

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового
інституту ім. Ю.М. Потєбні ЗНУ

_____ Метеленко Н.Г.
(підпис) (ініціали та прізвище)
« _____ » _____ 202__ р.

ТЕРМОДИНАМІКА

назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки перший (бакалаврський)
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 144 «Теплоенергетика»,
(шифр, назва спеціальності)
спеціалізації / предметної спеціальності _____
(шифр і назва)
освітньо-професійна програма 144 «Теплоенергетика»,

Укладач / Укладачі: Чижов С.Є. ст. викладач кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри _____

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 202__ р.
Завідувач кафедри _____
(підпис) А.О. Чейлитко

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ ЗНУ _____

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 202__ р.
Голова науково-методичної ради ІННІ ЗНУ _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

202__ рік

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 14 Електрична інженерія	Кількість кредитів – 13	Нормативна	
		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки	
Спеціальність 144 Теплоенергетика	Загальна кількість годин – 390	Семестр:	
		3-й	4-й
Освітньо-професійна програма Теплоенергетика	*Змістових модулів – 11	Лекції	
		28 год.	8 год.
		Практичні/Лабораторні/	
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 2	14 (14) год.	6 (6) год.
		Самостійна робота	
		246 год.	324 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Термодинаміка» є отримання студентами теоретичних основ процесів перетворення теплової енергії в різних теплотехнічних процесах та установках, які дозволять оволодіти розрахунками процесів у теплових двигунах та установках, проводити аналіз їхньої роботи і визначення термічного ККД.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Термодинаміка» є придбання знань і навичок щодо питань закономірностей перетворення теплової енергії, методів отримання, перетворення, передачі та використання теплової енергії в теплоенергетичних установках.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- поняття термодинамічна система, робоче тіло, навколишнє середовище;
- поняття термодинамічні параметри стану;
- поняття рівноважний і нерівноважний стан термодинамічної системи;

- поняття термодинамічний процес - рівноважний, нерівноважний, оборотний, необоротний, круговий;
- поняття теплота і робота як форми передачі енергії;
- поняття ідеального газу та їх основні закони; суміші ідеальних газів, способи завдання їхнього складу;
- поняття теплоємність - масова, об'ємна, мольна, ізохорна та ізобарна;
- поняття робота розширення, p, v - робоча діаграма, $T-s$ - теплова діаграма;
- поняття перший та другий закони термодинаміки;
- поняття політропний, ізохорний, ізобарний, ізотермічний та адіабатний процеси ідеальних газів;
- поняття термічний коефіцієнт корисної дії, холодильний коефіцієнт; прямий, зворотний та регенеративний цикли Карно;
- поняття ексергія, рівняння Гюї-Стодоли, рівняння стану реального газу та приведенне рівняння Ван-дер-Ваальса;
- поняття критичні параметри речовини, правило фаз Гіббса, пароутворення і конденсація, водяна пара і її стани;
- поняття термодинамічні процеси водяної пари, $p, v; T, s; h, s$ - діаграми водяної пари, p, T - діаграма водяної пари, параметри потрійної крапки;
- поняття характеристики вологого повітря, h, d - діаграма;
- поняття перший закон термодинаміки для потоку газу, витікання газу зі звужуючого сопла, дроселювання парів та газів;
- поняття термодинамічні особливості компресорів, термодинамічні цикли ДВЗ, термодинамічні цикли ГТУ, термодинамічні цикли паросилових установок;
- поняття термодинамічні цикли холодильних установок.

вміти:

- розраховувати параметри стану робочого тіла;
- розраховувати параметри термодинамічних процесів;
- розраховувати показники термодинамічних циклів;
- розраховувати параметри вологого повітря;
- визначати параметри пари;
- розраховувати параметри газу і пари, витікаючих зі звужуючого сопла;
- розраховувати параметри газів та пари при дроселюванні.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Загальні компетентності: – ЗК3.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. – ЗК4.Здатність застосовувати знання у	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення,

<p>практичних ситуаціях.</p> <ul style="list-style-type: none"> – ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. – ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення. 	<p>робота з підручником).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p>
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СК1.Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі. – СК2.Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем. – СК3.Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання. – СК4.Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі. – СК7.Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики. 	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p>
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ПРН1.Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми. – ПРН2.Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики. – ПРН3.Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика». – ПРН4.Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики. – ПРН5.Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень. – ПРН8.Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики. – ПРН9.Вміти знаходити необхідну 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

<p>інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.</p> <p>– ПРН12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.</p> <p>– ПРН13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.</p>	
--	--

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Термодинаміка» тематично пов'язана та базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Фізика», «Хімія», «Вища математика».

