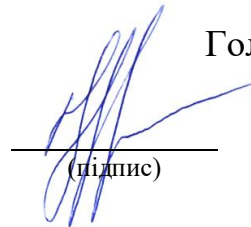


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1



(підпис)

Сергій НИЖНИК

(ім'я та прізвище)

« 30 » 08 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ВИБІРКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

НАЗЕМНЕ ВИКОРИСТАННЯ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

(назва навчальної дисципліни)

***MAJOR* Проєктування авіаційних двигунів та енергетичних установок;
MAJOR Технологія виробництва та ремонту авіаційних двигунів та
енергетичних установок**

(назва вибіркового блоку)

Галузь знань:

13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітні програми:

«Авіаційні двигуни та енергетичні установки»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:

Другий (магістерський)

(рівень освіти)

Харків 2024

Розробник

ст. викл. Євген МАРЦЕНЮК

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


(підпис)Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
(№ 203) Конструкції авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2024.

Завідувач кафедри

д.т.н, професор

(науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)

Сергій ЄПІФАНОВ

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність: <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> (код і найменування) Освітні програми: <u>Авіаційні двигуни та енергетичні установки</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік 2024 / 2025
Кількість змістових модулів – 3		Семестр <u>3</u> -й
Індивідуальне завдання: <u>Немає</u> (назва)		
Загальна кількість годин – 40*/120		Лекції * 24 години
		Практичні, семінарські * 16 годин
		Лабораторні * -
		Самостійна робота 80 годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи здобувача – 5	Вид контролю Модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 40 / 80

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати знання в області робочих процесів в елементах газотурбінних двигунів нових знань з конструкції елементів наземних ГТД.

Завдання: вивчення методів та підходів до створення високоефективних наземних установок на базі авіаційних газотурбінних двигунів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні компетентності: *Здатність генерувати нові ідеї (креативність).*

Спеціальні (фахові) компетентності: *Усвідомлення історії, сучасного стану, проблем та перспектив розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки. Здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.*

Програмні результати навчання: *Знати і розуміти засади фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі авіаційної та/або ракетно-космічної техніки. Знати і розуміти робочі процеси у системах та елементах авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, необхідні для розуміння, опису, вдосконалення та оптимізації їх параметрів.*

Пре-реквізити: Фізика, Теоретична механіка, Авіаційне матеріалознавство, Термодинаміка і теплообмін, Механіка матеріалів та конструкцій, Деталі машин та основи конструювання, Теорія і розрахунок лопатевих машин, Теорія повітряно-реактивних двигунів.

Ко-реквізити: Конструкція і динаміка АД і ЕУ,.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ЦИКЛИ В ГТД НАЗЕМНОГО ВИКОРИСТАННЯ

ТЕМА 1. Предмет вивчення та задачі дисципліни. Аналіз можливих областей використання ГТД. Класифікація наземних установок на базі газотурбінних двигунів. Світові виробники ГТД.

ТЕМА 2. Конструктивні схеми наземних та морських ГТД: одновальні ГТД; ГТД з вільною силовою турбіною; ГТД зі “зв’язаним” компресором низького тиску.

ТЕМА 3. Простий газотурбінний цикл. Класифікація ГТД за термодинамічним циклом. ГТД з регенерацією тепла. ГТД з проміжним охолодженням. ГТД з проміжним підігрівом. ГТД з утилізацією тепла вихлопних газів. Повітроакумуюча газотурбінна установка. ГТД замкнутого циклу. Приєднані ГТД. Здвоєна парогазова установка. Установки STIG: проста схема та установка з конденсатором. ГТД з паровим охолодженням.

ТЕМА 4. Ефективне виробництво холоду. ГТУ у виробництві хлору та каустичної соди. Газотурбінні енерготехнологічні комплекси переробки пластиків. Когенерація у нафтохімічному виробництві. Когенерація у виробництві цементу.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2

ГТД В ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ

ТЕМА 5. Застосування авіадвигунів для захисту не палаючих фонтанів від займання. Застосування генераторів інертних газів на базі авіаційних ГТД як засобів пожежогасіння. Установка «Суперметеотрон». Проблеми зимового докування судів. Газоструминні машини. Мобільні дезінфекційні установки з газотурбінним модулем.

