

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

Кафедра «Теорії авіаційних двигунів» (№ 201)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми



(підпис)

Л.Г.Бойко

(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Екологічні аспекти проектування газотурбінних установок**

(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 освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: другий (магістерський)**

**Харків 2023 рік**

Розробник: Герасименко В.П., проф. каф. 201, д.т.н., проф.

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

  
(підпис)

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

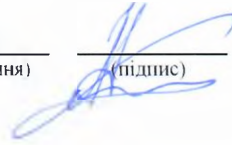
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «24» серпня 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 5,0	<b>Галузь знань</b> <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування)	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів 2	<b>Спеціальність</b> <u>142 «Енергетичне машинобудування»</u> (код та найменування)	<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів 2		2023/2024
<i>Не передбачено</i>	<b>Освітня програма</b> <u>«Газотурбінні установки і компресорні станції»</u> (найменування)	<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин 150	<b>Рівень вищої освіти:</b> <u>другий (магістерський)</u>	3-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		<b>Лекції</b> <sup>1)</sup>
аудиторних – 6,0 год. самостійної роботи студента – 12,7 год.		24
		<b>Практичні</b> <sup>1)</sup>
		24
		<b>Лабораторні</b> <sup>1)</sup>
		–
		<b>Самостійна робота</b>
		102
		<b>Вид контролю</b>
		Модульний контроль, іспит

Примітки:

1. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  $48/102=0,47$

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до оцінки екологічних аспектів при проектуванні ГТД

**Завдання :** вивчення механізмів утворення шкідливих речовин при згорянні палив в камерах згорання ГТД, методів розрахунку шкідливих викидів, заходів щодо їх зниження. Механізмів утворення шуму і заходів запобігання шуму ГТД.

### Загальні:

ЗК1 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3 – Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК4 – Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК5 – Здатність працювати в міжнародному контексті

### Фахові:

СК1 – Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК2 – Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК3 – Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК4 – Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК5 – Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проектів у галузі енергетичного машинобудування.

СК7 – Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентоздатності та охорони праці.

### Очікувані результати навчання:

РН1 – Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН2. – Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН3 – Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації газотурбінних установок, іншого енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах.

РН4 – Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН5 – Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН7 – Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН9 – Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

**Пререквізити:** Хімія, Фізика, Теорія ГТД і У.

**Кореквізити:** переддипломна практика, дипломне проектування.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1

*Змістовий модуль 1. Шкідливі викиди у вихлопних газах ГТД і У. Парникові гази.*

#### **Вступ до дисципліни «Екологічні аспекти проектування ГТУ»**

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни у навчальному плані. Тенденції екологічного захисту населення та природи на Землі. Основні напрямки діяльності людства та громадськості з захисту навколишнього середовища (природи та живого світу) на Землі. Міжнародні організації з екологічної діяльності.

**Тема 1.** Шкідливий вплив газотурбінних двигунів і установок та енергетичних комплексів на навколишнє середовище і людину. Забруднення повітря, ґрунту і водних ресурсів.

**Тема 2.** Процеси горіння в камері згорання ГТУ та утворення шкідливих речовин. Виникнення шкідливих речовин у камерах згорання газотурбінних двигунів та установок. Процеси горіння у потоці.

**Тема 3.** Механізми утворення шкідливих речовин у камері згорання ГТУ. Утворення окислів азоту в камерах згорання ГТД і ПД. Утворення чадного газу в камерах згорання ГТД і ПД. Утворення сажі (диму) та бензапірену в камерах згорання ГТД. Утворення окислів сірки та заходи щодо їх уникнення шляхом рафінування.

**Тема 4.** Нормування та зменшення викидів у атмосферу. Нормування шкідливих викидів авіаційних ГТД та наземних ЕУ. Заходи щодо зменшення окислів азоту, сажі і чадного газу в ГТД і У. Проектування «чистих» камер згорання.

**Тема 5.** Засоби контролю забруднення атмосферного повітря ГТУ. Метрологічне забезпечення контролю шкідливих викидів у вихлопних газах ГТД і У та контролю стану атмосферного повітря в промислових зонах.

