


Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра № 201 «Теорії авіаційних двигунів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Олег КИСЛОВ

(ініціали та прізвище)

«24» 08 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія газотурбінних двигунів і установок

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань:

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

142 «Енергетичне машинобудування»

(код та найменування напрямку підготовки)

Освітня програма:

«Газотурбінні установки і компресорні станції»

(найменування)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Кіслов О.В., проф каф. 201, к.т.н., доцент

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



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

№ 201

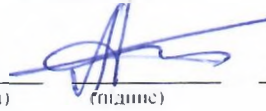
«Теорії авіаційних двигунів»

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 24 » 08 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Л.Г. Бойко

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни. Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 7,5		Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
Модулів – 2			Навчальний рік: 2023/2024	
Змістових модулів – 6				
		Спеціальність <u>142 «Енергетичне машинобудування»</u> (шифр і назва)	Семестр	
			6-й	
Загальна кількість годин – 96*/225		Освітня програма: <u>«Газотурбінні установки і компресорні станції»</u>	Лекції *	
Тижневих годин для денної форми навчання			48 год.	
Семестр 6			Практичні	
Аудиторних – 6 год.	Самост. роботи – 8 год.		16 год.	
			Лабораторні *	
			32 год.	
			Самостійна робота	
			129 год.	
			Індивідуальна робота	
			–	
		Вид контролю		
		Модульний контроль, іспит		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – $96/129=0,774$.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до проектування ГТД та самостійного аналізу процесів, що відбуваються в ГТД та їх елементах.

Завдання – вивчення принципу дії повітряно-реактивних двигунів, характеристик їх елементів, методів термодинамічного аналізу циклів та оптимізації параметрів робочого процесу повітряно-реактивних двигунів, програм управління, спільної роботи елементів, характеристик та особливостей несталої роботи повітряно-реактивних двигунів.

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

1) Загальні :

- **ЗК3.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК4.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- **ЗК8.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- **ЗК9.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- **ЗК10.** Здатність працювати в команді.
- **ЗК11.** Навички міжособистісної взаємодії.
- **ЗК14.** Навички здійснення безпечної діяльності.
- **ЗК15.** Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.
- **ЗК16.** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

2) Фахові :

- **ФК1.** Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій.
- **ФК2.** Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням теоретичних і експериментальних методів дослідження процесів в газотурбінних установках та енергетичному обладнанні компресорних станцій.
- **ФК3.** Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.
- **ФК5.** Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації газотурбінної техніки і енергетичного обладнання компресорних станцій.
- **ФК7.** Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів при проектуванні газотурбінної техніки та енергетичного обладнання компресорних станцій, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових газотурбінних установок та енергетичного обладнання компресорних станцій.
- **ФК8.** Здатність визначати режими експлуатації газотурбінних установок та енергетичного обладнання компресорних станцій і застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.
- **ФК10.** Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.
- **ФК12.** Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності. – здатність продемонструвати передові знання в газотурбобудуванні.

Програмні результати навчання:

Знання і розуміння:

- **ПРН 1.** Демонструвати знання і розуміння математики, фізики, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, теорій лопаткових машин, газотурбінних двигунів і тепломаєобміну, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- **ПРН 3.** Виявити розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» і освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції».

Інженерний аналіз

- **ПРН 4.** Застосовувати процеси, системи, обладнання, інженерні технології відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; обирати і застосовувати придатні типові розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати досліджень.
- **ПРН 5.** Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

Проектування

- **ПРН 6.** Розробляти і проектувати газотурбінні установки та енергетичне обладнання компресорних станцій, що задовольняють конкретним вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування.
- **ПРН 7.** Застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти при проектуванні об'єктів газотурбобудування та енергетичного машинобудування.

Дослідження

- **ПРН 9.** Застосовувати нормативні документи і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань.
- **ПРН 10.** Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

Інженерна практика

- **ПРН 11.** Виявляти розуміння методик проектування і досліджень в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій, а також їх обмежень.
- **ПРН 13.** Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси при вирішенні професійних завдань в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій з урахуванням наявності обмежень та розумінням їх природи.
- **ПРН 15.** Виявляти розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій.