Вона забезпечує подальше вивчення дисциплін: «Тепломасообмін», «Теплотехнічні процеси і установки», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Котельні установки» та інші.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи термодинаміки ідеального газу.

Основні визначення ТД. Поняття термодинамічних параметрів стану та термодинамічного процесу. Теплота і робота як форми передачі енергії. Поняття ідеального газу та основні закони. Рівняння стану. Газова стала, універсальна газова стала. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона. Способи завдання складу суміші. Теплоємність. Види теплоємності.

Змістовий модуль 2. Основні параметри стану. Аналіз термодинамічних процесів.

Внутрішня енергія. Ентальпія робочого тіла. Робота розширення, p, v - діаграма. Перший закон ТД та його частинні випадки. Ентропія, як параметр стану термодинамічної системи. Теплова T, S - діаграма. Рівняння Майєра. Основні термодинамічні процеси (політропний, ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний).

Змістовий модуль 3. Другий закон ТД. Цикли Карно.

Другий закон ТД. Термічний ККД і холодильний коефіцієнт. Прямий та зворотній цикли Карно. Зміна ентропії у необоротних термодинамічних процесах ізольованих систем. Виробництво роботи. Корисна робота. Максимальна робота. Максимально корисна робота. Рівняння Гюї-Стодоли.

Змістовий модуль 4. Основи ТД реального газу.

Рівняння стану реального газу. Приведене рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичні параметри речовини. p, T - діаграма. Умови рівноваги при фазовому переході. Правило фаз Гіббса.

Змістовий модуль 5. Основи ТД пари і волого повітря.

p, v -; T, S -; h, S - діаграми водяної пари. Основні параметри води, сухої, вологої та перегрітої пари. Основні термодинамічні процеси водяної пари. Основні характеристики волого повітря. h, d - діаграма вологого повітря.

Змістовий модуль 6. Перший закон ТД для потоку. Особливості витікання зі звужуючої сопла. Дроселювання газів і пари.

Рівняння першого закону ТД для потоку газу. Поняття сопла та дифузора. Швидкість витікання зі звужуючого сопла. Критична швидкість витікання зі звужуючого сопла. Аналіз профілю каналу сопла. Термодинамічні основи дроселювання газів і пари. Диференціальний і інтегральний дросельні ефекти.

Змістовий модуль 7. Основи ТД компресорів та ДВЗ.

Термодинамічний аналіз ідеального компресора. Вплив характеру процесу стискання на величину роботи, витрачаємої на привід компресора. Термодинамічний аналіз реального компресору та багатоступінчатого компресора. Устрій і принцип дії ДВЗ. Термодинамічний аналіз циклів Отто і Дизеля. Термодинамічний аналіз циклу Тринклера. Порівняння циклів ДВЗ.

Змістовий модуль 8. Основи ТД ГТУ та ПТУ.

Термодинамічний аналіз ГТУ з підведенням теплоти q_1 при $p = \text{const}$ і адіабатним стисканням в компресорі. Термодинамічний аналіз ГТУ з підведенням теплоти q_1 при $p = \text{const}$ і ізотермічним стисканням в компресорі. Термодинамічний аналіз ГТУ з підведенням теплоти q_1 при $v = \text{const}$ і адіабатним стисканням в компресорі. Порівняння циклів ГТУ. Устрій і принцип дії ПТУ. Термодинамічний аналіз циклу Карно ПТУ. Теоретичний цикл ПТУ (цикл Ренкіна). Цикл Ренкіна з перегрітою парою. Вплив параметрів пари на величину термічного ККД циклу Ренкіна.

