

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

"Нагнітачі та теплові двигуни"

"Superchargers and Heat Engines"

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова викладання: українська

Миколаїв – 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» є однією із складових комплексної підготовки фахівців першого бакалаврського рівня вищої освіти галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

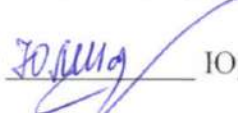
« 12 » 05 2024 р – 15с.

Розробники:

Соломонюк Д.М. – кандидат технічних наук, викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики,

Соломонюк Н.С. – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Теплоенергетика» к.т.н., доцент  Юрій ШАПОВАЛОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» розглянуто на засіданні кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики.

Протокол № 12 від « 30 » 05 2024 р.

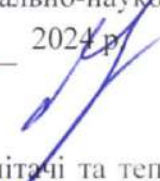
Завідувач кафедри

 Богдан ЛИЧКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» розглянуто Навчально-методичною комісією машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 3 від « 10 » 06 2024 р.

Голова

 Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» погоджено з навчальним відділом.

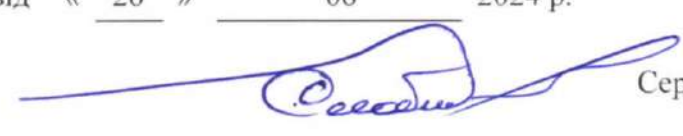
Начальник відділу

 Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 5 від « 26 » 06 2024 р.

Голова НМР НУК

 Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

ЗМІСТ

	Вступ.....	4
1	Опис навчальної дисципліни.....	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни.....	5
3	Передумови для вивчення дисципліни.....	5
4	Очікуванні результати навчання.....	6
5	Програма навчальної дисциплін.....	7
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	12
7	Форми поточного та підсумкового контролю.....	12
8	Критерії оцінювання результатів навчання.....	14
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10	Рекомендовані джерела інформації.....	15

ВСТУП

Анотація

Дисципліна вивчається з метою формування у студентів систематизованого цілісного уявлення про конструкції та принципи дії нагнітачів та теплових двигунів різних типів та процеси, що відбуваються у них та їх складових частинах, необхідного для забезпечення механічною та тепловою енергією, енергією рідин та стислих газів всіх видів обладнання, визначення їх параметрів та аналізу робочих процесів, забезпечення нормального їх функціонування, підвищення ефективності їх роботи, оптимізації роботи окремого обладнання або його сукупності.

Ключові слова: нагнітач, компресор, вентилятор, насоси, двигун внутрішнього згоряння, парові турбіни, газові турбіни.

Abstract.

The discipline is studied in order to form a systematic holistic view of the design and principles of operation of blowers and heat engines of various types and the processes occurring in them and their components, necessary to provide mechanical and thermal energy, energy of liquids and compressed gases to all types of equipment, determine their parameters and analyse work processes, ensure their normal functioning, improve their efficiency, optimise the operation of individual equipment or its combination.

Keywords: supercharger, compressor, fan, pumps, internal combustion engine, steam turbines, gas turbines.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань – 14 Електрична інженерія	Обов'язковий компонент	
Модулів – 1	Спеціальність 144 Теплоенергетика	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		3	3
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>не планується</i>		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		6	6
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8 заочної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 10	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції	
		30	16
		Практичні	
		15	8
		Лабораторні	
		15	8
		Самостійна робота	
		120	148
		індивідуальні завдання –	
		Форма контролю-письмова: екзамен	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» є формування у здобувачів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК9. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Тепломасообмін», «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори АЕС», що викладаються здобувачам у попередніх семестрах.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни «Нагнітачі та теплові двигуни» передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

ПРН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

ПРН14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації

5. Програма навчальної дисципліни

Денна форма навчання **Модуль 1**

Змістовий модуль 1. Нагнітачі

Тема 1 Загальні відомості про конструкцію та принцип дії нагнітачів

Лекція 1. Мета та значення дисципліни у підготовці студента. Класифікація нагнітальних машин, основні визначення.

Література: [1], стор. 14...31; [3], стор. 13...15.

Лекція 2. Конструкція та принцип дії відцентрових нагнітачів. Конструкція та принцип дії об'ємних, динамічних та струмених нагнітачів. Особливості робочих процесів у компресорах, вентиляторах та газодувках.

Література: [1], стор. 35...66, 154...209, 217...222; [3], стор. 15...20, 29...37.

