

Міністерство освіти і науки України

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

Кафедра № 201 «Теорії авіаційних двигунів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи



О.В. Білогуб

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«    » \_\_\_\_\_ 2019 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія повітряно-реактивних двигунів

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань:

13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код та найменування напрямку підготовки)

Освітня програма:

«Авіаційні двигуни та енергетичні установки»

(найменування)

скорочений термін навчання – 3 роки

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2019 рік**

Робоча програма Теорія повітряно-реактивних двигунів  
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»  
освітньою програмою «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», 3 роки  
« 28 » 08 2019 р., - 11 с.

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 « 30 » 08 2018 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>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки	
Модулів – 3		Навчальний рік:	
Змістових модулів – 6			
Курсовий проект « <u>Розрахунок і профілювання проточної частини ПвРД</u> »	Спеціальність: <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> (шифр і назва)	2019/2020	2019/2020
		<b>Семестр</b>	
		6-й	7-й
Загальна кількість годин – 104/225	Освітня програма: <u>«Авіаційні двигуни та енергетичні установки»</u>	<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання		48 год.	–
<b>Семестр 6</b>		<b>Практичні</b>	
Аудиторних – 5 год.	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	–	24 год.
Самост. роботи – 5 год.		<b>Лабораторні</b>	
<b>Семестр 7</b>		32год.	–
Аудиторних – 2/1 год.		<b>Самостійна робота</b>	
Самост. роботи – 2 год.		85 год.	36 год.
		<b>Індивідуальна робота</b>	
		–	–
		<b>Вид контролю</b>	
	Модульний контроль, іспит	Модульний контроль, диф. залік	

**Примітка:** співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:  
для денної форми навчання – 104/121.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** засвоєння основних положень теорії повітряно-реактивних двигунів (ПвРД) та їх застосування на практиці при виборі параметрів.

**Завдання:** вивчення принципу дії повітряно-реактивних двигунів.

**Міждисциплінарні зв'язки:**

для вивчення «Теорія повітряно-реактивних двигунів» потрібні знання з дисциплін «Фізика», «Термодинаміка і теплообмін», «Теорія та розрахунок лопатевих машин».

**Результати навчання:**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати:*

- термогазодинамічні процеси в елементах ПвРД та методи опису цих процесів;
- методи термогазодинамічного розрахунку;
- методи оптимізації параметрів циклу;
- методи узгодження роботи вузлів ПвРД;
- характеристики елементів двигуна і умови спільної роботи елементів;
- способи і засоби регулювання;
- експлуатаційні характеристики та обмеження;
- несталі режими роботи.

**вміти:**

- виконувати газодинамічні розрахунки ПвРД та їх елементів;
- вибирати оптимальні параметри циклу в залежності від призначення та умов роботи ПвРД;
- використовувати характеристики елементів у розрахунках;
- застосовувати математичні моделі для отримання експлуатаційних характеристик;

**мати уявлення:**

- про математичне моделювання ПвРД;
- про основні напрямки розвитку ПвРД.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. Схеми, цикли та тяга силової установки з ПвРД**

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

##### **Вступ до дисципліни «Теорія повітряно-реактивних двигунів»**

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

*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 ПвРД

**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. Пилозахисні 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 ПвРД**

#### **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 однофазного ТРД і методи її розв'язання*

1. Система рівнянь, що описують спільну роботу елементів однофазного ТРД
2. Задачі управління (регулювання) ТРД і ТРДФ і поняття про програми (закони) управління (регулювання) двигуна
3. Спільна робота компресора, камери згоряння і турбіни однофазного ТРД і ТРДФ
4. Спільна робота турбіни і реактивного сопла однофазного ТРД і ТРДФ
5. Коефіцієнти стійкості та запасу стійкої роботи компресору

##### *Лекція 14. Лінія спільної роботи елементів однофазного ТРД при різних програмах управління двигуна*

6. ЛСР при умові  $\pi_T^* = \text{const}$  (однопараметричні програми управління)
7. ЛСР при програмі управління  $T_T^* = \text{const}$  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 і ТРДФ
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 несталих процесах
2. Прийомистість і скид газу ТРД
3. Включення і виключення форсованого режиму
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.

### Модуль 3. «Розрахунок і профілювання проточної частини повітряно-реактивного двигуна»

1. Термогазодинамічний розрахунок ГТД.
2. Вибір та обґрунтування параметрів ГТД.
3. Газодинамічний розрахунок турбіни.
4. Розрахунок турбінного ступеня і профілювання РЛ.
5. Розрахунок камери згоряння (перевірочний).
6. Розрахунок вихідного пристрою (сопла або дифузора) .

