

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕРМОДИНАМІКА»

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки
0921 (6.060101) "Будівництво" спеціальності – "Теплогазопостачання і
вентиляція" та для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання
на базі диплома спеціаліста іншого напряму; спеціальності
7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

Програма та робоча програма навчальної дисципліни «Термодинаміка» (для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напрямку підготовки 0921 (6.060101) "Будівництво" спеціальності – "Теплогазопостачання і вентиляція" та для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку; спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Ромашко, І. Є. Березняк – Харків: ХНАМГ, 2011. – 38 с.

Укладачі: О. В. Ромашко
І. Є. Березняк

Рецензент: доцент кафедри експлуатації газових і теплових систем
Харківської національної академії міського господарства, канд. техн. наук,
Л. В. Гапонова

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем
Протокол №9 від 14.09.2008 р.

© О. В. Ромашко, І. Є. Березняк, ХНАМГ, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни	6
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни.....	7
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги.....	8
1.4. Рекомендована основна навчальна література.....	12
1.5. Анотації програми навчальної дисципліни.....	13
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	15
2.1. Опис предмета навчальної дисципліни.....	15
2.2. Зміст дисципліни.....	16
2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни.....	17
2.4. Самостійна робота студентів	24
2.5. Методи та технології навчання.....	28
2.6. Методи оцінювання знань.....	29
2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.....	36
2.8. Рекомендована література.....	36
2.9. Ресурси	37
2.10. Бібліотеки	37

ВСТУП

Одною з головних складових при теоретичному аналізі та практичних розрахунках параметрів теплових процесів систем теплогазопостачання, вентиляції, кондиціонування повітря, опалювання, гарячого водопостачання, технологічних процесів в енергетиці, транспорті та промисловості, є розділ загальної теплотехніки, що присвячено вивченню процесів перетворювання теплоти в механічну роботу і навпаки - термодинаміка. Тому ця дисципліна є фундаментальною основою в процесі підготовки фахівця – теплотехніка..

Метою вивчення дисципліни є: придбання студентами теоретичних знань та практичних навичок аналізу та розрахунку кількісних показників процесів взаємного перетворення теплової і механічної енергії в технічних системах, засвоєння методик розрахунку та умінь з конструювання теплоперетворюючих систем і окремих їх вузлів, моделювання процесів в термодинамічних системах та їх експериментальне дослідження.

Предметом вивчення є самочинні незворотні процеси взаємного перетворення теплоти в інші види енергії і навпаки, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання одержаних закономірностей в інженерній практиці.

Завданням вивчення дисципліни є оволодіння знанням про фізичну природу процесів перетворення теплоти і механічної роботи, засвоєння основних понять і визначень, вивчення кількісних характеристик процесів перетворення теплоти у технічних системах та методів їх застосування для рішення практичних завдань по розрахунку теплових процесів, що відбуваються; вмінням розрахувати основні експлуатаційні показники і характеристики теплотехнічного обладнання.

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з літературою, виконання практичних завдань та курсової роботи по тепловому розрахунку термодинамічного циклу парокомпресійної холодильної машини.

Програма розроблена на основі:

ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-кваліфікаційна характеристика напрямку підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напрямку підготовки – 6.060101 ”Будівництво”).

ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-професійна програма напрямку підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напрямку підготовки – 6.060101 ”Будівництво”).

СВО ХНАМГ Навчальний план напрямку підготовки 6.060101 (0921) «Будівництво» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальність «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

СВО ХНАМГ Навчальний план перепідготовки спеціаліста (програма другої вищої освіти) заочної форми навчання (на базі диплома спеціаліста іншого напрямку) за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліст, галузь знань 0601 «Будівництво і архітектура», напрямку підготовки 6.060101 (6.092100) «Будівництво», спеціальність 7.06010107 (7.092108) «Теплогазопостачання і вентиляція», 2010 р

Програму затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем протокол № 9 від 14.09.2008 р. та Вченою радою факультету Інженерної екології міст протокол № 1 від 5.09.2008 р.

Прийняті позначення та скорочення:

ДО – денна форма навчання;

ЗО – заочна форма навчання;

ДВО – друга вища освіта на базі диплома спеціаліста іншого напрямку.

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Метою вивчення дисципліни “Термодинаміка” є підготовка фахівця, який володітиме теоретичними знаннями щодо закономірностей перетворення теплоти в механічну роботу і навпаки, а також кількісними характеристиками цього процесу та методиками розрахунку основних практичних задач, створити достатнє теоретичне обґрунтування у галузі теплотехніки для засвоєння студентами спеціальних дисциплін.