Тема 2 Робота нагнітачів у мережі

Лекція 3. Основні параметри гідравлічних та аеродинамічних машин. Робота нагнітачів в мережі. Характеристики нагнітачів і мереж.

Література: [1], стор. 39...43, 67...93; [3], стор. 23...28, стор. 65...68.

Лекція 4. Регулювання роботи нагнітачів: дроселювання, байпасування, паралельна і послідовна робота нагнітачів, частотне та комбіноване регулювання.

Література: [1], стор. 94...113; [3], стор. 88...97, стор. 101...109.

Лекція 5. Послідовна і паралельна робота однакових і різних нагнітачів.

Література: [1], стор. 94...113; [3], стор. 88...97, стор. 101...109.

Змістовий модуль 2. Теплові двигуни

Тема 3 Двигуни внутрішнього згоряння

Лекція 6. Принцип дії та цикли ДВЗ: цикл зі спаленням при постійному об'ємі, тиску, цикл з комбінованим згорянням палива. Тепловий баланс ДВЗ.

Література: [1], стор. 409...420; [2], стор. 23...38.

Лекція 7. Принцип дії та конструкції двотактних та чотиритактних ДВЗ. Особливості конструкції та роботи карбюраторних та дизельних ДВЗ. Основні елементи та конструкції ДВЗ.

Література: [1], стор. 409...449; [2], стор. 332...372.

Лекція 8. Системи ДВЗ: паливна, змащувальна, охолодження, наддувочного повітря, газовипуску Газопоршнєві двигуни: особливості конструкції та функціонування.

Література: [2], стор. 18...24, 420...449; [3], стор. 40...186.

Тема 4. Паротурбінні установки

Лекція 9. Схеми і принципи дії паротурбінних установок. Основне обладнання. Способи підвищення паливної ефективності ПТУ. Тепловий баланс ПТУ.

Література: [1], стор. 280...283; [5], стор. 73...130.

Лекція 10. Будова і принцип дії парової турбіни. Перетворення енергії на лопатках турбін. Втрати енергії. Основні деталі парових турбін.

Література: [1], стор. 255...294; [5], стор. 121...131.

Лекція 11. Будова і принцип дії багатоступінчастих парових турбін. Організація відборів пари на регенерацію та споживачів, теплофікаційні турбіни. Конденсаційні пристрої парових турбін. Системи створення вакууму.

Література: [1], стор. 294...354; [5], стор. 132...138.

Лекція 12. Допоміжні пристрої паротурбінних установок (даєратори, підігрівачі, насоси, охолоджувачі циркуляційної води)

Література: [1], стор. 355...364.

Тема 5. Газотурбінні двигуни і парогазові установки

Лекція 13. Схеми та принцип дії газотурбінних двигунів. ГТД простого циклу, з проміжним охолодженням, перегрівом, з регенерацією. Тепловий баланс ГТД. ГТД замкненого і напівзамкненого процесів

Література: [1], стор. 365...374; [2], стор. 9...51; [3], стор. 155...180.

Лекція 14. Основні конструктивні типи елементів ГТД: компресори осьові та відцентрові, камери згоряння, турбіни, охолоджувачі, регенератори

Література: [1], стор. 376...388; [2], стор. 181...193.

Лекція 15. Парогазові, парогазотурбінні установки. ГТД з вприскуванням пари та води. Установка "Водолій". Тепловий баланс комбінованих установок. Перспективні теплові двигуни: двигун Стирлінга, МГД-генератори.

Література: [1], стор. 374...376, стор. 390...450; [5], стор. 181...185.

Заочна форма навчання

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Нагнітачі

Тема 1 Загальні відомості про конструкцію та принцип дії нагнітачів

Лекція 1. Класифікація нагнітальних машин, основні визначення. Будова та принцип дії об'ємних, динамічних та струмених нагнітачів.

Література [1], стор. 14...66; [3], стор. 13...37, 101...109.

Тема 2 Робота нагнітачів у мережі

Лекція 2. Робота нагнітачів в мережі. Характеристики нагнітачів і мереж. Регулювання роботи нагнітачів: дроселювання, бай пасування, паралельна і послідовна робота нагнітачів.

Література: [1], стор. 39...43, 88...113; [3], стор. 23...28, стор. 65...68.

Змістовий модуль 2. Теплові двигуни

Тема 3 Двигуни внутрішнього згоряння

Лекція 3. Принцип дії та цикли ДВЗ. Тепловий баланс ДВЗ. Двохтактні та чотирьохтактні ДВЗ, карбюраторні та дизельні ДВЗ

Література: [1], стор. 409...449; [4], стор. 40...186, 332...372.