ТЕМА 6. Причини появи ГТД в електроенергетиці. Вимоги до ГТД у складі ГТС. Компонівка ГТД в ГТЕС. Можливі варіанти схем використання ГТД для приводу електрогенератора. Порівняння енергопоїздів на базі ГТД и парової турбіни. Плавучі електростанції.

ТЕМА 7. Загальні проблеми ГТД та ЕУ для кораблів. Класифікація корабельних ГТД. Класифікація енергетичних установок кораблів з ГТД. Вплив морських умов на роботу ГТД. Очищення повітря перед ГТД. Корозія турбіни. Захисні покриття лопаток. Структурний та повітряний шум ГТД на кораблях. Задача реверсу гвинта корабля.

ТЕМА 8. ГТД в залізничному транспорті. Принципова схема та принцип роботи енергетичної установки для залізничного транспорту на базі газотурбінного двигуна. Приклади експериментальних та серійних потягів із газотурбінною силовою злагодою вітчизняного та закордонних виробників. Сучасні турбопотяги. Передумови появи ГТД в танкових силових установках. Порівняльна характеристика танкових газотурбінних та поршневих двигунів. Особливості компоновки танкового ГТД.

ТЕМА 9. Особливості використання наземних установок із газотурбінним двигуном на важких паливах та на природному газі. Результати експериментальних досліджень.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 3

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ГТД

ТЕМА 10. Призначення та класифікація авіаційних приладів. Умови експлуатації авіаційних приладів та вимірювально-обчислювального комплексу. Основні поняття та структура приладового комплексу. Сучасний стан та напрями розвитку приладових комплексів. Паливо-вимірювальні комплекси та витратоміри. Призначення, функції та склад приладів контролю силових установок.

ТЕМА 11. Аналіз відмов та несправностей авіаційної техніки. Існуючі методики визначення причин відмов та несправностей: метод «послідовних виключень (наближень)», метод «Трудомісткість – вірогідність», метод «середньої точки», метод заміни. Огляд та заміна елементів систем на двигуні-макеті.

ТЕМА 12. Типи дефектів, що можуть бути визначені методами неруйнівними контролю. Огляд існуючих методів неруйнівного контролю та зони їх застосування. Порівняльна оцінка наведених методів.

ТЕМА 13. Оптико-візуальні методи діагностики авіаційної техніки. Основні правила та послідовність проведення зовнішнього огляду літаків та вертольотів. Візуальний огляд проточної частини ГТД. Існуючі прилади візуального огляду проточної частини ГТД. Основні правила огляду проточної частини двигуна. Місця доступу на двигуні для проведення огляду його проточної частини.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1 (КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ЦИКЛИ В ГТД НАЗЕМНОГО ВИКОРИСТАННЯ)					
ТЕМА 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Аналіз можливих областей використання ГТД. Класифікація наземних установок на базі реактивних двигунів. Світові виробники ГТД	9	4	-	-	5
ТЕМА 2. Конструктивні схеми наземних та морських ГТД	9	2	2	-	5
ТЕМА 3. Застосування складних циклів у ГТД	30	8	2	-	19
ТЕМА 4. Когенераційні системи в технологічному процесі	7	2	-	-	5
Модульний контроль	1	-	-	-	1