1.1.2. Предметом вивчення дисципліни “Термодинаміка” є самочинні незворотні процеси перетворення теплоти і механічної роботи у просторі, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця. Дисципліна “Термодинаміка” відноситься до нормативної частини циклу дисциплін професійної та практичної підготовки із спеціальних видів діяльності.

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Вища математика, теорія ймовірностей і математична статистика, інформатика, фізика, термодинаміка, технічна механіка рідини і газу	Тепломасообмін, будівельна теплофізика, опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, теплогенеруючі установки, тепlopостачання, теоретичні основи енергозбереження

1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

Модуль 1. Термодинаміка (3,5/126 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Основні поняття термодинаміки.

Тема 1. Предмет термодинаміки. Термодинамічний метод аналізу. Параметри стану. Термодинамічна система. Оточуюче середовище. Робоче тіло. Рівновісні і нерівновісні термодинамічні системи і процеси.

Тема 2. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реального газу Ван-Дер-Ваальса.

Тема 3. Теплоємність. Середня теплоємність в термодинамічному процесі. Рівняння Майєра.

Тема 4. Ентальпія. Повна енергія системи.

Тема 5. Ентропія. Принцип зростання ентропії у неравновісних процесах.

ЗМ 1.2. Закони термодинаміки для реальних газів.

Тема 1. Формулювання законів термодинаміки. Аналітичне викладення першого закону термодинаміки.

Тема 2. Поняття термодинамічного циклу. Прямі і зворотні цикли. Прямий і зворотній цикл Карно. Поняття ККД. Термічний ККД циклу Карно. Узагальнений цикл Карно. Другий закон термодинаміки.

Тема 3. Основні термодинамічні процеси в газах, парах та їх сумішах.

Тема 4. Процеси адіабатного руху газу в потоці і витікання газу. Дроселювання газів і парів.

Тема 5. Фазові переходи. Особливості термодинамічних циклів для реальних газів з фазовими переходами.

Тема 6. Вологі гази і повітря. I-d діаграма вологого повітря.

ЗМ 1.3 Теплові машини.

Тема 1. Стискання газів у компресорі. Адіабатне, ізотермічне, політропне стискання. Багатоступеневе стискання.

Тема 2. Цикли ДВС. Цикли Отто, Дизеля, Тринклера.

Тема 3. Цикли газотурбінних установок.

Тема 4. Цикл Карно для водяної пари. Цикл Ренкіна. Цикл Ренкіна з перегрівом пари. Теплофікація.

Тема 5. Парокомпресійний холодильний цикл.

Тема 6. Газовий холодильний цикл, абсорбційний холодильний цикл.

Тема 7. Перспективні напрями розвитку енергетики: бінарні цикли, МГД генератори, паливні елементи.

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

1.3.1. Виробничі функції, типові задачі діяльності та уміння, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу викладено в табл. 1.1 (згідно вимог обов'язкового Додатка А ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04).

Таблиця.1.1 Зміст загальних умінь нормативної частини професійно-практичної підготовки, що забезпечується вивченням дисципліни “Термодинаміка”

Зміст виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Шифр типової задачі діяльності	Зміст умінь вирішувати типові задачі діяльності при здійсненні виробничих функцій	Шифр уміння
1	2	3	4	5
Проектна	Аналіз і розрахунок теплообмінних процесів та апаратів	ПФ.Д.01	Враховуючи закони термодинаміки, використовуючи відповідні методики і довідкові дані, в умовах проектної організації: -виконувати якісний і кількісний аналіз термодинамічних процесів у теплових двигунах, холодильних машинах, теплових насосах;	ПФ.Д.01.ПР.О.01

1.3.2. Здатності випускника вищого навчального закладу, що вимагаються, і система умінь, що їх відбиває викладені в табл. 1.2 (згідно вимог обов'язкового Додатка Б ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04).