Навчання протягом життя

- **ПРН 20.** Засвоїти розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.
- **ПРН 21.** Виявляти здатність аналізувати розвиток науки і техніки.

Пререквізити:

для вивчення «Теорія газотурбінних двигунів і установок» потрібні знання з дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Технічна термодинаміка», «Теорія та розрахунок лопатевих машин», «Теплотехнічні вимірювання і прилади», «Теоретична механіка та теорія машин і механізмів», «Гідрогазодинаміка», «Робочі процеси в газотурбінних двигунах та їх елементах»;

Кореквізити:

«Теорія газотурбінних двигунів і установок» забезпечує вивчення дисциплін «Конструкція та міцність газотурбінних двигунів та установок», «Автоматика, регулювання та агрегати газотурбінних установок», «Випробування та основи експлуатації газотурбінних установок», «Газотурбінні установки, компресорні станції та газотранспортні мережі», «Виробнича практика», «Дипломна робота (проект)».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Схеми, цикли та тяга силової установки з ГТД

Змістовий модуль 1. Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри

Вступ до дисципліни «Теорія газотурбінних двигунів і установок»

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані та її значення. Особливості вивчення дисципліни, навчальна література. Історичний огляд розвитку теорії повітряно-реактивних двигунів.

Тема 1. Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри

Лекція 1. Тяга та питомі параметри силових установок (СУ) з повітряно-реактивними двигунами (ПРД)

1. Силова установка з ГТД та її основні абсолютні параметри
2. Класифікація ГТД і області їх використання
3. Ефективна і внутрішня тяга силової установки. Зовнішній опір СУ
4. Еквівалентна потужність ГТД
5. Основні питомі параметри силових установок з ГТД

Лекція 2-3. Схеми та теплові діаграми ГТД

6. Схеми ГТД. Газогенераторна частина. Ступінь двоконтурності. Температура змішування потоків в ТРДДзм
7. Теплові діаграми ГТД. Ефективна та вільна роботи
8. Поняття приєднаної маси повітря гвинтом чи вентилятором. Ефект приєднаної маси
9. ККД та енергетичний баланс силових установок з ГТД

Змістовий модуль 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів

Тема 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів

Лекція 4-5. Стиснення повітря у вхідному пристрої та компресорі

1. Призначення, класифікація, основні параметри вхідних пристроїв і вимоги до них
2. Дозвукові вхідні пристрої
3. Надзвукові вхідні пристрої внутрішнього стиснення
4. Надзвукові вхідні пристрої зовнішнього стиснення
5. Характеристики вхідних пристроїв
6. Помпаж і «зуд» надзвукових вхідних пристроїв зовнішнього стиснення
7. Регулювання надзвукових вхідних пристроїв
8. Характеристики компресора : загальний вигляд, розузгодження режимів роботи ступенів на нерозрахункових режимах роботи компресора, регулювання компресора.
9. Пілозахисні пристрої.

Лекція 6. Камери згоряння ГТД

10. Призначення, класифікація і вимоги до камер згоряння. Основні параметри камер згоряння
11. Основні закономірності процесу горіння
12. Організація робочого процесу в основних камерах згоряння ГТД
13. Особливості організації робочого процесу в форсажних камерах
14. Експлуатаційні характеристики основних і форсажних камер згоряння
15. Вібраційне горіння палива і способи його попередження

Лекція 7. Розширення газу в турбіні та вихідному пристрої

16. Характеристики турбін: характеристики ступеня газової турбіни, особливості характеристик багатоступеневих турбін; регулювання турбін
17. Призначення, класифікація, основні параметри і вимоги до вихідних пристроїв

18. Сопла для докритичних і надкритичних перепадів тиску

19. Характеристики та регулювання вихідних пристроїв

Змістовий модуль 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів

Тема 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів

Лекція 8-9. Оптимізація циклу ТРД, ТГД і ТВаД

1. Вираз корисної (ефективної) роботи циклу ТРД через параметри робочого процесу.

