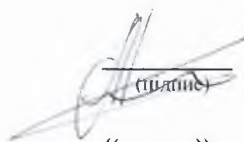


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теорії авіаційних двигунів» (№ 201)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Л.Г.Бойко

(ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теорія і розрахунок лопаткових машин

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: «Газотурбінні установки і компресорні станції»
(найменування освітніх програм)

(для здобувачів нормативного терміну навчання)

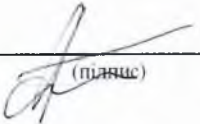
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

2

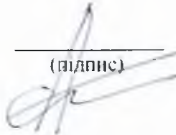
Розробник: Бойко Л.Г., зав. кафедри 201, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Теорії авіаційних двигунів (201)
(назва кафедри)

Протокол № 3 від «31» 08 2021 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 – 11.5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія» (шифр та найменування) Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування» (код та найменування) Освітня програма «Газотурбінні установки і компресорні станції» (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	<i>Вибіркова</i>	
Кількість модулів – 4		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 8		2021/2022	
Індивідуальне завдання:		Семестр	
РГР «Розрахунок параметрів потоку по тракту ГТД»		5-й	6-й
РР «Кінематика потоку у ступені осевого компресора»		Лекції ^{*)}	
КП «Газодинамічне проектування лопаткових машин газотурбінного двигуна»		48	24
		Практичні, семінарські ^{*)}	
		32	
Загальна кількість годин – 160/345		Лабораторні ^{*)}	
		32	24
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Самостійна робота	
Семестр 5		113	64
Аудиторних – 7 год. Самостійної роботи здобувача – 7.06 год.		Вид контролю	
Семестр 6		Модульний контроль	Модульний контроль
Аудиторних – 3		Іспит	Диф. залік
Самостійної роботи здобувача – 4.5			КП
			Іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $160/185 = 0,864$

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: підготувати майбутніх фахівців до аналізу параметрів робочого процесу та проектування лопатевих машин.

Завдання: вивчення робочого процесу та методів розрахунку параметрів лопатевих машин, методів оцінки ефективності та проектування лопатевих машин.

Компетентності, які набуваються:...

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.

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.

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.

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.

ПРН 3. Виявити розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» і освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції».

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.

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 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.

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 20. Засвоїти розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

ПРН 21. Виявляти здатність аналізувати розвиток науки і техніки

Пререквізити: «Вища математика», «Фізика», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка».

Кореквізити: «Теорія газотурбінних двигунів та установок», «Комп'ютерне проектування елементів газотурбінних двигунів», «Нагнітачі природнього газу», виконання курсових та дипломного проекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. *Загальні питання теорії лопаткових машин (ЛМ)*

Тема 1. *Основні рівняння. Газотермодинамічні процеси в турбомашинах*

Класифікація ЛМ та області застосування ЛМ, вимоги щодо них. Коротка історія розвитку ЛМ. Конструктивні схеми ЛМ. Вклад вчених університету до розвитку теорії ЛМ. Рівняння нерозривності, закону збереження енергії, кількості та моменту кількості руху, стану, ізоентропічного та політропічного процесу. Узагальнене рівняння Бернуллі. Ентропійна діаграма та її властивості. Вивчення процесів у потоці газа. Енергетично ізольовані процеси, їх зображення в i - s -діаграмі. Процеси з підводом та отводом механічної та теплової енергії, їх зображення в i - s -діаграмі. Рівняння тепловміщення та Бернуллі для течії у відносному русі.