#### 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	
<b>6 семестр</b>													
<b>Модуль 1 (блок змістовних модулів)</b>													
<b>Змістовий модуль 1.</b> Силкові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри													
Вступ до навчальної дисципліни	2,5	0,5	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
Тема 1. Силкові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри	19,5	5,5	–	6	–	8	–	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	22	6	–	6	–	10	–	–	–	–	–	–	–
<b>Змістовий модуль 2.</b> Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів													
Тема 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів	22	8	–	6	–	8	–	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	22	8	–	6	–	8	–	–	–	–	–	–	–
<b>Змістовий модуль 3.</b> Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів													
Тема 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів	22	8	–	8	–	6	–	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 3	22	8	–	8	–	6	–	–	–	–	–	–	–
<i>Модульний контроль</i>	<b>2</b>	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>68</b>	<b>22</b>	–	<b>20</b>	–	<b>26</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b>Модуль 2 (блок змістовних модулів)</b>													
<b>Змістовий модуль 4.</b> Програми управління та спільна робота елементів силової установки													
Тема 4. Програми управління та спільна робота елементів силової установки	46	12	–	6	–	28	–	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим	46	12	–	6	–	28	–	–	–	–	–	–	–

модулем 4												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 5. Характеристики силових установок з ГТД</b>												
Тема 5. Характеристики силових установок з ГТД	33	10	–	6	–	17	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 5	33	10	–	6	–	17	–	–	–	–	–	–
<b>Змістовий модуль 6. Несталі режими роботи ГТД</b>												
Тема 6. Несталі режими роботи ГТД	16	4	–	–	–	12	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 6	16	4	–	–	–	12	–	–	–	–	–	–
<i>Модульний контроль</i>	<b>2</b>	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>97</b>	<b>26</b>	–	<b>12</b>	–	<b>59</b>	–	–	–	–	–	–
<b>Усього годин за сем.</b>	<b>165</b>	<b>48</b>	–	<b>32</b>	–	<b>85</b>	–	–	–	–	–	–
<b>7 семестр</b>												
<b>Модуль 3 (блок змістовних модулів)</b>												
Виконання курсового проекту	60	–	24	–	–	36	–	–	–	–	–	–
<b>Разом за модулем 3</b>	60	–	24	–	–	36	–	–	–	–	–	–
<b>Усього годин за сем.</b>	60	–	24	–	–	36	–	–	–	–	–	–
<b>Усього годин</b>	<b>225</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	–	<b>121</b>	–	–	–	–	–	–

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1		
	<b>Разом</b>	

#### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Термогазодинамічний розрахунок ГТД. Вибір та обґрунтування параметрів ГТД	6
2	Газодинамічний розрахунок турбіни	4
3	Розрахунок турбінного ступеня і профілювання РЛ	4
4	Розрахунок камери згоряння (перевірочний);	4
5	Розрахунок вихідного пристрою (сопла або дифузора)	2
6	Побудова плану швидкостей і решіток профілів РЛ турбіни на трьох радіусах	4
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

#### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Ознайомлення з випробувальними стендами та системами вимірювання параметрів ГТД	6
2	is-діаграма циклу ТРД	6
3	Надзвукові вхідні пристрої силових установок з ПвРД	4
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



	<b>Разом</b>	<b>32</b>
--	--------------	-----------

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Вступ до навчальної дисципліни	2
2	Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри	8
3	Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів. Виконання курсового проекту	8 16
4	Термодинамічний аналіз циклу ПвРД. Виконання курсового проекту	6 20
5	Модульний контроль 1	2
6	Програми управління та спільна робота елементів силової установки	28
7	Характеристики силових установок з ГТД	17
8	Несталі режими роботи ГТД	12
9	Модульний контроль 2	2
	<b>Разом</b>	<b>121</b>

### 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Курсовий проект «Розрахунок і профілювання проточної частини ПвРД»
	<b>Разом</b>

### 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, письмові модульні контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту та диф. заліку ( за результатами захисту курсового проекту).