Зв'язок ефективної і вільної роботи з питомою тягою двигуна

2. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підігріву повітря

3. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підвищення тиску. Оптимальний та економічний ступень підвищення тиску

4. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ККД процесів стиснення і розширення

5. Залежності питомої потужності і питомих витрат палива ТВаД і ТГД від параметрів робочого процесу

6. Оптимальний розподіл роботи циклу ТГД між гвинтом і реакцією

Лекція 10. Оптимізація циклу ТРДФ

7. Ціль та способи форсування ГТД

8. Теплова діаграма ТРДФ

9. Залежності питомої тяги і питомих витрат палива ТРДФ від параметрів робочого процесу

10. Вибір параметрів циклу у проектуванні ТРД і ТРДФ

Лекція 11. Оптимізація циклу ТРДД і ТРДДФ

11. Параметри робочого процесу та питомі параметри ТРДД

12. Робота циклу ТРДД без змішування потоків і її оптимальний розподіл між контурами

13. Призначення, схеми, організація робочого процесу і характеристики камер змішування ТРДД

14. Оптимальний розподіл роботи циклу між контурами ТРДД і ТРДДФ зі змішуванням потоків

15. Вплив параметрів робочого процесу на питомі параметри ТРДД і ТРДДФ

Модульний контроль

Модуль 2. Спільна робота елементів та характеристики силової установки з ГТД

Змістовий модуль 4. Програми управління та спільна робота елементів силової установки

Тема 4. Програми управління та спільна робота елементів силової установки

Лекція 12-13. Математична модель одновального ТРД і методи її розв'язання

1. Система рівнянь, що описують спільну роботу елементів одновального ТРД

2. Задачі управління (регулювання) ТРД і ТРДФ і поняття про програми (закони) управління (регулювання) двигуна

3. Спільна робота компресора, камери згоряння і турбіни одновального ТРД і ТРДФ

4. Спільна робота турбіни і реактивного сопла одновального ТРД і ТРДФ

5. Коефіцієнти стійкості та запасу стійкої роботи компресору

Лекція 14. Лінія спільної роботи елементів одновального ТРД

при різних програмах управління двигуна

6. ЛСР при умові $\pi_r^* = \text{const}$ (однопараметричні програми управління)

7. ЛСР при програмі управління $T_r^* = \text{const}$ і $n = \text{const}$ (двопараметрична програма управління)

Лекція 15. Особливості спільної роботи елементів двовальних ТРД і ТРДФ

8. Особливості спільної роботи газових турбін і сопла двовальних ТРД і ТРДФ

9. Особливості спільної роботи компресора, камери згоряння і турбіни двовальних ТРД(Ф)

10. Спільна робота надзвукового вхідного пристрою і компресора

Лекція 16. Особливості управління (регулювання) і спільної роботи елементів

ТРДД і ТРДДФ

11. Особливості управління і спільної роботи елементів ТРДД без змішування потоків

12. Особливості управління і спільної роботи елементів ТРДД зі змішуванням потоків

13. Особливості управління (регулювання) ТРДДФ

Лекція 17. Особливості управління (регулювання) спільної роботи елементів ТГД і ТВаД

14. Особливості управління (регулювання) і спільної роботи елементів ТГД
15. Особливості управління (регулювання) і спільної роботи елементів ТВаД

Змістовий модуль 5. Характеристики силових установок з ГТД

Тема 5. Характеристики силових установок з ГТД

Лекція 18. Режими роботи та швидкісні характеристики силових установок з ГТД

1. Номенклатура основних режимів роботи ГТД, характеристики силових установок з ГТД та методи їх одержання
2. Швидкісні характеристики силових установок з ТРД, ТРДФ
3. Особливості швидкісних характеристик силових установок з ТРДД і ТРДДФ.
4. Швидкісні характеристики силових установок з ТГД

Лекція 19. Висотні характеристики силових установок з ГТД

5. Модель стандартної атмосфери
6. Висотні характеристики силових установок з ГТД. Вплив числа Рейнольдса на висотні характеристики
7. Обмеження на висотно-швидкісних характеристиках ТРД
8. Діапазон висот та швидкостей ЛА і області обмежень режимів роботи силової установки

