

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни «Теорія теплових двигунів»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт
Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024 № 2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 17.02.2024 № 7

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2023 № 8

Розробник:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович

Рецензенти:

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва напрямку підготовки, спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 4,0 Загальна кількість годин - 120 Кількість тем - 7	<u>27 Транспорт</u> (шифр галузі) (назва галузі знань) <u>272 Авіаційний транспорт</u> (код напрямку (назва напрямку підготовки або спеціальності) бакалавр (назва сво)	Навчальний курс <u>2</u> (номер) Семестр <u>4</u> (номер) Види контролю: <u>екзамен</u> (екзамен, залік)
Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:		
Денна форма навчання		Заочна форма навчання
Лекції - <u>0</u> (години)	Лекції - <u>6</u> (години)	
Семінарські заняття - <u>0</u> (години)	Семінарські заняття - <u>-</u> (години)	
Практичні заняття - <u>0</u> (години)	Практичні заняття - <u>2</u> (години)	
Лабораторні заняття - <u>-</u> (години)	Лабораторні заняття - <u>-</u> (години)	
Самостійна робота - <u>0</u> (години)	Самостійна робота - <u>112</u> (години)	
Індивідуальні завдання:	Індивідуальні завдання:	
Курсова робота - <u>-</u> (кількість, № семестру)	Курсова робота - <u>-</u> (кількість, № семестру)	
Реферати - <u>-</u> (кількість, № семестру)	Реферати - <u>-</u> (кількість, № семестру)	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія теплових двигунів» є отримання здобувачами необхідних теоретичних і практичних знань в області класифікації, принципової будови, робочого процесу основних вузлів, характеристик теплових двигунів.

Завдання: Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія теплових двигунів» є вивчення класифікації, принципової будови, робочого процесу основних вузлів, характеристик теплових двигунів.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Теорія теплових двигунів» є дисципліною, що дозволяє формувати майбутнього бакалавра авіаційного транспорту і ґрунтується на знаннях, отриманих під час вивчення таких навчальних дисциплін, як «Термодинаміка і теплопередача» забезпечує базу для засвоєння матеріалу з навчальних дисциплін «Конструкція авіаційної наземної техніки».

Очікувані результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен

знати:

1. Принципову будову газотурбінних двигунів;
2. Призначення, будову і робочий процес основних вузлів газотурбінних і поршневих двигунів;
3. Засоби підвищення економічності дійсних циклів газотурбінних і поршневих двигунів;
4. Особливості характеристик газотурбінних і поршневих двигунів.

вміти:

1. Аналізувати характеристики авіадвигунів;
2. Визначити шляхи розрахунку параметрів стану газу (робочого тіла) в кожному процесі, що йде в авіадвигуні;
3. Визначати роботу циклу і коефіцієнт корисної дії двигуна.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
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 характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Фахові (спеціальності) компетентності (ФК)	СК-02	Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначити 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.
Знання та розуміння	РН-17	Розуміти і вдосконалювати структуру управління експлуатацію, технічного обслуговування та ремонту повітряних суден і авіаційних двигунів, його систем та окремих елементів.

3. Програма навчальної дисципліни

ТЕМА № 1. Робочі процеси, діючі в основних вузлах ГТД.

Принцип роботи ГТД. Основні технічні та експлуатаційні дані двигуна. Контроль роботи двигуна і визначення його працездатності. Дросельна і висотна характеристики двигуна та їхнє практичне використання. Залежність основних параметрів двигуна від польотних умов і вибір оптимальних режимів.

ТЕМА № 2. Закони керування, характеристики і режими роботи ГТД.

Режим спільної роботи турбіни і компресора. Притомність двигуна і її значення для безпеки польотів.

Поняття про характеристики ТРД. Дросельна, швидкісна і висотна характеристики ТРД: визначення, графічне зображення і аналіз.

ТЕМА № 3. Прямоточні повітряно-реактивні та турбореактивні двигуни.

Схеми будови та принцип роботи прямоточних ПРД. Характеристики прямоточних ПРД. Переваги та недоліки, область застосування прямоточних ПРД.

ТЕМА № 4. Ракетні та комбіновані двигуни.

Будови та принцип роботи твердопаливних ракетних двигунів. Схеми будови та принцип роботи рідинно-реактивних двигунів. Палива, що застосовують в РРД. Характеристики РРД. Схеми будови та принцип роботи комбінованих двигунів.

ТЕМА № 5. Будова і ідеальний цикл ПД.

Визначення поршневого двигуна. Класифікація поршневих двигунів. Схеми будови і призначення основних елементів ПД. Ідеальний цикл ПД. Процеси і такти, складові дійсного циклу ПД.

ТЕМА № 6. Робочий процес ПД.

Процес наповнення: призначення, графічне зображення. Масовий заряд суміші і коефіцієнт наповнення циліндра. Вплив їх на величину роботи циклу і визначаючі їх фактори. Процеси що відбуваються.

ТЕМА № 7. Характеристики ПД.

Загальні відомості про характеристики ПД. Зовнішня, гвинтова і висотна характеристика ПД: визначення, графічне зображення і аналіз.