Змістовий модуль 9. Основи ТД холодильних установок і термотрансформаторів.

Характеристики холодоносіїв. Термодинамічний аналіз циклу повітряної холодильної установки. Термодинамічний аналіз пароконденсаторної холодильної установки. Термодинамічний аналіз абсорбційної холодильної машини. Термотрансформатори. Коефіцієнт перетворення теплоти.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	Інд	с. р.		л	п	лаб	інд	с. р.	
Змістовний модуль 1. Основи термодинаміки ідеального газу													
Тема 1.	9	2	1	2		4	15	1				14	
Тема 2.	8	2	1			5							
Тема 3.	9	2	1			6		16	1	1			14
Тема 4.	10	2	1			7							
Усього годин	36	8	4	2		22	31	2	1			28	
Змістовний модуль 2. Основні параметри стану. Термодинамічні процеси та їх аналіз													
Тема 5.	10	2	1	3		4	15	1				14	
Тема 6.	11	2	1	3		5							
Тема 7.	15	2	1		6	6		16	1	1			14
Тема 8.	16	2	1			13							

Усього годин	52	8	4	6	6	28	31	2	1			28
Змістовний модуль 3. Другий закон ТД. Цикли Карно												
Тема 9.	8	2	1			5	16	1	1			14
Тема 10.	9	2	1			6						
Тема 11.	8	2	1			5	15	1				14
Тема 12.	9	2	1			6						
Усього годин	34	8	4			22	31	2	1			28
Змістовний модуль 4. Основи ТД реального газу												
Тема 13.	9	2	1			6	16	1	1			14
Тема 14.	9	2	1			6						
Тема 15.	9	2	1			6	16	2				14
Тема 16.	9	2	1			6						
Усього годин	36	8	4			24	32	3	1			28
Змістовний модуль 5. Основи ТД пари і вологого повітря												
Тема 17.	8	2	1			5	16	1	1			14
Тема 18.	9	2	1			6						
Тема 19.	10	2	1			7	17	2	1			14
Тема 20.	13	2	1			10						
Усього годин	40	8	4			28	33	3	2			28
Змістовний модуль 6. Перший закон ТД для потоку газу. Особливості витікання газу із звужуючого сопла. Дроселювання газів і пари												
Тема 21.	9	2	1			6	16	1	1			14
Тема 22.	14	3	1	4		6						
Тема 23.	12	3	1			8	15	1				14
Тема 24.	14	3	1			10						
Усього годин	49	11	4	4		30	31	2	1			28
Змістовний модуль 7. Основи ТД компресорів та ДВЗ												
Тема 25.	7	2	1			4	16	1	1			14
Тема 26.	8	3	1			4						
Тема 27.	10	3	1			6	16	2				14
Тема 28.	10	3	1			6						
Усього годин	35	11	4			20	32	3	1			28
Змістовний модуль 8. Основи ТД, ГТУ та ПТУ												
Тема 29.	7	2	1			4	17	1	1			15
Тема 30.	9	3	1			5						
Тема 31.	16	3	1		6	6	17	2				15
Тема 32.	9	3	1			5						
Усього годин	41	11	4		6	20	34	3	1			30
Змістовний модуль 9. Основи ТД холодильних установок і термотрансформаторів												
Тема 33.	7	2	1			4	16	1	1			14
Тема 34.	9	3	1			5						
Тема 35.	10	3	1			6	17	2	1			14
Тема 36.	9	3	1			5						

Усього годин	35	11	4			20	33	3	2			28
Усього годин	390	84	48	12		246	360	24	12			324