Разом за змістовим модулем 1	55	16	4	-	35
Змістовий модуль 2 (ГТД В ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ)					
ТЕМА 5. ГТД як генератори газу	6	2	-	-	4
ТЕМА 6. Використання ГТД в якості джерела потужності	6	2	-	-	4
ТЕМА 7. Використання ГТД у річному та морському транспорті	8	2	-	-	5
ТЕМА 8. Використання ГТД у наземному транспорті. Танкові ГТД	7	2	-	-	5
ТЕМА 9. Проблеми підготовки та використання палива для наземних ГТД. Використання дизпалива, важких палив та природного газу	8	0	2	-	6
Модульний контроль	1	-	-	-	1
Разом за змістовим модулем 2	35	8	2	-	25
Змістовий модуль 3 (ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ГТД)					
ТЕМА 10. Авіаційні прилади	10	-	2	-	8
ТЕМА 11. Аналіз відмов та несправностей авіаційної техніки	6	-	2	-	4
ТЕМА 12. Неруйнівні методи контролю	6	-	2	-	4
ТЕМА 13. Оптико-візуальні методи діагностики авіаційної техніки	8	-	4	-	4
Модульний контроль					
Разом за змістовим модулем 3	30	-	10	-	20
Усього годин	120	24	16	-	80

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості конструкції газотурбінної установки для транспортування газу, конвертованої з авіаційного двигуна	2
2	Особливості конструкції газотурбінної установки для видобутку електроенергії, конвертованої з авіаційного двигуна	2
3	Розрахунок газової форсунки	2
4	Засоби перетворювання, передавання та обробки польотної інформації.	1
5	Датчики параметрів двигуна та сигналізатори	1
6	Аналіз відмов та несправностей авіаційної техніки	2
7	Неруйнівні методи контролю	2
8	Оптико-візуальні методи діагностики двигуна	2
9	Візуальна діагностика проточної частини ГТД	2
	Разом	16

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення основних даних і конструктивних схем авіаційних двигунів Д-20П, АІ-20, НК-12, НК-16СТ, НК-8, ТВ3-117.	10
2	Вивчення конструктивних особливостей ГТД складних циклів	24
3	Газострумні установки на базі ГТД	4
4	Використання ГТД в якості привода в енергетиці та транспорті	4
5	ГТД у складі силових установок наземного та водного видів транспорту	10

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
6	Особливості експлуатації двигуна при використанні дизельного палива. Особливості експлуатації наземних установок з ГТД на важких паливах і на природному газі.	6
7	Типи чутливих елементів, застосовуваних в авіаційних приладах. Розгляд та вивчення функціональних схем та принципів дії основних датчиків, що встановлюються на двигуні	8
8	Вивчення методів пошуку несправностей	4
9	Ознайомлення з неруйнівними методами контролю	8
10	Модульний контроль	2
	Разом	80

7. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні роботи;
- самостійна робота студента;
- залік.

На лекціях студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання практичних та лабораторних робіт, а також самостійної роботи.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення практичних робіт базується на виконанні студентами розрахунків, пов'язаних з модернізацією авіаційного двигуна під задачі та умови роботи у складі наземних установок. Крім того частина практичних занять спрямована на розгляд існуючих інструментальних методів діагностування та контролю ГТД, а також отримання навичок застосування окремих методів. Під час проведення практичних робіт використовується як індивідуальний так і бригадний характер праці студентів.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенті поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення практичних робіт.

8. Методи контролю

8.1. Тестування

Матеріал дисципліни розбито на три змістових модулі:

1. Конструктивні схеми та цикли в ГТД наземного використання.
2. ГТД в енергоустановках.
3. Інструментальні методи діагностування та контролю ГТД.

Складання модуля 1 – на 9-му тижні 3-го семестру (один раз), складання модулів 2, 3 – на 16-му тижні 3-го семестру (один раз).

До складання модулів студент допускається за умови виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Оформлення практичних робіт – *письмово*, захист – *усно*.

Семестр 3 – *іспит*.