Тема 4. Паротурбінні установки

Лекція 4. Схеми і принципи дії паротурбінних установок. Основне обладнання. Способи підвищення паливної ефективності ПТУ. Тепловий баланс ПТУ. Будова і принцип дії парової турбіни.

Література: [1], стор. 255...294; [5], стор. 121...138.

Тема 5. Газотурбінні двигуни і парогазові установки

Лекція 5. Схеми та принцип дії газотурбінних двигунів. ГТД простого циклу, з проміжним охолодженням, перегрівом.

Література: [1], стор. 365...376; [2], стор. 9...51, 181...193; [4], стор. 155...180.

Лекція 6. ГТД замкнутого і напівзамкненого процесів Тепловий баланс ГТД.

Література: [1], стор. 365...376; [2], стор. 181...185.

Лекція 7 Парогазові, парогазотурбінні установки. Тепловий баланс комбінованих установок. Перспективні теплові двигуни: двигун Стирлінга, МГД-генератори.

Література: [1], стор. 374...376, 390...450; [5], стор. 181...185.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	всього	у тому числі				всього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Нагнітачі										
Тема 1 Загальні відомості про конструкцію та принцип дії нагнітачів	17	4	–	6	7	24	3	–	2	19
Тема 2 Робота нагнітачів у мережі	28	6	–	9	13	36	3	–	6	27
Підготовка до поточного модульного контролю	15	–	–	–	15	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	60	10	–	15	35	60	6	–	8	46
Змістовий модуль 2. Теплові двигуни										
Тема 3 Двигуни внутрішнього згоряння	23	6	6	–	11	30	3	3	–	24
Тема 4 Паротурбінні установки	22	8	4	–	10	30	3	3	–	24
Підготовка до поточного модульного контролю	15	–	–	–	15	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	60	14	10	–	36	60	6	6	–	48
Змістовний модуль 3. Газотурбінні двигуни і парогазові установки										
Тема 5 Газотурбінні двигуни і парогазові установки	15	6	5	–	4	45	4	2	–	39
Підготовка до поточного модульного контролю	15	–	–	–	15	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 3	30	6	5	–	19	45	4	2	–	39
Підготовка до екзамену	15	–	–	–	15	15	–	–	–	15
Усього годин	180	30	15	15	120	180	16	8	8	148

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Денна форма навчання		
<i>Змістовий модуль 2. Теплові двигуни</i>		
1.	Вивчення конструкцій ДВЗ та їх елементів	2
2.	Вивчення схем систем ДВЗ та конструкцій допоміжного обладнання	2
3.	Складання теплового балансу ДВЗ	2
4.	Вивчення конструкцій парових турбін та інших елементів ПТУ	2
5.	Складання теплового балансу ПТУ	2
<i>Змістовний модуль 3. Газотурбінні двигуни і парогазові установки</i>		
6.	Вивчення конструкцій ГТД та їх елементів	2
7.	Складання теплового балансу ГТД	2
8.	Вивчення конструкцій перспективних двигунів.	1
<i>Усього</i>		15
Заочна форма навчання		
<i>Змістовий модуль 2. Теплові двигуни</i>		
1.	Вивчення конструкцій ДВЗ та їх елементів	2
2.	Вивчення конструкцій парових турбін та інших елементів ПТУ	2
<i>Змістовний модуль 3. Газотурбінні двигуни і парогазові установки</i>		
3.	Вивчення конструкцій ГТД та їх елементів	2
<i>Усього</i>		6

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Денна форма навчання		
<i>Змістовий модуль 1. Нагнітачі</i>		
1.	Вивчення конструкції стенду, принципу дії і конструкції насосу, методів вимірювання параметрів насосів та приладів, що використовуються. Ознайомлення з правилами техніки безпеки	3
2.	Дослідження роботи насосів, отримання їх напірних характеристик	2
3.	Розробка методики обробки експериментальних даних і виконання її за допомогою ПЗ Excel. Виконання розрахунків.	2
4.	Визначення опору системи. Побудування напірних характеристик насосів	2
5.	Дросельне регулювання подачі насосу. Визначення опору арматури у мережі	2
6.	Дослідження паралельної роботи насосів	2
7.	Побудування характеристики системи насосів.	2
<i>Усього</i>		15

Заочна форма навчання		
Змістовий модуль 1. Нагнітачі		
1	Дослідження роботи насосів, отримання їх напорних характеристик	3
2	Робота нагнітача у мережі. Дросельне регулювання подачі.	3
3	Байпасування. Паралельна робота нагнітачів	2
Усього		8