Модульний контроль

Модуль 2

Змістовний модуль 2. *Ізольовані ступені компресора і турбіни. Гратки профілів*

Тема 2. *Ступінь осьового компресора*

Ступінь осьового компресора, принцип дії, призначення основних елементів, процес у ступені осьового компресора, основні параметри, їх вплив на напір та ККД. Плани швидкостей. Зображення процесу в i - s діаграмі. Гратки профілів, геометричні параметри ґраток, зв'язок кінематики потоку з геометричними параметрами ґраток. Сили, що діють на лопатки турбомашини. Теорема М.Є. Жуковського про під'ємну силу профіля у ґратці. Коефіцієнти під'ємної сили та опіру, якість ґратки. Особливості обтікання дозвуковою течією, ґратки профілів. Характеристики компресорних ґраток профілів, урахування стисливості та в'язкості течії при розрахунку ґраток профілів. Ступінь, що має вхідний НА. Особливості газотермодинамічних процесів у до-, транс- та надзвукових ступінях компресора. Просторова течія в ступінях турбомашин. Умови сумісної праці елементів ступеня, розташованих на різних радіусах, закони профілювання лопаток по радіусу. Види втрат енергії у ступені осьового компресора.

Тема 3. Ступінь осьової газової турбіни

Ступінь газової турбіни, принцип дії, призначення основних елементів, газотермодинамічні процеси, основні параметри ступеня, їх вплив на його роботу, ККД ступеня турбіни, плани швидкостей, активні та реактивні ступені. Особливості обтікання ступеня турбіни дозвуковою течією. Види втрат механічної енергії у ступені турбіни. Охолодження газових турбін.

Змістовний модуль 3. Характеристики лопаткових машин

Тема 4. Характеристики лопаткових машин

Перехід від теоретичних до дійсних характеристик ступенів лопаткових машин, характеристики ступеня осьового компресора, нестійкі режими роботи ступеня, причини, що їх викликають, коефіцієнт запасу стійкості ступеня компресора, вплив частоти обертання. Особливості прояву обертового зриву у ступенях з різним діаметром втулки, $\bar{d}_{вт}$. Параметри подібності. Зображення характеристик турбомашин в параметрах подібності. Характеристики ступеня осьової газової турбіни.

Модульний контроль

Модуль 3

Змістовний модуль 4. Ступінь відцентрового компресора

Тема 5. Ступінь відцентрового компресора

Принцип дії, призначення основних елементів, основні геометричні та термогазодинамічні параметри. Плани швидкостей. Закономірності зміни параметрів уздовж проточної частини. Форми лопаток на виході, вплив ВНА. Характеристики ступеню ВЦК.

Змістовний модуль 5. Багатоступеневі осьові компресори та їх регулювання

Тема 6. Багатоступеневі осьові компресори та їх регулювання

Багатоступеневий осьовий компресор (БОК), основні параметри, зв'язок з параметрами ступенів компресора. Вибір параметрів ступенів при проектуванні на розрахунковому режимі. Умови узгодження спільної роботи ступенів у багатоступеневій машині. Характеристики нерегульованого багатоступеневого компресору, характер разузгодження ступенів при зміні витрати та частоти обертання. Нестійкі режими роботи. Діапазон робочих режимів, вплив напірності. Засоби регулювання компресорів та їх застосування на різних режимах.

Модульний контроль

Модуль 4.

Змістовний модуль 6. Багатоступеневі осьові газові турбіни, радіальні турбіни та їх регулювання

Тема 7. Багатоступеневі осьові газові турбіни, радіальні турбіни та їх регулювання

Багатоступеневі осьові турбіни. Основні параметри, зв'язок з параметрами ступенів. Вибір параметрів ступенів при проектуванні на розрахунковому режимі. Особливості проектування охолоджуваних ступенів турбіни. Оцінки ефективності. Нерозрахункові режими роботи, характеристики багатоступеневої турбіни, особливості сумісної роботи ступенів. Побудова характеристик. Засоби регулювання шляхом повороту СА. Особливості робочого процесу та проектування доцентрової та биротативної газової турбіни.