8.2. Питання для контролю та самостійної роботи студентів

Модуль 1

Змістовий модуль 1

1. Галузі можливого застосування ГТД.
2. ГТД у якості механічного привода промислового обладнання: де застосовується; вимоги до привода.
3. Особливості ГТД у якості привода електрогенераторів.
4. Класифікація ГТД, що застосовуються у наземних установках.
5. Стаціонарні ГТД: вимоги до них, їх конструктивні особливості.
6. Необхідні заходи щодо конвертації авіаційного ГТД в наземний.
7. ГТД, конвертовані з авіаційних двигунів.
8. Мікро-ГТД.
9. Основні переваги й недоліки ГТД різних конструктивних схем: одновальних; з вільною силовою турбіною; з «пов'язаним» компресором низького тиску. Яке їх застосування?
10. Класифікація ГТД за термодинамічним циклом.
11. Принципова схема й термодинамічний цикл ГТД з регенерацією тепла; його особливості; можливі області реалізації такого циклу.
12. Ціль проміжного охолодження в ГТД. Можливі способи реалізації проміжного охолодження.
13. Принципова схема й термодинамічний цикл ГТД з проміжним охолодженням; його особливості; приклади установок, що працюють за даним циклом.
14. Принципова схема й термодинамічний цикл ГТД з проміжним підігрівом; його особливості, принцип дії; приклади реалізації даного циклу в газотурбінній техніці.
15. Принципова схема ГТД з утилізацією тепла; його особливості. У яких системах можливе застосування даної установки?
16. Призначення й принцип роботи повітроакумуючої ГТУ. Якими перевагами наділені установки даного типу?
17. Принципова схема ГТД замкненого циклу. Особливості й принц роботи, вибір робочого тіла для ГТД замкненого циклу.
18. Принцип роботи газотурбінної установки з приєднаним ГТД
19. Комбінована парогазова установка: принцип дії; економічний ефект.
20. Принцип роботи установки STIG простої схеми.
21. Принципова схема і термодинамічний цикл установки STIG із впорскуванням води на вході у компресор.
22. Принцип роботи установки STIG з конденсатором.
23. З чим пов'язано поліпшення параметрів простого циклу під час впорскування пари в проточну частину ГТД? Які проблеми пов'язані з впорскуванням пари в газо-повітряний тракт двигуна?
24. Реалізація газотурбінних технологій у технологічному процесі утилізації пластиків. У чому полягає ідея такого комплексу?
25. Утилізація тепла в нафтохімічному виробництві: принцип дії установки.
26. Когенерація у виробництві цементу: схема й принцип роботи установки, де застосовується, економічний ефект.

Змістовий модуль 2

1. Галузі народного господарства, в яких можливе застосування ГТД в якості генераторів газу.
2. Застосування авіадвигунів для захисту не палаючих фонтанів від займання: принцип роботи; на базі якого двигуна зібрана установка; обмеження щодо застосування подібних установок.
3. Застосування генераторів інертних газів (ГІГ) на базі авіаційних ГТД, як засобів пожежогасіння: вимоги, що пред'являються до даних установок; принципова схема; принцип роботи; можливі галузі застосування; приклади установок.
4. Особливості застосування ГІГів наразі гасіння пожеж у вугільних шахтах. Приклади установок.
5. Газоструменеві машини для обслуговування аеродромів.

6. Особливості ГТД, що застосовуються в установках для вироблення електричної енергії. Чим зумовлена можливість застосування ГТД в енергосистемах?
7. Можливі варіанти схем застосування ГТД для приводу електрогенератора. Порівняльна характеристика схем.
8. ГТД у складі мобільних електростанцій. Плаваючі електростанції. Енергопоїзда.
9. Економічна ефективність енергопоїзда на базі ГТД АІ-20: порівняння із паротурбінним енергопоїздом.
10. Класифікація суднових ГТД
11. Особливості морських ГТД: підвищений рівень ударних навантажень; повітряний і структурний шум; потрапляння води в проточну частину; відкладення солі в газоповітряному тракту; вимоги щодо надійності та економічності; задача реверса гвинта корабля.
12. Засоби рішення проблем експлуатації ГТД у морських умовах.
13. ГТД у залізно дорожньому транспорті: турбопоїзда різних країн; сучасні турбопоїзда.
14. ГТД у колісному й гусеничному транспорті. Переваги і недоліки ГТД у порівнянні з поршневим двигуном. Які машини були обладнані газотурбінним двигуном? Які двигуни встановлювали на броньову техніку? Їх особливості.
15. Альтернативні види палив для ГТД. Заходи, що покращують запуск двигуна при роботі на в'язких паливах.