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та лабораторних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку до захисту лабораторних робіт і екзамену.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Підготовка до лекцій	15	40
2	Підготовка до практичних занять	15	48
3	Підготовка до лабораторних занять	15	45
4	Підготовка до поточного модульного контролю	45	—
6	Підготовка до екзамену	15	15
Разом		120	148

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання

- **для всіх видів занять:** робота з літературою; пояснення; демонстрування;
- **для лекційних занять:** лекція; ілюстрування; відео методи.
- **для практичних та лабораторних занять:** лабораторні роботи; інструктаж; спостереження; лабораторний контроль; практичні роботи; усне опитування.

Засобами діагностики знань за методами демонстрування результатів навчання є:

- захист лабораторних робіт;
- оцінювання практичних робіт;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів з розрахунково-графічних робіт і оцінки заліку в кінці семестру.

Питома вага заключного екзамену складає 40 балів (4 питання по 10 балів кожне) в загальній системі оцінок. Право здавати залік надається студенту, який

виконав і захистив усі практичні та лабораторні роботи. Заключний екзамен передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувача із зазначеної теми.

Поточний модульний контроль (для денної форми навчання) виконується за результатами виконання та захисту практичних та лабораторних робіт, які є результатом роботи на практичних та лабораторних заняттях.

Зарахування кредитів навчального курсу дисципліни можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної дисципліни студентів та їх оцінювання

Практичні та лабораторні роботи

Критерії оцінювання	Бал	
	денна форма	заочна форма
Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання досліду або розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.	4	9 – 10
Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Робота виконана в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.	3	7 – 8
Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.	2	5 – 6
Робота не виконувалась.	0	0

Заклучний екзамен

Бал	Критерії оцінювання
35 – 40	Завдання виконане у встановлений термін, самостійно, чітко сформоване розв'язання питань. Застосовувалися коректні методи для виконання завдань.
30 – 34	Завдання виконане у встановлений термін. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
25 – 29	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
15 – 24	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Сумарна кількість балів по формах проміжного контролю

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Семестр денної форми	Семестр заочної форми
Виконання практичних робіт	32	30
Виконання лабораторних робіт	28	30
Заключний екзамен	40	40
Всього	100	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1	ЛР 1	4	ЛР 1 ЛР 2 ЛР 3	10 10 10
		ЛР 2	4		
		ЛР 3	4		
		ЛР 4	4		
	Т2	ЛР 5	4		
		ЛР 6	4		
		ЛР 7	4		
ЗМ2	Т3	ПР 1	4	ПР 1 ПР 2	10 10
		ПР 2	4		
		ПР 3	4		
	Т4	ПР 4	4		
		ПР 5	4		
ЗМ3	Т5	ПР 6	4	ПР 3	10
		ПР 7	4		
		ПР 8	4		
Семестровий контроль		екзамен	40	екзамен	40
Разом за семестр		100		100	

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби

- Мультимедіа- та проекційна апаратура;
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання,
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Герасимов Г.Г. Нагнітачі та теплові двигуни. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 554 с.
2. К.А. Лихогляд, С. А. Кар'янський, В.І. Чимшир, М.О. Мусоріна. Суднові турбінні установки. Навчальний посібник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 216 с.
3. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини: насоси, вентилятори, газодуви, компресори. Підручник. -Київ: Магнолія, 2006. – 340 с.
4. Двигуни внутрішнього згоряння. Підручник. За ред. Проф. А.П. Марченка. – Харків: Прапор, 2004 – 384 с
5. Нагнітачі та теплові двигуни. Навчально-методичний посібник по курсу: «Нагнітачі та теплові двигуни» для студентів ЗДІА напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» /Укл.: Ільїн С.В. – Запоріжжя, 2016. – 220 с.

Допоміжна література

1. Шлипченко, З.С. Насосы, вентиляторы, компрессоры -Киев: Техника, 1976. – 368 с.
2. Матказіна, Р.Р. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Нагнітачі та теплові двигуни» - Запоріжжя: ЗДІА, 2003. - 54 с
3. Голубцов, В.М. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи «Тепловий розрахунок турбінного ступеня» – Запоріжжя: ЗДІА, 2007. – 34 с.
4. Каграманян, А.О. Нормування викидів забруднюючих речовин від тепловозних двигунів // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2008. – № 16. – С. 94-106.