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Основні визначення ТД. Поняття термодинамічних параметрів стану та термодинамічного процесу	2	2
2	Внутрішня енергія. Ентальпія робочого тіла. Робота розширення, p, v - діаграма	2	
3	Перший та другий закони ТД. Термічний ККД і холодильний коефіцієнт	2	2
4	Рівняння стану реального газу. Приведене рівняння Ван-дер-Ваальса	2	
5	Основні параметри води, сухої, вологої та перегрітої пари. Основні термодинамічні процеси водяної пари	2	
6	Рівняння першого закону ТД для потоку газу. Поняття сопла та дифузора	2	
7	Термодинамічний аналіз ідеального і реального компресорів	2	
8	Термодинамічний аналіз ГТУ та ПТУ	2	
9	Характеристики холодоносіїв. Термодинамічний аналіз циклу повітряної холодильної установки	2	2
Разом		28	10

6. Теми практичних та лабораторних занять

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
Практичні заняття			
1	Термодинамічні параметри стану p, v, T, U, H, S . Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Універсальна газова стала. Закони ідеальних газів. Теплоємність. Залежність від температури, атомності газу, характеру процесу	3	2
2	Перший закон ТД. Внутрішня енергія, ентальпія, ентропія і їх властивості	3	2
3	Другий закон ТД. Термічний ККД і холодильний коефіцієнт	3	
Разом з практичних занять		14	4
Лабораторні заняття			
1	Визначення ізобарної теплоємності повітря при атмосферному тиску	2	2
2	Визначення показника адіабати для повітря	2	
3	Визначення показника політропи для повітря	2	
4	Дослідження процесу витікання повітря з резервуара необмеженої	2	2

	місткості крізь циліндричний отвір		
Разом з лабораторних занять		8	4

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Цикли паротурбінних та газотурбінних установок	10	20
2	Умови рівноваги при фазовому переході. Правило фаз Гіббса	10	16
3	Диференціальний і інтегральний дросельні ефекти	14	20
4	Термодинамічний аналіз цикла Тринклера	14	20
5	Термотрансформатори	14	18
6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР	14	20
	Підготовка до підсумкового контролю	10	10
Разом		86	124

Індивідуальне завдання

Мета індивідуального завдання: детальніша проробка лекційного матеріалу; перевірка та контроль ступеня засвоювання теоретичного матеріалу; формування у студентів передбачених робочою програмою знань та вмінь.

Тема: «Розрахунок газового циклу».

Індивідуальне завдання передбачає з'ясування основних особливостей по визначенню параметрів стану ідеальних газів, а також розрахунок газового циклу і його побудування на $p-v$ та $T-s$ діаграмах.

Кожний студент повинен виконати індивідуальне завдання згідно свого варіанта.

8. Види контролю і система накопичення балів

<i>Вид контролю</i>	<i>Бали</i>
Аудиторна контрольна робота за темою 1, 2, 3	5
Захист лабораторної роботи № 1	5
Захист лабораторної роботи № 2	5
Виконання 1-ї частини індивідуального завдання	15
Поточний контроль № 1	30
Аудиторна контрольна робота за темою 4, 5, 6	5
Захист лабораторної роботи № 3	5
Захист лабораторної роботи № 4	5
Виконання 2-ї частини індивідуального завдання	15
Поточний контроль № 2	30
Підсумковий контроль	40

Аудиторні контрольні роботи представляють собою опитування, яке проводиться у письмовій формі і представляє собою відповіді на питання, що засвідчують теоретичний рівень засвоєння матеріалу студентами. Опитування містить 5 запитань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Захист лабораторних робіт представляє собою відповіді на контрольні запитання, що наводяться в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт. Звіт з лабораторної роботи оформлюється згідно до вимог. Оцінка за лабораторну роботу складається з таких складових: вірно виконана робота з обґрунтованим висновком - 1 бал; складання звіту - 1 бал; вірні відповіді на 3 контрольних запитання викладача - 3 бали. Максимальний бал за захищену лабораторну роботу - 5 балів.

Виконання індивідуального завдання підтверджує практичні навички та уміння. Розподіл балів за виконання індивідуального завдання наведено в таблиці.

<i>Вид розрахунку</i>	<i>Бали</i>
Розрахунок всіх термічних параметрів стану робочого тіла (p, V, T) у характерних точках циклу	10
Визначення для кожного із процесів значення показників політропи, теплоємності, змінювання внутрішньої енергії, ентальпії, ентропії, теплоту процесу та роботу процесу	10
Побудування циклу у координатах p, V і T, S ; з нанесенням основних точок циклу й складаючих його процесів	10
Загальна кількість балів за індивідуальне завдання	30

Підсумковий контроль представляє собою тестові завдання з 20 питань. Максимальна кількість балів за тест - 40.