Змістовий модуль 3

1. Призначення і класифікація авіаційних приладів.
2. Умови експлуатації авіаційних приладів.
3. Принцип дії тахометричних витратомірів.
4. Наведіть схему і принцип дії сигналізатора тиску.
5. Наведіть схему і принцип дії індуктивного датчика тиску.
6. Класифікація термометрів за принципом дії.
7. Назвіть можливі методи вимірювання частоти обертання.
8. Принцип дії індукційного датчика частоти обертання.
9. Схема і принцип дії п'єзоелектричного віброперетворювача.
10. Схема і принцип дії індукційного віброперетворювача.
11. Основні чутливі елементи датчиків тиску.
12. Принцип дії біметалевого термометра.
13. Принцип дії термоелектричного термометра.
14. Послідовність дій під час капілярного метода неруйнівного контролю матеріалів.
15. Основний принцип, на якому базуються вихрострумові методи неруйнівного контролю.
16. У чому полягає метод термофарб? Назвіть галузі можливого застосування метода.
17. Які дефекти можуть бути виявлені за допомогою візуально-оптичної діагностики?
18. Можливі пошкодження робочих і статорних лопаток компресора та турбіни.
19. Методика визначення розмірів пошкоджень за допомогою ендоскопа.
20. Назвіть існуючі типи ендоскопів. Наведіть їх стислі характеристики.
21. Назвіть основні елементи ендоскопа. Наведіть схему та поясніть принцип його дії.
22. Порядок дій наразі візуального огляду проточної частини ГТД.
23. Яким чином забезпечується доступ всередину двигуна наразі візуального огляду його проточної частини? Які елементи двигуна можуть бути демонтовані для цих цілей?

9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

9.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0,75...1,5	2	1,5...3

Модульний контроль	18...27	1	18...27
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Виконання і захист практичних робіт	0,75...1,5	1	0,75...1,5
Модульний контроль	18...27	1	18...27
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	0	0
Виконання і захист практичних робіт	0,75...1,5	5	3,75...7,5
Модульний контроль	18...28	1	18...28
Усього за семестр 10			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних та практичних робіт.

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

Білет для іспиту складається з чотирьох теоретичних запитань. Питання у білеті розподілені таким чином:

9.2. Розподіл питань у білетах заліків

Семестр	1-й
Тип контролю	Екзамен
Перше запитання	Класифікація і конструктивні схеми наземних ГТД (<i>змістовий модуль 1</i>)
Друге запитання	Складні цикли наземних ГТД (<i>змістовий модуль 1</i>)
Третє запитання	Особливості застосування ГТД у енергетичних або технологічних комплексах та екологічні проблеми наземних ГТД (<i>змістовий модуль 2</i>)
Четверте запитання	Теми практичних робіт стосовно інструментальних методів діагностування (<i>змістовий модуль 3</i>)

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 25.

9.3. Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

- основні типи та особливості наземних двигунів, вимоги до них;
- конструктивні схеми наземних та морських ГТД;
- шляхи підвищення ефективності ГТД, застосовувані складні термодинамічні цикли, конструктивні рішення для реалізації складних циклів

– особливості роботи ГТД в умовах підвищеного вмісту пилу;

– проблеми підготовки та використання палива для наземних установок;

– екологічні проблеми ГТД наземного використання;

– призначення та функції приладів контролю силових установок;

– методи неруйнівного контролю та зони їх застосування.

вміти:

- виконувати розрахунки паливної форсунки при переході з рідкого на газоподібне паливо;
- проводити заміну паливних, оливних фільтрів, паливних форсунок та запальників;
- проводити візуальний огляд проточної частини ГТД, знаходити та вимірювати пошкодження його елементів.