Таблиця.1.2 Здатності випускника вищого навчального закладу, що вимагаються, і система умінь, що їх відбиває, за результатами вивчення дисципліни “Термодинаміка”

Зміст здатності вирішувати проблеми і задачі соціальної та професійної діяльності	Шифр здатності	Зміст уміння	Шифр уміння
Вирішувати задачі, пов’язані з термодинамікою	3.38	Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики: -оперувати основними поняттями молекулярно-кінетичної теорії речовини, поняттями про елементи класичної статистики;	3.38. 01
		-вирішувати задачі, пов’язані з застосуванням законів ідеального газу;	3.38. 02
		-вирішувати задачі, пов’язані із застосуванням першого начала термодинаміки;	3.38. 03
		-вирішувати задачі, пов’язані з другим началом термодинаміки (к.к.д. термодинамічного циклу, ентропія, ентальпія).	3.38. 04
Вирішувати задачі, пов’язані з теплотехнічними властивостями рідин, газів і твердих тіл	3.39	Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики: -вирішувати задачі, пов’язані з реальними газами, фазовими переходами і вологістю повітря;	3.39. 01
		-вирішувати задачі, користуючись поняттями теплофізичних властивостей і термодинамічних потенціалів при визначенні переносу тепла.	3.39. 02

1.3.3. Система змістових модулів, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу на підставі вивчення дисципліни “Термодинаміка”, викладено в табл. 1.3 (згідно вимог обов’язкового Додатка Б ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04).

Таблиця.1.3 Система змістових модулів, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу на підставі вивчення дисципліни

“Термодинаміка”

Зміст уміння, що забезпечується	Шифр уміння	Назва змістовного модуля	Шифр змістовного модуля
1	2	3	4
Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики, оперувати основними поняттями молекулярно-кінетичної теорії речовини, про елементи класичної статистики;	3.09.3P.O.01	Молекулярно-кінетична теорія та рівняння газового стану	3.09.3P.O.01.01
вирішувати задачі, пов'язані з застосуванням законів ідеального газу;	3.09.3P.O.02		
вирішувати задачі, пов'язані з застосуванням першого начала термодинаміки;	3.09.3P.O.03	Перш і друга основи термодинаміки	3.09.3P.O.03
вирішувати задачі, пов'язані з другим началом термодинаміки (к.к.д. термодинамічного циклу, ентропія, ентальпія).	3.09.3P.O.04		
Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики, вирішувати задачі, пов'язані з реальними газами, фазовими переходами і вологістю повітря;	3.10.3P.O.01	Фізична кінетика та фазові перетворення	3.10.3P.O.01.01
вирішувати задачі, користуючись поняттями теплофізичних властивостей і термодинамічних потенціалів при визначенні переносу тепла.	3.10.3P.O.02		

Продовження табл.1.3

1	2	3	4
<p>Враховуючи закони термодинаміки, використовуючи відповідні методики і довідкові дані, в умовах проектної організації: виконувати якісний і кількісний аналіз термодинамічних процесів у теплових двигунах, холодильних машинах, теплових насосах;</p>	<p>ПФ.Д.01.ПР.О.01</p>	<p>Основні поняття термодинаміки. Суміші ідеальних газів. Перший і другий закони термодинаміки. Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. Ізотерми газів. Перший закон термодинаміки стосовно до реальних газів. Водяна пара. Вологе повітря. Цикли двигунів внутрішнього згоряння. Цикли паросилових машин.</p>	<p>ПФ.Д.01.ПР.О.01.01 ПФ.Д.01.ПР.О.01.02 ПФ.Д.01.ПР.О.01.03 ПФ.Д.01.ПР.О.01.04 ПФ.Д.01.ПР.О.01.05 ПФ.Д.01.ПР.О.01.06 ПФ.Д.01.ПР.О.01.07 ПФ.Д.01.ПР.О.01.08 ПФ.Д.01.ПР.О.01.09 ПФ.Д.01.ПР.О.01.10 ПФ.Д.01.ПР.О.01.11</p>

1.3.4. Систему блоків змістовних модулів дисципліни “Термодинаміка” наведено в табл. 1.4 (згідно вимог обов’язкового Додатка В ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04).

Таблиця.1.4 Система блоків змістовних модулів дисципліни

“Термодинаміка”

Шифр блоку змістовних модулів	Назва блоку змістовних модулів	Шифри змістовних модулів, що входять до даного блоку	Назва змістовних модулів, що входять до даного блоку
ПП.254	Ідеальні гази	ПФ.Д.01.ПР.О.01.01	Основні поняття термодинаміки.
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.02	Суміші ідеальних газів
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.03	Перший і другий закони термодинаміки
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.04	Процеси зміни параметрів ідеального газу
ПП.255	Реальні гази	ПФ.Д.01.ПР.О.01.05	Рівняння стану реальних газів
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.06	Ізотерми газів
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.07	Перший закон термодинаміки стосовно до реальних газів
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.08	Водяна пара
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.09	Вологе повітря
ПП.256	Теплові машини	ПФ.Д.01.ПР.О.01.10	Цикли двигунів внутрішнього згоряння
		ПФ.Д.01.ПР.О.01.11	Цикли паросилових машин

1.4. Рекомендована основна навчальна література.