Лекція 20. Дросельні характеристики силових установок з ГТД

9. Дросельні характеристики силових установок з ТРД і ТРДФ
10. Вплив програм управління (регулювання) на дросельні характеристики ТРД і ТРДФ
11. Особливості дросельних характеристик силових установок з ТРДД і ТРДДФ
12. Дросельні характеристики силових установок з ТГД і ТВаД

Лекція 21-22. Приведення результатів випробувань ГТД до стандартних атмосферних умов.

Кліматичні характеристики ГТД

13. Подібність режимів роботи ГТД
14. Приведення результатів випробувань ГТД до стандартних атмосферних умов
15. Вплив атмосферних умов на основні данні ГТД
16. Кліматичні характеристики ГТД

Змістовий модуль 6. Несталі режими ГТД

Тема 6. Несталі режими роботи ГТД

Лекція 23-24. Несталі режими роботи ГТД

1. Умови спільної роботи елементів ГТД в несталіх процесах
2. Прийомистість і скид газу ТРД
3. Включення і виключення форсованого режима
4. Запуск ТРД
5. Особливості перехідних процесів двохвальних ТРД і ТРДД
6. Особливості перехідних процесів ТВаД і ТГД

Заключення

1. Перспективні схеми ГТД
2. Перспективні параметри робочого процесу та питомі параметри ГТД.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					8	9	10	11	12	13
л		пр	лаб	інд	с.р.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1 (блок змістовних модулів)												
Змістовий модуль 1. Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри												
Вступ до навчальної	3,5	0,5	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–

дисципліни												
Тема 1. Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри	29,5	5,5	-	6	-	18	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	33	6	-	6	-	21	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів												
Тема 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів	28	8	-	4	-	16	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	28	8	-	4	-	16	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів												
Тема 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів	44	8	6	10	-	20	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 3	44	8	6	10	-	20	-	-	-	-	-	-
Модульний контроль	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 1	107	22	6	20	-	59	-	-	-	-	-	-
Модуль 2 (блок змістовних модулів)												
Змістовий модуль 4. Програми управління та спільна робота елементів силової установки												
Тема 4. Програми управління та спільна робота елементів силової установки	60	12	10	6	-	32	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 4	60	12	10	6	-	32	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 5. Характеристики силових установок з ГТД												
Тема 5. Характеристики силових установок з ГТД	40	10	-	6	-	24	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 5	40	10	-	6	-	24	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 6. Несталі режими роботи ГТД												
Тема 6. Несталі режими роботи ГТД	16	4	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 6	16	4	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Модульний контроль	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 2	118	26	10	12	-	70	-	-	-	-	-	-
Усього годин	225	48	16	32	-	129	-	-	-	-	-	-

5. Темі семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1		
	Разом	

6. Темы практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Термогазодинамічний розрахунок ГТД. Вибір та обґрунтування параметрів ГТД	4
2	Розрахунок турбінного ступеня і профілювання РЛ	4
3	Розрахунок камери згоряння (перевірочний);	4
4	Розрахунок вихідного пристрою (сопла або дифузора)	4
	Разом	16

7. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Ознайомлення з випробувальними стендами та системами вимірювання параметрів ГТД	6
2	Надзвукові вхідні пристрої силових установок з ГТД	4
3	is-діаграма циклу ТРД	6
4	Розподіл вільної роботи ТВаД між гвинтом та струменем, що витікає з сопла	4
5	Спільна робота турбіни і компресора ТРД	6
6	Дросельна характеристика ТРД	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Вступ до навчальної дисципліни	3
2	Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри (Тема 1)	18
3	Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів (Тема 2)	16
4	Термодинамічний аналіз циклу ГТД (Тема 3)	20
5	Модульний контроль 1	2
6	Програми управління та спільна робота елементів силової установки (Тема 4)	32
7	Характеристики силових установок з ГТД (Тема 5)	24
8	Несталі режими роботи ГТД (Тема 6)	12
9	Модульний контроль 2	2
	Разом	129