4. Структура навчальної дисципліни

4.1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

Не передбачено

4.1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 4							
Тема №1. Робочі процеси, діючі в основних вузлах ГТД.	24	2	-	2	-	20	Усне опитування
Тема№ 2. Закони керування, характеристики і режими роботи ГТД.	22	2	-	-	-	20	Усне опитування
Тема №3. Прямоточні повітряно-реактивні та турбореактивні двигуни.	22	2	-	-	-	20	Усне опитування
Тема №4. Ракетні та комбіновані двигуни.	10		-	-	-	10	Усне опитування
Тема №5. Будова і ідеальний цикл ПД.	16		-	-	-	16	Усне опитування
Тема 6. Робочий процес ПД.	16		-	-	-	16	Усне опитування
Тема 7. Характеристики ПД.	10		-	-	-	10	Усне опитування
Всього за семестр № 4	120	6	0	2	-	112	залік

4.1.3. Питання, що виносяться на самостійне опрацювання

Перелік питань до тем навчальної дисципліни		Література:
Тема №4. Ракетні та комбіновані двигуни.		4,(с. 244-271)
1.	Будови та принцип роботи твердопаливних ракетних двигунів.	
2.	Схеми будови та принцип роботи рідинно-реактивних двигунів.	
3.	Палива, що застосовують в РРД.	
Тема №5. Будова і ідеальний цикл ПД.		4, (ст.233-237) 5, (ст. 16-17)
1.	Ідеальний цикл ПД.	
2.	Процеси і такти, складові ідеального циклу ПД.	
Тема 6. Робочий процес ПД.		5, (ст. 24-27)
1.	Індикаторні параметри ПД.	
2.	Індикаторна діаграма.	
3.	Ефективні і питомі параметри ПД.	
Тема 7. Характеристики ПД.		5, (ст. 309-313)
1.	Гвинтова і висотна характеристика ПД: визначення, графічне зображення і аналіз.	

Індивідуальні завдання

5.1.1. Теми рефератів

Не передбачено

5.1.2. Теми курсових робіт

Не передбачено

5.1.3. Теми наукових робіт

Не передбачено

6. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

Лекції та практичні заняття з використанням демонстраційних матеріалів (макети вузлів і агрегатів повітряних суден і двигунів, електрифіковані стенди систем повітряних суден і двигунів, презентації, схеми, тощо), також у формі візуального представлення аналітично-графічного матеріалу дисципліни, на яких здобувачі повинні виконувати відповідні розумові, обчислювальні та практичні дії.

Самостійна підготовка передбачає вивчення теоретичних питань лекційних занять, опрацювання завдань практичних занять з використанням друкованих та електронних підручників, навчальних посібників, технічної документації.

7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль

1. Будова, принцип роботи та область використання ракетних двигунів.
2. Будова, принцип роботи та область використання турбореактивних двигунів.
3. Будова, принцип роботи та область використання турбогвинтових двигунів.
4. Будова, принцип роботи та область використання двоконтурних ТРД.
5. Будова, принцип роботи та область використання турбовальних двигунів.
6. Зміна параметрів стану газу по газоповітряному тракту ТРД.
7. Призначення та вимоги до входних пристроїв ТРД.
8. Будова та принцип роботи дозвукових входних пристроїв.
9. Характеристика прямих стрибків ущільнення.
10. Характеристика косих стрибків ущільнення.
11. Будова, типи та принцип роботи надзвукових входних пристроїв.
12. Призначення та вимоги до компресорів.
13. Типи та основні параметри компресорів.
14. Будова осьового компресора.
15. Робота ступеня осьового компресора.
16. Будова відцентрового компресора.
17. Робота відцентрового компресора.

18. Фізична сутність помпажа.
19. Конструктивні міри боротьби з помпажем.
20. Призначення та вимоги до камер згорання ГТД.
21. Умови горіння вуглецеводневих палив.
22. Теоретично необхідна кількість окислювача. Коефіцієнт надлишку окислювача,
його вплив на процес горіння палива.
23. Будова та типи камер згорання ГТД.
24. Процес сумішоутворення в камері згорання ГТД.
25. Призначення та процес руху вторинного потоку в камері згорання ГТД.
26. Призначення, основні параметри та вимоги до газових турбін.
27. Класифікація газових турбін.
28. Будова осьової газової турбіни.
29. Принцип роботи ступені осьової реактивної турбіни.
30. Призначення, вимоги та типи вихідних пристроїв ГТД.
31. Особливості будови регульованих сопел та вихідних пристроїв вертолїтних ГТД.
32. Залежність ефективної роботи циклу від основних параметрів робочого процесу.
33. Визначення сили тяги ТРД, формула для визначення, одиниці вимірювання.
34. Коефіцієнти корисної дії ТРД.
35. Питомі показники ГТД.
36. Характеристика сталого режиму роботи ГТД.
37. Характеристика перехідних режимів роботи ГТД.
38. Прийманість двигуна і її значення для безпеки польотів.
39. Якими факторами визначається прийманість двигуна.
40. Визначення характеристик ТРД. Необхідність їх використання.
41. Визначення дросельної характеристики ТРД.
42. Залежність питомої витрати палива ТРД від числа обертів за дросельною характеристикою.
43. Залежність тяги ТРД від числа обертів за дросельною характеристикою.
44. Визначення швидкісної характеристики ТРД.
45. Залежність тяги ТРД від швидкості польоту за швидкісною характеристикою.
46. Залежність питомої витрати палива від швидкості польоту за швидкісною характеристикою.
47. Визначення висотної характеристики ТРД.
48. Залежність питомої витрати палива ТРД від висоти польоту за висотною характеристикою.
49. Залежність тяги ТРД від висоти польоту за висотною характеристикою.
50. Визначення поршневого двигуна і його будова.
51. Класифікація поршневих двигунів.
52. Принцип роботи поршневого двигуна.