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

#### Семестр 6

№	Елемент модуля	бали	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Модуль 1				
1	<b>робота на лекційних заняттях</b>			<b>0 – 1</b>
2	<b>виконання лабораторної роботи</b>	<b>0 – 4</b>	<b>4</b>	<b>0 – 16</b>
3	захист лабораторної роботи	0 – 4	4	0 – 16
4	складання модульного контролю	0 – 20	1	0 – 20
Разом за модуль 1				<b>0 – 53</b>
Модуль 2				
1	<b>робота на лекційних заняттях</b>			<b>0 – 1</b>
2	<b>конспект лекцій</b>	<b>0 – 5</b>	<b>1</b>	<b>0 – 5</b>
3	<b>виконання лабораторної роботи</b>	<b>0 – 4</b>	<b>2</b>	<b>0 – 8</b>
4	захист лабораторної роботи	0 – 4	2	0 – 8
5	складання модульного контролю	0 – 25	1	0 – 25
Разом за модуль 2				<b>0 – 47</b>
<b>Разом за семестр (іспит)</b>				<b>0 – 100</b>

## Семестр 7

№	Елемент модуля	бали	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Модуль 1				
<b>1</b>	<b>виконання курсового проекту</b>	<b>0 – 55</b>	<b>1</b>	<b>0 – 55</b>
2	захист курсового проекту	0 – 45	1	0 – 45
Разом за модуль 1				<b>0 – 100</b>
<b>Разом за семестр (диф. залік)</b>				<b>0 – 100</b>

Семестровий контроль (іспит) у 6 семестрі 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 оцінюється 0...40 балів, а третє – 0...20 балів.

Семестровий контроль (диф. залік) у 7 семестрі проводиться за результатами виконання та захисту курсового проекту.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

*Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:*

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

*Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:*

- виконувати газодинамічні розрахунки ПвРД та їх елементів;
- вибирати оптимальні параметри циклу в залежності від призначення та умов роботи ПвРД.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні 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 ПвРД.

**Добре (75-89).** Володіти основними знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні 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 ПвРД, аналізувати одержані результати та робити правильні висновки.

**Відмінно (90-100).** Володіти всіма знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні 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 ПвРД, аналізувати 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. Рекомендована література

#### Базова

1. Теория авиационных газотурбинных двигателей / Л.Г. Бойко, Ю.М. Терещенко и др. // Учебник. К.: НАУ, 2013. 596 с.
2. Теория и расчет ВРД. /Под ред. С.М. Шляхтенко.– М.: Машиностроение, 1987.
3. Герасименко В.П. Теорія авіаційних двигунів.– Х.: ХАІ, 2003.
4. Сб. лабораторних работ по курсу «Теория воздушно-реактивных двигателей» / Брехов А.Ф., Буслик Л.Н., Герасименко В.П., Грига А.Д., Поляков А.Е. – Х.: ХАИ, 1983.
5. Выбор параметров и термогазодинамический расчет ТРД и ТРДФ: Уч. пособие / Г.В. Павленко, И.И. Редин. . – Х.: ХАИ, 1984. – 56с.
6. Выбор параметров и термогазодинамический расчет ТВД, ТВВД и ТВад: Уч. пособие / В.П. Герасименко, Г.В. Павленко. . – Х.: ХАИ, 1984. – 60с.
7. Выбор параметров и термогазодинамический расчет двухконтурных турбореактивных двигателей: Уч. пособие / А.Ф. Брехов, Г.В. Павленко, А.Е. Поляков. – Х.: ХАИ, 1984. – 100с.
8. Проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей: Уч. пособие / В.П. Герасименко, А.А. Никишов. – Х.: ХАИ, 1999.
9. Проектирование выходных устройств ГТУ: Уч. пособие / А.Н. Анютин, О.Д. Дегтярев, В.И. Ковалев, В.Ю. Незым. – Х.: ХАИ, 2001. – 63с.
10. Согласование компрессоров и турбин авиационного газотурбинного двигателя : Уч. пособие / А.Н. Анютин. – Х.: ХАИ, 1985. – 65с.

#### Допоміжна

1. Теория двухконтурных турбореактивных двигателей. /Под ред. С.М.Шляхтенко и А.В.Сосунова.– М.: Машиностроение, 1979.
2. Кулагин В.В. Теория газотурбинных двигателей: ученик: в 2 кн. – М.: МАИ, 1994.
3. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: ученик: в 2 кн. – М.: Машиностроение, 2003.
4. Теория авиационных двигателей [Текст] : учеб. для вузов, ч.1 / Ю. Н. Нечаев [и др.] ; под ред. Ю. Н. Нечаев. – М. : Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2005. – 366 с.
5. Теория авиационных двигателей [Текст] : учеб. для вузов, ч.2 / Ю. Н. Нечаев [и др.] ; под ред. Ю. Н. Нечаев. – М. : Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006. – 448 с.
6. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных ГТД, ч.1.,– М.: Машиностроение, 1977.
7. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных ГТД, ч.2.,– М.: Машиностроение, 1978.

### 14. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k201.khai.edu>