЗК 05. Здатність розробляти та управляти проектами;
- ЗК 09. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

2) Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

- СК 02. Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик;
- СК 03. Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів;
- 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 10. Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів;

– 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 здобувач будуть досягнуті наступні **програмні результати навчання** і він буде:

– РН 04. Використовувати принципи формування трудових ресурсів, виявляти резерви та забезпечувати ефективність праці співробітників авіаційного транспорту;

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

– РН 12. Визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірювального експерименту з оцінкою його результатів;

– 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 19 Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи;

– РН 22. Розрахувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теорія теплових двигунів».

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1-2 години.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані та її значення. Особливості вивчення дисципліни, навчальна література. Історичний огляд розвитку теорії авіаційних двигунів. Переваги та недоліки одних типів теплових двигунів перед іншими, щодо їх використання в якості силових установок на літаках та гелікоптерах.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1-2 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Вхідні пристрої авіаційних силових установок.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-4 години.*
- *Практична робота: «Режими роботи вхідних пристроїв ПвРД»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-3 години.*

Призначення і принцип роботи вхідних пристроїв. Типи застосовуваних вхідних пристроїв і їх класифікація. Основні параметри вхідних пристроїв і вимоги до них. Особливості дозвучових і трансзвучових вхідних пристроїв.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-3 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з відеоматеріалами принципу роботи вхідних пристроїв.

Тема 3. Теорія компресора ПвРД.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 7-8 годин.*
- *Практична робота: «Схема та принцип дії осьового і відцентрового компресора ПвРД».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): наочні макети (слайди презентації за дистанційною формою навчання) лопаток робочих коліс осьового та відцентрового компресорів.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9-10 годин.*

Призначення компресорів ПвРД, їх типи і основні вимоги до них. Основні параметри компресорів. Схема і принцип дії ступені осьового компресора. Зміна параметрів повітря в ступені компресора. Втрати енергії при русі повітря вздовж ступені осьового компресора. Схема і особливості роботи відцентрової ступені компресора. Переваги та недоліки осьових і відцентрових компресорів. Діагональна ступень компресора. Комбіновані компресори. Нестійка робота компресора. Характеристика компресора.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9-10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з відеоматеріалами принципу роботи різних типів компресорів авіаційних ПвРД. Більш детальне ознайомлення про розузгодження режимів роботи ступенів осьового компресора на нерозрахункових режимах роботи, наслідками нестійкої роботи компресора, та способами регулювання компресора в літературних джерелах. Підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 4. Камери згоряння ПвРД.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): наочні макети камер згоряння ПвРД (слайди презентації за дистанційною формою навчання).*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-4 години.*

Призначення камер згоряння і основні вимоги до них. Основні параметри камер згоряння ПвРД. Типи основних камер згоряння ПвРД і організація процесу горіння в них. Зміни параметрів газу в камері згоряння. Форсажні камери згоряння і особливості організації процесу горіння в них. Камери змішування і картина течії в них.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-4 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з характеристиками камер згоряння та їх нестійкими режимами роботи в літературних джерелах.

Тема 5. Теорія газової турбіни.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 5-6 години.*
- *Практична робота: «Схема та зміна параметрів газу в ступені турбіни ПвРД».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): наочні макети лопаток турбін ПвРД (слайди презентації за дистанційною формою навчання).*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 годин.*

Призначення турбін ПвРД, їх типи і основні вимоги до них. Основні параметри ступеня турбіни. Схема і принцип дії ступеня осьової турбіни. Зміна параметрів газу в ступені турбіни. Втрати енергії при русі газу уздовж проточної частини ступеня турбіни. Основні відомості про характеристики газової турбіни. Характеристики газових турбін.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з відеоматеріалами принципу роботи осьових турбін. Більш детальне ознайомлення з втратами енергії при русі газу уздовж проточної частини ступеня турбіни в літературних джерелах.

Тема 6. Вихідні пристрої авіаційних силових установок.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-3 години.*

Призначення вихідних пристроїв і вимоги до них. Схеми і основні параметри вихідних пристроїв. Втрати в вихідних пристроях і способи їх оцінки. Характеристики нерегульованих надзвукових вихідних пристроїв. Завдання і способи регулювання надзвукових вихідних пристроїв. Реверс тяги. Особливості вихідних пристроїв турбовальних ГТД.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-3 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Більш детальне ознайомлення в літературних джерелах з питаннями: втрати в вихідних пристроях і способи їх оцінки та характеристики нерегульованих надзвукових вихідних пристроїв.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2.

Тема 7. Тяга, потужність і питомі параметри авіаційних двигунів.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1-2 години.*

Тяга реактивного двигуна. Ефективна тяга силової установки. Зовнішній опір силової установки при надзвукових швидкостях і його складові. Питомі параметри авіаційних ГТД.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1-2 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Силові установки з ГТД та їх параметри.