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій словесним та наочним методами, лабораторних і практичних занять методом практики, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, захист звітів з лабораторних робіт, розрахункової та розрахунково-графічної робіт, письмові модульні контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

№	Елемент модуля	бали	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Модуль 1				
1	робота на лекційних заняттях			0 – 1
2	виконання лабораторної роботи	0 – 3	4	0 – 12
3	захист лабораторної роботи	0 – 3	4	0 – 12
4	складання модульного контролю (одного)	0 – 25	1	0 – 25
Разом за модуль 1				0 – 50
Модуль 2				
1	робота на лекційних заняттях			0 – 6
2	конспект лекцій	0 – 7	1	0 – 7
3	виконання лабораторної роботи	0 – 3	2	0 – 6
4	захист лабораторної роботи	0 – 3	2	0 – 6
5	складання модульного контролю (одного)	0 – 25	1	0 – 25
Разом за модуль 2				0 – 50
Разом				0 – 100

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

Білет для іспиту складається з трьох питань, одне з яких відноситься до першого модуля, а друге – до другого, а третє – практичне завдання. Перше та друге питання оцінюються 0...40 балів, а третє – 0...20 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- термогазодинамічні процеси в елементах ГТД;
- методи термогазодинамічного розрахунку ГТД;
- умови спільної роботи елементів ГТД;
- способи і засоби регулювання ГТД;
- експлуатаційні характеристики та обмеження ГТД
- особливості несталих режимів роботи ГТД.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- виконувати газодинамічні розрахунки ГТД за допомогою спеціальних програм;
- вибирати оптимальні параметри циклу в залежності від призначення та умов роботи ГТД.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні роботи. Знати основні положення дисципліни при недостатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД.

Добре (75-89). Володіти основними знаннями та умінями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні 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. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, аналізувати одержані результати та робити правильні висновки.

Відмінно (90-100). Володіти всіма знаннями та умінями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні 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. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, ана-

лізувати одержані результати, робити правильні висновки та розробляти рекомендації для їх покращання.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів: Навч. посібник / О.В. Кіслов, К.В. Фесенко; М-во освіти і науки України. Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 64 с. ISBN: - 978-966-662-660-1.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vybor_Parametrov_Termogazodinamicheskij_Raschet.pdf
 2. Формування обліку проточної частини газотурбінних двигунів [Текст] : навч. посібник / О. В. Кіслов, К. В. Фесенко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 64 с.
 3. Герасименко В.П. Газотурбінні двигуни газоперекачувальних агрегатів. Визначення характеристик. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2012.
 4. Термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів і установок: Навч. посібник / Г.В. Павленко; М-во освіти і науки України. Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2007. – 64 с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Termogazodinamicheskij_raschet_gazoturbinnih_dvigatelj_i_ustanovok.pdf
 5. Чисельне дослідження характеристик сопла турбореактивного двигуна багаторежимного літака в умовах дозвукового зовнішнього обтікання: [монографія] / О. В. Кіслов, В. В. Коткин ; М-во освіти та науки України. Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2017. – 152 с. ISBN: - 978-966-662-544-4.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kislov_Tchislennoe_Issledovanie.pdf
 6. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок ТРД та ТРДФ: Навч. посібник / Г.В. Павленко, І.І. Редін. . – Х.: ХАІ, 1984. – 56с.
 7. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок ТВД, ТВВД і ТВаД: Навч. посібник / В.П. Герасименко, Г.В. Павленко. . – Х.: ХАІ, 1984. – 60с.
 8. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок двоконтурних турбореактивних двигунів: Навч. посібник / А.Ф. Брехов, Г.В. Павленко, А.Е. Поляков. – Х.: ХАІ, 1984. – 100с.
 9. Проектування камер згоряння газотурбінних двигунів: Навч. посібник / В.П. Герасименко, А.А. Нікішов. – Х.: ХАІ, 1999.
 10. Проектування вихідних пристроїв ГТУ: Навч. посібник / А.Н. Анютін, О.Д. Дегтярьов, В.І. Ковальов, В.Ю. Незим. – Х.: ХАІ, 2001. – 63с.
 11. Узгодження параметрів та визначення основних розмірів турбін і компресорів ГТД: Навч. посібник / Л.Н. Буслик, В.І. Ковальов. – Х.: ХАІ, 1996. – 51с.
 12. Узгодження компресорів і турбін авіаційного газотурбінного двигуна: Навч. посібник / А.Н. Анютін. – Х.: ХАІ, 1985. – 65с.
 13. Збірник лабораторних робіт з курсу «Теорія повітряно-реактивних двигунів» / Брехов А.Ф., Буслик Л.Н., Герасименко В.П., Грига А.Д., Поляков А.Е. – Х.: ХАІ, 1983.
- На сайті кафедри 201 (адреса вказана у п.15 «Інформаційні ресурси») розміщено **навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:**