Висновки

Перспективні параметри сучасних турбомашин. Нові підходи до проектування.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Семестр 5					
Модуль 1					
Змістовний модуль 1.					
<i>Загальні питання теорії лопаткових машин</i>					
Тема 1. Загальні питання теорії лопаткових машин (ЛМ)	86	16	16	10	44
Модульний контроль					
Разом за модулем 1	86	16	16	10	44
Модуль 2					
Змістовний модуль 2.					
<i>Ізольовані ступені компресора і турбіни. Гратки профілів</i>					
Тема 2. Ступінь осьового компресора	76	20	8	8	40
Тема 3. Ступінь газової турбіни	35	6	8	8	13
Тема 4. Характеристики лопаткових машин	28	6	–	6	16
Модульний контроль					
Разом за модулем 2	139	32	16	22	69
Усього годин	225	48	32	32	113
Семестр 6					
Модуль 3					
Змістовний модуль 3.					
<i>Відцентровий компресор</i>					
Тема 5. Відцентровий компресор	8	4	–	4	4
Змістовний модуль 4.					
<i>Багатоступеневі осьові компресори та їх регулювання</i>					
Тема 6. Багатоступеневі осьові компресори та їх регулювання	68	12	–	12	44
Модульний контроль					
Разом за модулем 3	76	16	–	12	48
Модуль 4					
Змістовний модуль 5.					
<i>Багатоступеневі осьові газові турбіни та їх регулювання</i>					
Тема 7. Багатоступеневі осьові газові турбіни та їх регулювання	44	8	–	12	24
Модульний контроль					
Разом за модулем 4	44	8	–	12	24
Усього годин	120	24	–	24	72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семінарські заняття не передбачені навчальним планом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунки та відображення в is-діаграмі енергоізольованих процесів в проточній частині двигуна	6
2	Розрахунки та відображення в is-діаграмі процесів в проточній частині двигуна з підводом та відводом механічної або теплової енергії	8
3	Дослідження кінематики потоку в ступені осьового компресора	10
4	Дослідження кінематики потоку в ступені осьової турбіни	8
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семестр 5		
1	Ознайомлення з проточними частинами авіаційних ГТД та їх елементами	6
2	Плани швидкостей ступеня осьового компресора	6
3	Визначення коефіцієнта впливу скінченної кількості лопаток у відцентровому компресорі (коефіцієнт μ)	6
4	Характеристика відцентрового компресора	6
5	Характеристика ступеня турбіни за витратою	4
6	Характеристики ступеня турбіни за частотою обертання	4
	Разом	32
Семестр 6		
1	Дослідження обтікання компресорної решітки профілів дозвуковим потоком за допомогою чисельного моделювання	6
2	Чисельне моделювання обтікання компресорної решітки профілів надзвуковим потоком	6
3	Дослідження радіальної структури течії в багатоступеневому компресорі на розрахунковому режимі	8
4	Спільна робота ступенів багатоступеневого компресора	6
5	Регулювання багатоступеневого осьового компресора шляхом повороту лопаток ВНА	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семестр 5		
1	Аналіз застосування рівнянь газо- і термодинаміки в розрахунках вузлів газотурбінного двигуна.	30
2	Ступінь осьового компресора. Типи ґраток профілів. Теорема Жуковського, урахування проявів стисливості течії.	24
3	Ступінь осьової турбіни.	20
4	Особливості побудови планів швидкостей у ступенях турбіни і компресору. Поняття ступені реактивності.	23
5	Характеристики ступенів компресора і турбіни.	16
	Разом	113
Семестр 6		
6	Вибір та обґрунтування параметрів двигуна, термогазодинамічний розрахунок	12
7	Узгодження параметрів компресорів і турбін, визначення геометричних розмірів цих вузлів.	14
8	Газодинамічний проектувальний розрахунок компресора на середньому радіусі.	14
9	Газодинамічний проектувальний розрахунок турбіни на середньому радіусі.	14
10	Розрахунок і профілювання ступеня компресора і турбіни по радіусу.	10
11	Виконання графічної частини: розподіл параметрів течії уздовж проточної частини двигуна.	8
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
Семестр 5	
1	Виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Розрахунок параметрів потоку по тракту ГТД».
2	Виконання розрахункової роботи на тему: «Кінематика потоку в ступені осьового компресора».
Семестр 6	
3	Виконання курсового проекту на тему «Газодинамічне проектування лопаткових машин газотурбінного двигуна».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні

консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

На лекціях студенти отримують знання з основ теорії лопаткових машин, вивчають підходи до їх розрахунків, які надалі будуть використані при виконанні індивідуальних розрахунково-графічної та розрахункової робіт, курсового проекту, а також практичних та лабораторних робіт та самостійної роботи.