- *Форма занять: лекція, практичні роботи, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 11-12 годин.*

- *Практичні роботи: «Схеми проточних частин ПвРД»; «Ознайомлення з повномасштабним макетом ПвРД».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): наочні макети та плакати авіаційних двигунів (слайди презентації за дистанційною формою навчання).*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 годин.*

Класифікація ПвРД. Схема та робочий процес ТРД. Газогенераторна частина. Схема та робочий процес ТРДФ. Схема та робочий процес ТРДД. Схема та робочий процес ТРДД зі змішанням потоків. Схема та робочий процес турбогвинтового двигуна. Схема та робочий процес турбовального двигуна з пілозахисним пристроєм. Схема та робочий процес прямооточного повітряно – реактивного двигуна.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з відеоматеріалами принципу роботи різних типів авіаційних двигунів. Підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 9. Характеристики силових установок з ГТД

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 11-12 годин.*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): слайди презентації за дистанційною формою навчання.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9-10 годин.*

Керовані параметри та фактори, що керують. Програми керування двигунів та силових установок. Номенклатура режимів роботи авіаційних ГТД. Типи характеристик ГТД, що використовуються. Способи отримання характеристик ГТД. Швидкісні та висотні характеристики силових установок з ТРД. Обмеження на висотно-швидкісних характеристиках ТРД. Особливості швидкісних характеристик силових установок з ТРДД. Швидкісні характеристики силових установок з ТГД. Висотні характеристики силових установок з турбовальним двигуном. Діапазон висот та швидкостей ЛА і області обмежень режимів роботи силової установки. Дросельні характеристики СУ з ТРД. Особливості дросельних характеристик СУ з ТРДД. Дросельні характеристики СУ з ТГД і ТВаД. Кліматичні характеристики ГТД.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9-10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з теоретичним доказом перебігу характеристик ПвРД, Ознайомлення з режимами роботи двигуна при його запуску та виходу на номінальний режим роботи.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота «Термогазодинамічний розрахунок турбореактивного двигуна».

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, захист звітів з практичних занять, письмові модульні контролю, та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1		0...3 (максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...3	3	0...9
Модульний контроль	0...20	1	0...20

Продовження таблиці

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	3	0...3 (максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Виконання і захист розрахункової роботи	0...25	1	0...25
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Загальна активність	0...5		0...5
За семестр			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, розрахункової роботи, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
1-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох відкритих питань, одне з яких відноситься до першого модуля, а інше – до другого. Кожне питання оцінюється 0...50 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання. Відпрацювати всі практичні роботи. Виконати розрахункову роботу.

Добре (75-89) – володіти основними знаннями та вміннями, що передбачені програмою дисципліни. Виконати та захистити всі індивідуальні завдання та практичні роботи. Знати основні положення дисципліни при достатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему. Достатньо вільно використовувати знання для аналізу типових задач. Знати призначення і принцип роботи всіх елементів ПвРД, а також схеми та принцип роботи авіаційних ГТД.

Відмінно (90-100) – володіти всіма знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі індивідуальні завдання та практичні роботи. Знати всі положення дисципліни при глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему. Вільно використовувати знання для аналізу типових та нетипових задач. Вільно та обґрунтовано відповідати на будь які питання щодо процесів в ГТД та ПвРД. Знати протікання характеристик ГТД та ПвРД.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення

1. Nezym, V.Yu., Nikolaenko, Yu.G. Familiarization with Flow Passages and Components of Aviation Gas Turbine Engines. Laboratory work manual. KhAI Publishing, Kharkov, 2015, 16 pp. URL: https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Nezyn_Familiarization.pdf

2. Nezym, V.Yu., Polyakov, A.E., Brehov, A.F. et al. Aviation Gas Turbines Theory. Laboratory works manual. KhAI Publishing, Kharkov, 2013, 84 pp.

3. Павленко, Г.В., Редін, І.І. Вибір параметрів і термогазодинамічний розрахунок ТРД і ТРДФ / – Навчально-методичний посібник – Харків: «ХАІ» 1984. – 56 с. URL: <https://k201.khai.edu/wp-content/uploads/2021/04/%E2%84%9610.pdf>

11. Рекомендована література

Базова

1. Герасименко В.П. Теорія авіаційних двигунів. // Підручник – Харків: «ХАІ», 2003. URL: <https://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Teoriya%20aviacijnih%20dviguniv.pdf>

Допоміжна

1. Gerasimenko, V., Datsenko, V., Shevchenko, M. Creation of afterburning turbofan engine – history and present// Aerospace Technic and Technology, 2020, 5, 26–40. doi: <https://doi.org/10.32620/akt.2020.5.04>
2. Nezym, V.Yu. Gas Turbines: Design Problem. Lectures synopsis. KhAI Publishing, Kharkov, Ukraine, 2012, 84 pp. URL: https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Nezym_Gas_Turbin.pdf
3. Klaus, H., Jet Engines Fundamentals of Theory, Design and Operation, 6nd ed., Biddles Ltd, Great Britain, 2003 URL: https://www.academia.edu/6889926/Klaus_Hunecke_Jet_Engines_Fundamentals_of_Theory

12. Інформаційні ресурси

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

- <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2668>