#### **Модульний контроль**

#### Модуль 2.

*Змістовий модуль 2. Шумові характеристики ГТД і У.*

**Тема 6.** Характеристики гідродинамічного шуму. Виникнення шуму в ГТД. Вимірювання та характеристики шуму. Рівень звуку. Виробничий шум на компресорних станціях (КС).

**Тема 7.** Механізми виникнення шуму в ГТУ та заходи щодо його зменшення. Джерела виникнення шуму в авіаційних двигунах та енергетичних установках. Шум реактивної струмини та заходи щодо його зменшення. Конструкційні та експлуатаційні заходи. Шум лопатевих машин та заходи щодо його зменшення.

**Тема 8.** Нормування та вимірювання шуму. Нормування шуму в авіації та виробничих умовах на КС.

**Тема 9.** Використання води і пари в енергетиці. Підготування промислової води для енергетичних систем. Стічні води, містські та промислові каналізації. Очисні споруди та станції. Норми на шкідливі речовини. Метрологічне забезпечення контролю шкідливих речовин у стічній та промисловій воді.

**Тема 10.** Забруднення ґрунту та засоби знешкодження твердих відходів енергетики. Шкідливі реактивні та ракетні палива. Заходи з дегазації поверхонь ґрунту. Вимоги та правила користування шкідливими паливами. Шкідливі мастильні матеріали ГТД і У та заходи щодо їх безпечного використання. Заходи щодо знешкодження твердих шкідливих відходів енергетики. Перероблення промислових та побутових твердих відходів на горючі матеріали. Метрологічне забезпечення контролю шкідливих речовин у твердих промислових відходах енергетичних підприємств.

**Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	лаб.	п	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Шкідливі викиди у вихлопних газах ГТД і У</b>					
Вступ до навчальної дисципліни	12	2	–	–	10
Теми 1-3. Утворення шкідливих речовин у камерах згоряння ГТД	42	10	–	8	24
Теми 4-5. Метрологічний контроль та нормування шкідливих викидів у вихлопних газах ГТД і У	34	8	–	6	20
<b>Модульний контроль</b>					
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>88</b>	<b>20</b>	<b>–</b>	<b>14</b>	<b>54</b>
<b>Змістовий модуль 2. Шумові характеристики ГТД і У та забруднення води і ґрунту в енергетиці</b>					
Теми 6-8. Шум ГТД і У та заходи щодо його зменшення	40	2	–	10	28
Теми 9-10. Забруднення води та ґрунту в енергетиці	22	2	–	–	20
<b>Модульний контроль</b>					
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>62</b>	<b>4</b>	<b>–</b>	<b>10</b>	<b>48</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>–</b>	<b>24</b>	<b>102</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Не передбачено навчальним планом</i>		

#### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Типи камер згоряння. Зміна температури газів у камері згоряння.	6
2	Методи газового аналізу. «Прилад Орса»	6
3	Методика визначення складу вихлопних газів ГТД газоаналізатором «Testo-350»	6
4	Нормування шуму у авіації	6
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Не передбачено навчальним планом</i>		

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Проблеми екології та вплив енергетики на навколишнє середовище.	10
2	Утворення шкідливих речовин в камерах згоряння та заходи щодо їхнього зменшення.	24
3	Метрологічний контроль та нормування шкідливих викидів із ГТД.	20
4	Шум ГТД і заходи щодо його зменшення.	28
5	Забруднення води і ґрунту та засоби його знешкодження.	20
<b>Разом</b>		<b>102</b>

### 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
<i>Не передбачено навчальним планом</i>	

### 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та викладеними в internet матеріалами з проблемних питань екології.

### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумковий контроль та контроль у вигляді іспиту.