1. Ромашко О.В. Курс лекцій з дисципліни «Термодинаміка» (для студентів напрямку підготовки 6.060101 – «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»)/О.В.Ромашко, В.А.Міланко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.:ХНАМГ, 2009. – 167 с.
2. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.
3. Техническая термодинамика. В.А. Кириллин, В.В. Сычѳв, А.Е. Шейндлин. – М.: «Наука», 1979. – 512 с.
4. Теплотехника: Учеб. Для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
5. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с
6. Краснощѳков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по технической термодинамике. М.: Энергия, 1980. – 288 с.

1.5. Анотація програми навчальної дисципліни.

Анотація програми навчальної дисципліни «Термодинаміка».

Мета: оволодіння студентами теоретичними знаннями, що покладені в основу закономірностей перетворення теплоти в інші види енергії, зокрема в механічну роботу, і навпаки в природних і технічних системах, вивчення кількісних закономірностей, висвітлюючи ці процеси, і використання їх в інженерній практиці.

Предмет: самочинні незворотні процеси перетворення теплоти в інші види енергії, зокрема в механічну роботу, і навпаки, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

Зміст:

Модуль 1. Термодинаміка (3,5/126 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Основні поняття термодинаміки.

ЗМ 1.2. Закони термодинаміки для реальних газів.

ЗМ 1.3. Теплові машини.

Аннотация программы учебной дисциплины «Термодинамика».

Цель: овладение студентами теоретическими знаниями, лежащими в основе закономерностей процессов превращения теплоты в другие виды энергии, преимущественно в механическую работу, и наоборот, в естественных и технических системах, изучение количественных закономерностей, описывающих эти процессы, и применение их в инженерной практике.

Предмет: самопроизвольные необратимые процессы переноса теплоты в другие виды энергии, преимущественно в механическую работу, и наоборот, теоретические закономерности этих процессов, их количественные характеристики и методы прикладного использования этих закономерностей в инженерной практике.

Содержание:

Модуль 1. Термодинамика (3,5/126 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Основные понятия термодинамики.

ЗМ 1.2. Законы термодинамики для реальных газов.

ЗМ 1.3 Тепловые машины.

The summary of the program of educational discipline "Thermodynamics"

The purpose: mastering by the students by theoretical knowledge underlying laws of processes of transformation of heat in other kinds of energy, mainly in mechanical work, and on the contrary, in natural and technical systems, study of quantitative laws describing these processes, and application them in engineering practice.

Subject: spontaneous irreversible processes of carry of heat in other kinds of energy, mainly in mechanical work, and on the contrary, theoretical laws of these processes, their quantitative characteristics and methods of applied use of these laws in engineering practice.

The contents:

The module 1. Thermodynamics (3,5/126 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. The basic concepts of thermodynamics.

ЗМ 1.2. The laws of thermodynamics for real gases.

ЗМ 1.3 Thermal machines.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Опис предмета навчальної дисципліни

Опис предмета навчальної дисципліни «Термодинаміка» наведено в табл. 2.1 – 2.3

Таблиця 2.1 Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом денної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 3,5 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 72 - самостійної роботи – 54 курсова робота Кількість годин: всього – 126.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4 роки	Статус дисципліни - нормативна Рік підготовки: 2-й Семестр: 3-й Лекції – 36 год. Практичні – 36 год. Самостійна робота – 54 год. Вид підсумкового контролю: 3 семестр – екзамен курслова робота

Таблиця 2.2 Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом заочної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 3,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 12 - самостійної роботи – 114 курсова робота Кількість годин: всього – 126.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4,5 роки	Статус дисципліни - Нормативна Рік підготовки: 2-й Семестр: 4-й Лекції – 6 год. Практичні – 6 год. Самостійна робота – 114 год. Вид підсумкового контролю: 4 семестр – екзамен курслова робота

Таблиця 2.3 Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом підготовки слухачів другої вищої освіти заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку

Призначення: підготовка спеціалістів на базі диплома спеціаліста іншого напрямку	Напрямок, спеціальність, освітньо – кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 2,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 12 - самостійної роботи – 60 курсова робота Кількість годин: всього – 72.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – спеціаліст (на базі диплома спеціаліста іншого напрямку); Термін навчання – 2,5 роки	Статус дисципліни - Нормативна Рік підготовки: 1-й Триместр: 2-й Лекції – 6 год. Практичні – 6 год. Самостійна робота – 60 год. Вид підсумкового контролю: 2 триместр – екзамен курсова робота

2.2. Зміст дисципліни

(обов'язкова складова ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 ПНД Термодинаміка)

Модуль 1. Термодинаміка (3,5/126 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Основні поняття термодинаміки.