Відповіді на перші 10 питань оцінюються загальною кількістю 10 балів (1 вірна відповідь 1 бал), інші 10 - оцінюються загальною кількістю 30 балів (1 вірна відповідь 3 бали).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90-100 (відмінно)	55 (відмінно)	Зараховано
B	85-89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75-84 (добре)		
D	70-74 (задовільно)		
E	60-69 (достатньо)	3 (задовільно)	
FX	35-59 (незадовільно - з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано

F	1-34 (незадовільно - з обов'язковим повторним курсом)		
---	---	--	--

9. Рекомендована література

Основна:

1. Технічна термодинаміка. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 144 “Теплоенергетика”/ Укл.: Бахтін В. І. - Запоріжжя, 2005. 122 с.
2. Технічна термодинаміка. Повний курс лекцій, ч. 1, для студентів ЗДІА спеціальності 144 “Теплоенергетика”/ Укл.: Бахтін В. І. - Запоріжжя, 2008. 181 с.
3. Технічна термодинаміка. Повний курс лекцій, ч. 2, для студентів ЗДІА спеціальності 144 “Теплоенергетика”/ Укл.: Бахтін В. І. - Запоріжжя, 2008. 111 с.
4. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка. - К. : Техніка, 2001. 320 с.
5. Беляєв Н. М. Термодинаміка. - К. : Вища школа, 1987. 344 с.
6. Кирллин В. А, Сычов В. В. Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика. - М. : Энергоатомиздат, 1983. 416 с.
7. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинаміка. - М. : Машиностроение, 1972. 672 с.
8. Термодинаміка і теплотехніка. Навчально-методичний посібник для студентів денної та заочної форми навчання / Укл.: О. І. Чепрасов, І. М. Мних. - Запоріжжя, 2018. 161 с.
9. Методичні вказівки до лабораторного практикуму для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика, ч. 1 / Укл.: Бахтін В. І. - Запоріжжя, 2004. 31 с.
10. Методичні вказівки до лабораторного практикуму для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика, ч. 2 / Укл.: Бахтін В. І. - Запоріжжя, 2004. 43 с.
11. Технічна термодинаміка. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи “Розрахунок газового циклу” для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика / Укл. Бахтін В. І., Кузьменко А. А., Баздирєв В. С. - Запоріжжя, 2004. 24 с.
12. Технічна термодинаміка. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи “Розрахунок парового циклу” для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика / Укл. Бахтін В. І., Кузьменко А. А., Баздирєв В. С. - Запоріжжя, 2004. 24 с.

Додаткова:

13. Т. Н. Андрианова. Сборник задач по технической термодинамике. - М. : Высшая школа. - 1972. 240 с.
14. Техническая термодинамика. /Е. В. Дрыжаков, С. И. Исаев, И. А. Кожин и др. / Под ред. В. И. Крутова. - М.: Высшая школа, 1981. 439 с.

15. М. П. Вукалович. Теплофизические свойства воды и водяного пара. - М. : Машиностроение. - 1967. 160 с.

16. Ривкин С. Л. Термодинамические свойства газов. - М. : Энергия. - 1964. 298 с.

Інформаційні ресурси:

1. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=15030> (дата звернення 15.04.2022).

2. Термодинаміка і теплотехніка. Навчально-методичний посібник в системі електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL.: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8955>

3. Сайт наукової бібліотеки ЗНУ . URL: <http://library.znu.edu.ua/> (дата звернення 21.08.2022).

4. Каталог теплотехнического оборудования URL: http://www.ktto.com.ua/calculation/temperaturnyy_grafik (дата звернення: 03.12.2022).

5. Библиотека теплотехника. URL: <http://www.teplota.org.ua> (дата звернення: 30.02.2022).

Погоджено
з навчальним відділом

« _____ » _____