53. Призначення, початок та закінчення процесу впуску поршневого двигуна.

54. Вплив температури та тиску паливоповітряної суміші на її ваговий заряд. Зміна температури та тиску паливоповітряної суміші на ділянках впускного тракту поршневого двигуна.

55. Процес стиснення в поршковому двигуні. Визначення ступеня стиснення, його вплив робочий процес двигуна.

56. Характеристика періодів процесу горіння в поршковому двигуні.

57. Вплив зміни коефіцієнту надлишку окислювача на потужність, економічність і тепловий режим поршневого двигуна.

58. Призначення випередження запалення. Визначення кута випередження запалення.

59. Вплив випередження запалення на потужність, економічність і тепловий режим поршневого двигуна.

60. Процес розширення в поршковому двигуні.

61. Процесу впуску у поршковому двигуні.

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів

Контрольні заходи включають у себе поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час практичних занять;
- якості виконання самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок здобувачем з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну роботу виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів вищої освіти в Коледжі враховуються такі види робіт: навчальні заняття (практичні); самостійна робота (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у вигляді, передбаченому в робочій програмі навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Результат навчальних занять за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок під час навчальних занять протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Результат самостійної роботи за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок з самостійної роботи, отриманих протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Здобувач, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перекласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\begin{array}{l} \text{Загальна} \\ \text{кількість балів} \\ \text{(перед} \\ \text{підсумковим} \\ \text{контролем)} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{Результат} \\ \text{навчальних} \\ \text{занять} \\ \text{за семестр} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Результат} \\ \text{самостійної} \\ \text{роботи за} \\ \text{семестр} \end{array} \right) / 2 * 10$$

Підсумковий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, екзаменаційних книжках. **Присутність здобувачів на проведенні підсумкового контролю (екзамену) обов'язкова.** Якщо здобувач не з'явився на підсумковий контроль (екзамен), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (екзамен) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі (екзамену), з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (екзамену), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів, становить - **50**

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамену).

$$\begin{array}{l} \text{Підсумкові бали} \\ \text{навчальної} \\ \text{дисципліни} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Загальна кількість} \\ \text{балів (перед} \\ \text{підсумковим} \\ \text{контролем)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Кількість балів за} \\ \text{підсумковим} \\ \text{контролем} \end{array}$$

Здобувач, який під час складання підсумкового контролю отримав оцінку «незадовільно», складає підсумковий контроль (екзамен) повторно. Повторне

складання підсумкового контролю (екзамену) допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни, у тому числі один раз – викладачеві, а другий - комісії, до складу якої входить керівник відповідної циклової комісії та 2-3 науково-педагогічних працівники. Незадовільні оцінки виставляються тільки в відомостях обліку успішності. Здобувачам, які отримали не більше як дві незадовільні оцінки (нижче ніж 60 балів) з навчальної дисципліни, можуть бути встановлені різні строки ліквідації академічної заборгованості, але не пізніше як за день до фактичного початку навчальних занять у наступному семестрі. Здобувачі, які не ліквідували академічну заборгованість у встановлений термін, відраховуються з Коледжу. Особи, які одержали більше двох незадовільних оцінок (нижче ніж 60 балів) за підсумковими результатами вивчення навчальних дисциплін з урахуванням підсумкового контролю, відраховуються.

Вимоги до здобувачів щодо засвоєння змісту навчальної дисципліни:

Робота під час навчальних занять	Самостійна та індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 4 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи.	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90 – 100	Відмінно (“зараховано”)	A	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
82 – 89	Добре (“зараховано”)	B	„Дуже добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального , робота з двома-трьома незначними помилками.
75 – 81		C	„Добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками , робота з декількома незначними помилками або з однією–двома значними помилками.

68–74	Задовільно ("зараховано")	D	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний неповністю , але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань містять помилки , робота з трьома значними помилками.
60–67		E	„Достатньо” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконана , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
21–59	Незадовільно („не зараховано”)	FX	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
1–20		F	„Безумовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2010. – 383 с.
2. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2012. 477 с.
3. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2011. 1024 с.

Допоміжна література:

4. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
5. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/construction/helicopters/>