Проведення лабораторних робіт базуються на експериментальному дослідженні параметрів течії в лопаткових машинах та їх сумарних характеристик, дає змогу вивчення реальних об'єктів за допомогою фізичних експериментів.

Практичні роботи дають змогу навчитися застосуванню теоретичних положень курсу для виконання розрахунків параметрів течії в лопаткових машинах шляхом розв'язання ряду завдань, методам побудови графіків процесу в ентропійних діаграмах, трикутників швидкостей та інш.

Цикл розрахункових лабораторних робіт (6 семестр) дозволяє досліджувати параметри процесу в лопаткових машинах з допомогою їх візуалізації, шляхом використання віртуальних моделей об'єктів при застосуванні комплексу програм, розроблених на кафедрі 201.

Курсовий проект, який студенти виконують у 6 семестрі, присвячений «Газодинамічному проектуванню лопаткових машин газотурбінного двигуна», дає змогу студентам використати теоретичні знання та навички з даної дисципліни у проектуванні реальних об'єктів.

Надалі даний проект є основою для проекту з дисципліни «Теорія газотурбінних двигунів», «Газотурбінні установки та обладнання компресорних станцій», а також випускного проекту бакалавра.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, захист розрахункових робіт, захист курсового проекту (диференційний залік), фінального контролю у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти Семестр 5

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекційних заняттях			0 – 2
Виконання лабораторних робіт	0 – 1	3	0 – 3
Захист лабораторних робіт	0 – 3	3	0 – 9
Робота на практичних заняттях (з урахуванням контрольної роботи)	0 – 4		0 – 4
Виконання розрахункової роботи	0 – 2	1	0 – 2
Захист розрахункової роботи	0 – 5	1	0 – 5
Складання модульного контролю		1	0 – 25
Разом за Модуль 1			0...50
Модуль 2			
Робота на лекційних заняттях			0 – 2
Виконання лабораторних робіт	0 – 1	3	0 – 3
Захист лабораторних робіт	0 – 3	3	0 – 9
Робота на практичних заняттях (з урахуванням контрольної роботи)	0 – 4		0 – 4
Виконання розрахункової роботи	0 – 2	1	0 – 2
Захист розрахункової роботи	0 – 5	1	0 – 5
Складання модульного контролю		1	0 – 25
Разом за Модуль 2			0...50
Всього за семестр			0...100

Семестр 6

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 3			
Робота на лекційних заняттях			0 – 4
Виконання лабораторних робіт	0 – 2	2	0 – 4
Захист лабораторних робіт	0 – 3	2	0 – 6
Виконання розрахункової роботи	0 – 2	1	0 – 2
Захист розрахункової роботи	0 – 5	1	0 – 5
Складання модульного контролю		1	0 – 29
Разом за Модуль 3			0...50
Модуль 4			
Робота на лекційних заняттях			0 – 4
Виконання лабораторних робіт	0 – 2	3	0 – 6
Захист лабораторних робіт	0 – 3	3	0 – 9
Складання модульного контролю		1	0 – 31
Разом за Модуль 4			0...50
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має змогу отримати максимум 100 балів (для кожного з семестрів).

Білет для іспиту складається з трьох запитань (двох теоретичних та одного практичного), за які відповідно встановлюються такі оцінки: 33, 33 і 34 бали.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Семестр 5

Необхідний обсяг знань для одержання оцінки:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь, виконати розрахунково-графічну та розрахункові роботи, всі лабораторні та практичні роботи, включаючи контрольні, знати класифікацію, схеми та принципи дії лопаткових машин, основні визначення параметрів, базові термо- та газодинамічні рівняння, що визначають процеси в лопаткових машинах, геометричні параметри граток профілів та ступенів та їх характеристики.