Тема 1. Предмет термодинаміки. Термодинамічний метод аналізу. Параметри стану. Термодинамічна система. Оточуюче середовище. Робоче тіло. Рівновісні і нерівновісні термодинамічні системи і процеси.

Тема 2. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реального газу Ван-Дер-Ваальса.

Тема 3. Теплоємність. Середня теплоємність в термодинамічному процесі. Рівняння Майєра.

Тема 4. Ентальпія. Повна енергія системи.

Тема 5. Ентропія. Принцип зростання ентропії у неравновісних процесах.

ЗМ 1.2. Закони термодинаміки для реальних газів.

Тема 1. Формулювання законів термодинаміки. Аналітичне викладення першого закону термодинаміки.

Тема 2. Поняття термодинамічного циклу. Прямі і зворотні цикли. Прямий і зворотній цикл Карно. Поняття ККД. Термічний ККД циклу Карно. Узагальнений цикл Карно. Другий закон термодинаміки.

Тема 3. Основні термодинамічні процеси в газах, парах та їх сумішах.

Тема 4. Процеси адіабатного руху газу в потоці і витікання газу. Дроселювання газів і парів.

Тема 5. Фазові переходи. Особливості термодинамічних циклів для реальних газів з фазовими переходами.

Тема 6. Вологі гази і повітря. I-d діаграма вологого повітря.

ЗМ 1.3 Теплові машини.

Тема 1. Стискання газів у компресорі. Адіабатне, ізотермічне, політропне стискання. Багатоступеневе стискання.

Тема 2. Цикли ДВС. Цикли Отто, Дизеля, Тринклера.

Тема 3. Цикли газотурбінних установок.

Тема 4. Цикл Карно для водяної пари. Цикл Ренкіна. Цикл Ренкіна з перегрівом пари. Теплофікація.

Тема 5. Парокомпресійний холодильний цикл.

Тема 6. Газовий холодильний цикл, абсорбційний холодильний цикл.

Тема 7. Перспективні напрями розвитку енергетики: бінарні цикли, МГД генератори, паливні елементи.

2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

2.3.1. Розподіл часу за модулями та змістовими модулями

Тематичний план дисципліни «Термодинаміка» складається з трьох змістових модулів, кожний з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок інформації, який логічно пов'язує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Навчальний процес здійснюється у таких формах: лекційні, практичні заняття, самостійна робота студента, виконання курсової роботи.

Розподіл часу за модулями та змістовими модулями наведено у табл. 2.4. – табл. 2.6.

Таблиця 2.4 Структура навчальної дисципліни "Термодинаміка"

Спеціальність (шифр абрєв.)	Всього кредит годин	Семестр	Години								Екзамен (семестр)	Залік сем.
			Аудіторні	У тому числі			Самостійна робота	У тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр. роботи	КП/КР	РГР		
6.092100 (6.060101) ТГВ												
Денна форма навчання	3,5/126	3	72	36	36	-	54	-	20	-	3	-
Заочна форма навчання	3,5/126	4	12	6	6	-	114	-	20	-	4	-
7.092108 (7.06010107) ТГВ												
Друга вища освіта	2,0/72	2*	12	6	6	-	60	-	20	-	2*	-

* триместр

Таблиця 2.5 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та формами навчальної роботи для студентів денної та заочної формами навчання

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/ годин	Форми навчальної роботи					
		денне навчання			заочне навчання		
		Лекції	Сем., практ.	СРС	Лекції	Сем., практ.	СРС
Модуль 1. Термодинаміка	3,5/126	36	36	54	6	6	114
ЗМ 1. Основні поняття термодинаміки	1,0/36	10	10	16	2	2	32
ЗМ 2. Закони термодинаміки для реальних газів	1,25/45	12	12	21	2	2	41
ЗМ 3. Теплові машини.	1,25/45	14	14	17	2	2	41

Таблиця 2.6 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями, формами навчальної роботи для слухачів, що здобувають другу вищу освіту (на базі спеціаліста іншого напрямку)