- робоча програма дисципліни;

- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для розрахункових робіт практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання, тести для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

14. Рекомендована література

Базова

1. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів : підручник для студентів вузів / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Бойко, Л. Г. Волянська, Н. С. Кулик [та ін.] ; М-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т ; під ред. Ю. М. Терещенко . - 2-е вид., доп. та перероб. - Київ. - НАУ, 2013. - 596 с. ISBN: - 978-966-598-810-6 .
2. Теорія авіаційних двигунів : підручник / В. П. Герасименко. - Х. - Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2003. - 199 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Teoriya_aviacijnih_dviguniv.pdf
3. Теорія та розрахунок повітряно-реактивних двигунів : підручник для студентів вузів / В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер, В. В. Поляков [та ін.]; під ред. С. М. Шляхтенко. - 2-е вид., перероб. та доп. - М. - Машинобудування, 1987. - 568 с .
4. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів: Навч. посібник / О.В. Кіслов, К.В. Фесенко: М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 64 с. ISBN: - 978-966-662-660-1.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vybor_Parametrov_Termogazodinamicheskij_Raschet.pdf
5. Формування обліку проточної частини газотурбінних двигунів [Текст] : навч. посібник / О. В. Кіслов, К. В. Фесенко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 64 с.

Допоміжна

1. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів : підручник для студентів вузів: гриф МОН України / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Волянська, Н. С. Кулик, В. В. Панин; під ред. Ю.М. Терещенко. - К. - Книжкове видавництво НАУ, 2005. - 500 с. ISBN: - 966-598-214-1.
2. Чисельне дослідження характеристик сопла турбореактивного двигуна багаторежимного літака в умовах дозвукового зовнішнього обтікання: [монографія] / О. В. Кіслов, В. В. Коткин ; М-во освіти та науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2017. – 152 с. ISBN: - 978-966-662-544-4.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kislov_Tchislennoe_Issledovanie.pdf
3. Кулагін В.В. Теорія, розрахунок та проектування авіаційних двигунів і енергетичних установок : підручник. Кн. 1 : Основи теорії ГТД. Робочий процес і термогазодинамічний аналіз, Кн. 2 : Основи теорії ГТД. Сумісна робота вузлів наявного двигуна і його характеристики / В. В. Кулагін. - М. - Машинобудування, 2002. - 616 с. ISBN: - 5-217-03125-5.
4. Теорія, розрахунок та проектування авіаційних двигунів і енергетичних установок: підручник. Кн. 3 : Основні проблеми / В. В. Кулагін, С. К. Бочкарьов, І. М. Горюнов, В. А. Григор'єв; під ред. В. В. Кулагіна. - М. - Машинобудування, 2005. - 464 с. ISBN: - 5-217-03269-3 - (Для вузів).
5. Нечаєв Ю.Н., Федоров Р.М. Теорія авіаційних ГТД, ч.1.– М.: Машинобудування, 1977.
6. Нечаєв Ю.Н., Федоров Р.М. Теорія авіаційних ГТД, ч.2.– М.: Машинобудування, 1978.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k201.khai.edu>