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

№ з/п	Елемент модуля	Бали	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>				
1	Виконання практичних робіт	0 – 3	3	0 – 9
2	Захист практичних робіт	0 – 3	3	0 – 9
3	Виконання індивідуального завдання за бажанням студента	0 – 10	1	0 – 10
4	Складання модульного контролю	0 – 22	1	0 – 22
<b>Разом за модуль 1</b>				<b>0...50</b>
<b>Модуль 2</b>				
1	Конспект лекцій	0 – 7	1	0 – 7
2	Виконання практичних робіт	0 – 3	3	0 – 9
3	Захист практичних робіт	0 – 3	3	0 – 9
4	Складання модульного контролю	0 – 25	1	0 – 25
<b>Разом за модуль 2</b>				<b>0...50</b>
<b>Всього за підсумковий контроль чи іспит</b>				<b>0...100</b>

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

### 13. Методичне забезпечення

1. Базові підручники та навчально-методичні посібники наведені в п. 14
2. Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:  
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2664>

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Екологічні аспекти проектування газотрубних установок : навч. посіб. / В. П. Герасименко ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 33 с.  
[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Ekolog\\_Gerasimenko.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Ekolog_Gerasimenko.pdf)
2. Герасименко В.П. Правила технічної експлуатації ГПА. – Х.: ХАІ. – 2015. – 92 с.  
[https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Gerasimenko\\_PTE.pdf](https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Gerasimenko_PTE.pdf)
3. Герасименко В.П. Теорія авіаційних двигунів. – Х.: ХАІ. – 2003. – 199 с.
4. Газотурбінні двигуни літальних апаратів: Підручник /Ю.М. Терещенко, Л.Г. Бойко, О.В. Мамлюк; За ред. Ю.М. Терещенка. - К.: Вища школа, 2000. - 319 с.
5. Герасименко В.П., Нікішов А.А. Проектування камер згоряння ГТД. – Х. – ХАІ. – 1999. – 88 с.

[https://library.khai.edu/catalog?clear\\_all\\_params=0&mode=DocBibRecord&lang=ukr&caller\\_mode=BookList&themes\\_basket=&ttp\\_themes\\_basket=&ext=no&theme\\_path=0&author\\_fld=&docname\\_fld=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D1%8B+%D0%B2+%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%85+%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F+%D0%93%D0%A2%D0%94&docname\\_cond=beginwith&year\\_fld1=&year\\_fld2=&udc\\_fld=&isbn\\_fld=&lang\\_list=0&pubplace\\_fld=&publisher\\_fld=&bbc\\_fld=&issn\\_fld=&annotation\\_fld=&volume\\_fld=&part\\_fld=&responsibility\\_fld=&theme\\_cond=all\\_theme&littype\\_list=0&theme\\_list=0&disciplinesearch=&discipline\\_list=&tpage=1&step=20&faculty\\_list=0&department\\_list=&speciality\\_list=0&knmz\\_doctype\\_list=0&speciality\\_knmz\\_list=&sillabus\\_list=&knowledgearea\\_list=&qualificationlevel\\_list=&initiator\\_mode=SearchDocForm&full\\_searchfld=&ecopy=4&combiningAND=0&is\\_ttp=0&print\\_basket=%2C&docid=510350097&doctype\\_list=0&doctoselect=0](https://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=DocBibRecord&lang=ukr&caller_mode=BookList&themes_basket=&ttp_themes_basket=&ext=no&theme_path=0&author_fld=&docname_fld=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D1%8B+%D0%B2+%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%85+%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F+%D0%93%D0%A2%D0%94&docname_cond=beginwith&year_fld1=&year_fld2=&udc_fld=&isbn_fld=&lang_list=0&pubplace_fld=&publisher_fld=&bbc_fld=&issn_fld=&annotation_fld=&volume_fld=&part_fld=&responsibility_fld=&theme_cond=all_theme&littype_list=0&theme_list=0&disciplinesearch=&discipline_list=&tpage=1&step=20&faculty_list=0&department_list=&speciality_list=0&knmz_doctype_list=0&speciality_knmz_list=&sillabus_list=&knowledgearea_list=&qualificationlevel_list=&initiator_mode=SearchDocForm&full_searchfld=&ecopy=4&combiningAND=0&is_ttp=0&print_basket=%2C&docid=510350097&doctype_list=0&doctoselect=0)