Добре (75-89). Твердо знати основні теми курсу лекцій, виконати та захистити розрахунково-графічну та розрахункові роботи, всі лабораторні та практичні роботи, включаючи контрольні, вміти обґрунтувати основні розрахунки за допомогою рівнянь, вміти пояснювати особливості течії в лопаткових машинах (ступенях і гратках профілів) на різноманітних режимах, вміти розв'язувати задачі з розрахунків параметрів течії, будувати i-s діаграми процесів та трикутники швидкостей, визначати закони крутки лопаток за висотою, відбирати найкращі, будувати характеристики ступенів турбіни та осьового компресора.

Відмінно (90-100). Повно та досконало знати лекційний матеріал, вміти його докладно викласти, пояснити та застосовувати у розрахунках, пояснювати особливості течії на різних режимах та зміну параметрів, виконати і на «відмінно» захистити усі практичні роботи.

Семестр 6

Необхідний обсяг знань для одержання оцінки:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань з питань устрою та принципу дії ступеня відцентрового компресору, його параметрів та характеристик. Знати основні параметри багатоступеневих компресора і турбіни та їх зв'язок з параметрами ступенів, що його утворюють, побудову сумарних характеристик, мати уяву про засоби їх регулювання. Необхідно виконати всі практичні роботи та надати звіт викладачеві.

Добре (75-89). Продемонструвати добре володіння теоретичним курсом, викладеним у лекціях, виконати та захистити всі практичні роботи. Знати особливості сумісної роботи ступенів у багатоступеневих турбомашинах та побудову їх характеристик, мати уяву про роботу компресора на межі стійкості

та турбіни на межі максимальної спроможності розширення косого зрізу, вміти визначати засоби регулювання відповідно режиму, обирати параметри турбомашин при їх проектуванні, виконувати розрахунки їх геометричних параметрів.

Відмінно (90-100). Повно та досконало знати лекційний матеріал, вміти його докладно викласти, пояснити та застосовувати у розрахунках, пояснювати особливості течії на різних режимах та зміну параметрів, виконати і на «відмінно» захистити усі практичні роботи.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту.

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
0...40	0...20	0...40	0...100

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.

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

- http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=BookList&lang=ukr&caller_mode=Disciplines&disciplinesearch=yes&combiningAND=1&theme_cond=all_theme&is_ttp=0&search_fld=%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F+%D1%82%D0%B0+%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA+&discipline_list=820&speciality_list=385&course_list=0&recommend_select=0&action=subscribe&list_id=1&email=

- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2674>

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 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.
3. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. – Часть 1. – М.: Машиностроение, 1977. – 312 с.
4. 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.
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

1. Павленко Г.В. Термогазодинамический расчет газотурбинных двигателей и установок. – Харьков, ХАИ. – 2007. – 64 с.
2. Анютин А.Н. Согласование компрессоров и турбин авиационного газотурбинного двигателя. – Харьков, ХАИ. – 1985. – 52 с.
3. Буслик Л.Н., Ковалев В.И. Согласование параметров и определение основных размеров турбин и компрессоров ГТД. – Харьков, ХАИ. – 1996. – 51 с.
4. Павленко Г.В. Газодинамический расчет осевого компрессора ГТД. – Харьков, ХАИ. – 2002. – 57 с.
5. Незым В.Ю. Расчет и построение решеток профилей дозвукового осевого компрессора. – Харьков, ХАИ. – 1988. – 41 с.
6. Павленко Г.В., Волов А.Г. Газодинамический расчет осевой газовой турбины. – Харьков, ХАИ. – 2007. – 75 с.
7. Анютин А.Н. Расчет и профилирование на ЭВМ лопатки осевой газовой турбины. – Харьков, ХАИ. – 1991. – 48 с.
8. Анютин А.Н. Методические указания к выполнению домашних заданий по курсу ТРЛМ. – Харьков, ХАИ. – 1986. – 16 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k201.khai.edu>.