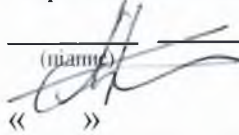


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Теорії авіаційних двигунів (201)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Л.Г. Бойко
(підпис) (ініціали та прізвище)

« » 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Комп'ютерне проектування елементів ГТД

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Газотурбінні установки і компресорні станції

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Піжанкова Н.В. асистент каф. 201

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



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
201 теорії авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Л.Г. Бойко

(ініціали та прізвище)

Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (цифра і найменування) Спеціальність <u>142 «Енергетичне машинобудування»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Газотурбінні установки і компресорні станції</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання <i>Визначення оптимальних параметрів циклу ГТД</i> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 56/120		6
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 4		Лекції*
		24 год.
		Практичні, семінарські*
		–
		Лабораторні*
	32 год.	
	Самостійна робота	
64 год.		
Вид контролю		
модульний контроль		
іспит (залік)		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

$$56/64=0,875$$

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до комп'ютерного проектування елементів газотурбінних двигунів.

Завдання : вивчення сучасних спеціалізованих комп'ютерних програм з проектування елементів газотурбінних двигунів та методів проектування елементів газотурбінних двигунів за їх допомогою.

Компетентності, які набуваються:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.

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.

Очікувані результати навчання:

ПРН 1. Демонструвати знання і розуміння математики, фізики, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, теорій лопаткових машин, газотурбінних двигунів і тепломасообміну, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

технології відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; обирати і застосовувати придатні типи розрахунків 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.

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 застосовування адекватної методології проектування.

ПРН 7. Застосовувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти при проектуванні об'єктів газотурбобудування та енергетичного машинобудування.

ПРН 8. Здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій, використовуючи наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації.

ПРН 11. Виявляти розуміння методик проектування і досліджень в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій, а також їх обмежень.

ПРН 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

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 14. Застосовувати норми інженерної практики у сфері газо-турбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій.

Пререквізити: «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Робочі процеси в двигунах та їх елементах», «Теорія та розрахунок лопатевих машин».

Кореквізити: «Теорія та розрахунок лопатевих машин»(курсний проект). «Теорія газотурбінних двигунів та установок», «Дипломна робота (проект)».

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Термогазодинамічний розрахунок ГТД на ПЕВМ, формування обліку ГТД.

Вступ до дисципліни Проблема проектування газотурбінних двигунів. Сучасні вимоги для їх параметрів.

Тема 1. Термогазодинамічний розрахунок ГТД, основні рівняння, що використовують, найбільш важливі газодинамічні і термодинамічні параметри.

Програми, що використовуються для виконання термогазодинамічних розрахунків різних схем та призначення. Вихідні дані, особливості розрахунку, можливості та результати.

Тема 2. Формування обліку ГТД

Поняття обліку ГТД. Основні геометричні параметри.

Програми що використовуються для виконання формування обліку різних схем. Вивчення особливостей різних форм проточної частини, основних елементів двигуна, їх вплив на параметри ГТД. Вихідні дані, особливості розрахунку, можливості та результати, що можна отримати.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Термогазодинамічний розрахунок основних елементів ГТД на ПЕВМ

Тема 3 Газодинамічний розрахунок компресора ГТД

Поняття проектувального розрахунку лопаткових машин. Вплив форми проточної частини компресора та кількості каскадів. Розподіл навантажень та КПД між ступенями, швидкостей та ступеню реактивності. Програми, що використовуються для виконання розрахунків різних типів компресорів ГТД. Вихідні дані, особливості розрахунку, можливості та результати, що можна отримати.

Тема 4 Газодинамічний розрахунок турбіни

Існуючі підходи до розподілу робіт між ступенями турбіни, їх обґрунтування, вплив витрат охолоджуючого повітря. Вплив форми проточної частини та геометричних параметрів. Програми що використовуються для виконання розрахунків осьових турбін ГТД. Вихідні дані, особливості розрахунку, можливості та результати, що можна отримати.

Змістовний модуль 3 Профілювання лопаткових вінців елементів проточної частини ГТД

Тема 5 Профілювання ступеня вісьового компресора

Методи, що використовуються для профілювання лопаток робочого колеса та направляючого апарату. Закони профілювання за висотою лопатки, їх переваги та недоліки. Програмне та методичне забезпечення. Вихідні дані та результати.

Тема 6 Профілювання ступеня газової турбіни

Існуючі підходи до профілювання ступеня турбіни. Рівняння радіальної рівноваги. Закони профілювання.

Програми, що використовуються для профілювання лопаток робочого колеса та соплового апарату турбіни.