### Допоміжна

6. Герасименко В.П. Газотурбінні двигуни ГПА. Визначення характеристик. Х. – ХАІ, 2012 р.
7. Заболотний О.В., Цеховський М.В. Методи та засоби вимірювання фізико-хімічних величин. Контроль якості та складу природного газу. – Ч. 1. Навч. посібник. ХАІ, 2008.
8. Заболотний О.В., Світличний О.В. Методи та засоби вимірювання фізико-хімічних величин. Контроль якості твердих та рідинних речовин. Навч. посібник. ХАІ. – Ч.2. – 2008.
9. Вороновський Г.К., Переверзев Н.П. Екологія и енергетика.– Х.: «Курсор», 2000.
10. Основи загальної екології. /Білявський Г.О., Падун М.М., Фардуй Р.С.. К.: Либідь, 1995.– 367 с.
11. Енергетичні та екологічні характеристики ГТД при використанні вуглеводневих палив та водню. /Каніло П.М., Подгорний А.Н., Христин В.А.– К.: «Наукова думка», 1989.– 221 с.  
[https://library.khai.edu/catalog?clear\\_all\\_params=0&mode=DocBibRecord&lang=ukr&caller\\_mode=BookList&themes\\_basket=&ttp\\_themes\\_basket=&ext=no&theme\\_path=0&author\\_fld=&docname\\_fld=%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5+%D0%B8+%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5+%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8+%D0%93%D0%A2%D0%94+%D0%BF%D1%80%D0%B8+%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8+%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2+%D0%B8+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0&docname\\_cond=beginwith&year\\_fld1=&year\\_fld2=&udc\\_fld=&isbn\\_fld=&lang\\_list=0&pubplace\\_fld=&publisher\\_fld=&bbc\\_fld=&issn\\_fld=&annotation\\_fld=&volume\\_fld=&part\\_fld=&responsibility\\_fld=&theme\\_cond=all\\_theme&littype\\_list=0&theme\\_list=0&disciplinesearch=&discipline\\_list=&tpage=1&step=20&faculty\\_list=0&department\\_list=&speciality\\_list=0&knmz\\_doctype\\_list=0&speciality\\_knmz\\_list=&sillabus\\_list=&knowledgearea\\_list=&qualificationlevel\\_list=&initiator\\_mode=SearchDocForm&full\\_searchfld=&ecopy=0&combiningAND=0&is\\_ttp=0&print\\_basket=%2C&docid=510202403&doctype\\_list=0&doctoselect=0](https://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=DocBibRecord&lang=ukr&caller_mode=BookList&themes_basket=&ttp_themes_basket=&ext=no&theme_path=0&author_fld=&docname_fld=%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5+%D0%B8+%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5+%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8+%D0%93%D0%A2%D0%94+%D0%BF%D1%80%D0%B8+%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8+%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2+%D0%B8+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0&docname_cond=beginwith&year_fld1=&year_fld2=&udc_fld=&isbn_fld=&lang_list=0&pubplace_fld=&publisher_fld=&bbc_fld=&issn_fld=&annotation_fld=&volume_fld=&part_fld=&responsibility_fld=&theme_cond=all_theme&littype_list=0&theme_list=0&disciplinesearch=&discipline_list=&tpage=1&step=20&faculty_list=0&department_list=&speciality_list=0&knmz_doctype_list=0&speciality_knmz_list=&sillabus_list=&knowledgearea_list=&qualificationlevel_list=&initiator_mode=SearchDocForm&full_searchfld=&ecopy=0&combiningAND=0&is_ttp=0&print_basket=%2C&docid=510202403&doctype_list=0&doctoselect=0)
12. Gas turbine theory by hih saravanamuttoo, h. cohen & gfc rogers, 5 th edition  
<https://soaneemrana.org/onewebmedia/GAS%20TURBINE%20THEORY%20BY%20HIH%20SARAVANAMUTTOO,%20H.%20COHEN%20&%20GFC%20ROGERS.pdf>

### 15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k201.khai.edu>.