9.4. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати галузі промисловості, де можливе застосування ГТД. Знати, за якими конструктивними схемами

будують ГТД для наземного застосування. Знати, що таке складний термодинамічний цикл ГТД. Знати, з чим пов'язані проблеми наземного застосування ГТД. Знати перелік об'єктів, на яких ГТД працюють у морських умовах. Знати про призначення та умови роботи приладів контролю силових установок. Знати основні методи неруйнівного контролю. Мати уявлення про послідовність процедури візуального огляду авіаційної техніки.

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Мати уявлення про співвідношення між різними галузями народного господарства за кількістю застосованих одиниць ГТД або за їх сумарною потужністю. Вміти аргументовано пояснити, чому для різних об'єктів застосування одні конструктивні схеми ГТД підходять більш за інші. Знати напрямки підвищення економічності наземних ГТД. Мати уявлення про те, які саме складні цикли можуть бути реалізовані в ГТД різного призначення. Знати, яким чином можуть бути вирішені різні проблеми наземного застосування ГТД. Знати проблеми застосування ГТД у морських умовах. Мати уявлення про особливості конструкції камер згоряння наземних ГТД. Мати уявлення щодо порядку дій наразі заміни фільтрів та паливних форсунок. Знати функції, конструкцію та принципи роботи приладів контролю двигуна. Знати причини виникнення та типи дефектів, які можливо виявити наявними методами неруйнівного контролю. Знати, стан яких деталей можливо перевірити ендоскопом. Мати уявлення про послідовність процедури візуального огляду проточної частини двигуна.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре» і кількістю балів не менше 80). Повно знати основний та додатковий матеріал. Вміти порівнювати різноманітні складні термодинамічні цикли ГТД за ефективністю та загальним економічним ефектом установки. Вміти пояснити основний принцип дії, зобразити принципову схему та «i-s» діаграму найбільш розповсюджених складних циклів ГТД. Знати, яким чином можуть бути вирішені проблеми морського застосування ГТД. Знати призначення, класифікацію і принцип дії ендоскопа. Вміти проводити візуальний огляд проточної частини двигуна, знаходити і вимірювати пошкодження його елементів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано

10. Методичне забезпечення

1. Матеріали лекцій та методичні вказівки, які розміщено у системі дистанційного навчання Ментор за посиланням <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1169>.
2. Макети газотурбінних двигунів типу ТРД, ТРДД, ТГД, ТВД, що знаходяться у класах 103, 124 та у холі Моторного корпусу (відео огляд макетів за посиланням <https://k203.khai.edu/gallery/>).
3. Препаровані авіаційні прилади.
4. Ендоскоп.

11. Рекомендована література

Базова

1. Gas Turbines: A Handbook of Air, Land and Sea Applications / Claire Soares – Elsevier Science, 2014. – 1020 p.

2. Ширков, В.Т. Визуальная диагностика элементов проточной части ГТД / В.Т. Ширков, В.С. Чигрин, Ю.А. Гусев. – Учеб. пособие по выполнению лабораторной работы. – Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 39 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Shirkov_Vizualnaya.pdf

3. Чигрин, В.С. Конструкция турбовального ГТД Д-136 [Текст] : учеб. пособие / В. С. Чигрин, В. Н. Денисюк, В. Г. Харченко. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 104 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Chigrin_Konstrukcija.pdf

Допоміжна

1. Claire M. Soares, Gas Turbines In Simple Cycle & Combined Cycle Applications:

<https://netl.doe.gov/sites/default/files/gas-turbine-handbook/1-1.pdf>.

2. GER-4222A – New High Efficiency Simple Cycle Gas Turbine

https://www.gevernova.com/content/dam/gepower-new/global/en_US/downloads/gas-new-site/resources/reference/ger-4222a-new-high-efficiency-simple-cycle-gas-turbine-lms100.pdf.

3. GER-3695E – GE Aeroderivative Gas Turbines:

<https://f.machineryhost.com/09e02a45c61feb8212ff20e62cd28a02/USPE%20GE%20Aero%20Gas%20Turbine%20Design.pdf>.