Модульний контроль.**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі										
		Л	Пр	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1 (блок змістовних модулів)												
Змістовний модуль 1. Термогазодинамічний розрахунок ГТД												
Тема 1. Термогазодинамічний розрахунок ГТД	30	6	8		–	16	–	–	–	–	–	–
Тема 2 Формування обліку ГТД	22	4	6		–	12	–	–	–	–	–	–
Разом за модулем 1	52	10	14			28	–	–	–	–	–	–
Модуль 2												
Змістовний модуль 2. Газодинамічний розрахунок основних елементів ГТД на ПЕВМ												
Тема 3 Газодинамічний розрахунок компресора ГТД	20	4	6	–	–	10	–	–	–	–	–	–
Тема 4 Газодинамічний розрахунок турбіни ГТД	22	4	–	4	–	14	–	–	–	–	–	–
Змістовний модуль 3. Профілювання лопаткових вінців елементів проточної частини ГТД												
Тема 5. Профілювання ступеня вісьового компресора	14	4	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Тема 6 Профілювання ступеня газової турбіни	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Разом за модулем 2	68	14	–	18	–	36	–	–	–	–	–	–
Усього годин	120	24		32	–	64						

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Термогазодинамічний розрахунок ГТД.	4
2	Пошук оптимальних параметрів двигуна за параметрами циклу	4
3	Формування обліку ГТД	6
4	Розрахунок вісьового компресора	6
5	Розрахунок вісьової турбіни	4
6	Профілювання ступеня компресора	4
7	Профілювання ступеня турбіни	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Термогазодинамічний розрахунок ГТД.	16
3	Формування обліку ГТД	12
4	Розрахунок вісьового компресора	10
5	Розрахунок вісьової турбіни	14
6	Профілювання ступеня компресора	6
7	Профілювання ступеня турбіни	6
8	Разом	64

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Розрахункова робота «Визначення оптимальних параметрів циклу ГТД»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій словесним та наочним методами, лабораторних і практичних занять методом виконання розрахунків параметрів двигуна за допомогою комплексу програм, розроблених на кафедрі 201, індивідуальні консультації (при

необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, захист звітів з лабораторних робіт, розрахункової роботи, письмові модульні контролі, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з трьох запитань. Два теоретичні (максимальна кількість балів 40 за кожне питання), та одне теоретичне – максимальна кількість балів 20.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати всі практичні та розрахункову роботу. Знати основні положення дисципліни. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД. Знати необхідні для розрахунку вихідні дані та результати, що отримуються.

Добре (75-89). Володіти основними знаннями та умінями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі практичні, розрахункову роботу. 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 практичні, розрахункову роботу. 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, аналізувати одержані результати, робити правильні висновки та розробляти рекомендації для їх покращення.

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. Базові підручники та навчально-методичні посібники наведені в п. 14
Рекомендована література.

14. Рекомендована література

Базова

1. Теорія теплових двигунів. Підручник / Ю.М.Терещенко, Л.Г.Бойко, С.О. Дмитрієв та ін. : за ред. Ю.М. Терещенка.-К.:Вища шк., 2001.-382 с.
2. Теория авиационных газотурбинных двигателей. / Ю.М. Терещенко, Л.Г.Бойко,Л.Г.Волянская и др. Под ред. Ю.М. Терещенко. – К.: НАУ, 2013. – 596 с.
3. Теория авиационных двигателей. – Часть 1. / Ю.Н. Нечаев, Р.М.Федоров, В.Н.Котовский и др. М.: Изд.ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 2006. – 366 с.
4. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. – Часть 1. – М.: Машиностроение, 1977. – 312 с.
5. Холщевников К.В., Емин О.Н., Митрохин В.Т. Теория и расчет авиационных лопаточных машин.– М.: Машиностроение, 1986.– 432 с.
6. Поздняков В.О., Бойко Л.Г., Герасименко В.П., Редін І.І., Кіслов О.В. Комп'ютерна програма: Комплексна система курсового і дипломного проектування. Харків, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», Реєстр. номер 3569 від 23.10.17.

Допоміжна

- 7 Павленко Г.В. Термогазодинамический расчет газотурбинных двигателей и установок. Харьков, ХАИ. – 2007. – 64 с.
- 8 Анютин А.Н. Согласование компрессоров и турбин авиационного газотурбинного двигателя. – 1985. – 52 с.
- 9 Буслик Л.Н., Ковалев В.И. Согласование параметров и определение основных размеров турбин и компрессоров ГТД. – 1996.– 51 с.
- 10 Павленко Г.В. Газодинамический расчет осевого компрессора на ЭВМ. – 1985.— 67 с.
- 11 Незым В.Ю. Расчет и построение решеток профилей дозвукового осевого компрессора. Харьков, ХАИ. – 1988.– 41 с.
- 12 Степанов Ю.В. Выбор параметров и расчет авиационной охлаждаемой газовой турбины. Харьков, ХАИ. – 1984.– 51 с.

- 13 Павленко Г.В., Волов А.Г. Газодинамический расчет осевой газовой турбины. Харьков, ХАИ. – 2007. – 75 с.
- 14 Анютин А.Н. Расчет и профилирование на ЭВМ лопатки осевой газовой турбины. Харьков, ХАИ. – 1991. – 48 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри : <http://k201.khai.edu>