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/ годин	Форми навчальної роботи		
		друга вища освіта		
		Лекції	Сем., практ.	СРС
Модуль 1. Термодинаміка	2,0/72	6	6	60
ЗМ 1. Основні поняття термодинаміки	0,5/18	2	2	14
ЗМ 2. Закони термодинаміки для реальних газів	0,75/27	2	2	23
ЗМ 3. Теплові машини.	0,75/27	2	2	23

2.3.2. План лекційного курсу

*Таблиця 2.7 План лекційного курсу з навчальної дисципліни
“Термодинаміка”*

№ з/п.	Теми лекційного курсу	кількість годин лекційних занять за формами навчання					
		Денне навчання		заочне навчання		друга вища освіта	
		Лекції	СРС	Лекції	СРС	Лекції	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
	ЗМ 1. Основні поняття термодинаміки.	<i>10</i>	<i>16</i>	<i>2</i>	<i>32</i>	<i>2</i>	<i>14</i>

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Тема 1.1. Предмет термодинаміки. Термодинамічний метод аналізу. Параметри стану. Термодинамічна система. Оточуюче середовище. Робоче тіло. Рівновісні і нерівновісні термодинамічні системи і процеси	2	4		8		4		
2	Тема 1.2. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реального газу Ван-Дер-Ваальса	2	3		2		6	2	3
3	Тема 1.3. Теплоємність. Середня теплоємність в термодинамічному процесі. Рівняння Майера	2	3		6		3		
4	Тема 1.4. Ентальпія. Повна енергія системи.	2	3		6		2		
5	Тема 1.5. Ентропія. Принцип зростання ентропії у неравновісних процесах	2	3		6		2		
1	2	3	4	5	6	7	8		
	ЗМ 2. Закони термодинаміки для реальних газів	12	21	2	41	2	23		
6	Тема 2.1. Формулювання законів термодинаміки. Аналітичне викладення першого закону термодинаміки	2	3		6		4		
7	Тема 2.2. Поняття термодинамічного циклу. Прямі і зворотні цикли. Прямий і зворотній цикл Карно. Поняття ККД. Термічний ККД циклу Карно. Узагальнений цикл Карно. Другий закон термодинаміки.	2	4		6		4		
8	Тема 2.3. Основні термодинамічні процеси в газах, парах та їх сумішах.	2	4		2		9	2	4
9	Тема 2.4. Процеси адіабатного руху газу в потоці і витікання газу. Дроселювання газів і парів.	2	4		9		4		
10	Тема 2.5. Фазові переходи. Особливості термодинамічних циклів для реальних газів з фазовими переходами	2	3		6		4		
11	Тема 2.6. Вологі газу і повітря. I-d діаграма вологого повітря.	2	3		5		3		

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8
	ЗМ 3. Теплові машини.	14	17	2	41	2	23
12	Тема 3.1. Стискання газів у компресорі. Адіабатне, ізотермічне, політропне стискання. Багатоступеневе стискання.	2	2	2	6	2	3
13	Тема 3.2. Цикли ДВС. Цикли Отто, Дизеля, Тринклера.	2	2		6		3
14	Тема 3.3. Цикли газотурбінних установок.	2	2		6		3
15	Тема 3.4. Цикл Карно для водяної пари. Цикл Ренкіна. Цикл Ренкіна з перегрівом пари. Теплофікація.	2	3		7		4
16	Тема 3.5. Парокомпресійний холодильний цикл.	2	4		7		4
17	Тема 3.6. Газовий холодильний цикл, абсорбційний холодильний цикл.	2	2		6		3
18	Тема 3.7. Перспективні напрями розвитку енергетики: бінарні цикли, МГД генератори, паливні елементи.	2	2	3	3		
	Разом:	36	54	6	114	6	60

2.3.3. План практичних (семінарських) занять

Таблиця 2.8 Темі практичних занять навчальної дисципліни

“Термодинаміка”

№ з/п.	Тема практичних занять	Кількість годин практичних занять за формами навчання		
		денне навчання	заочне навчання	друга вища освіта
1	2	3	4	5
ЗМ 1.	Основні поняття термодинаміки.	10	3	3
1.	Основні поняття термодинаміки.	2	2	2
2.	Рівняння стану ідеального газу. Суміш ідеальних газів.	2		
3.	Рівняння стану реальних газів.	2		
4.	Теплоємність. Ентальпія. Повна енергія системи.	2		
5.	Ентропія.	1		

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5
6.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 1.	1	—	—
ЗМ 2.	Закони термодинаміки для реальних газів	12	2	2
7.	Перший закон термодинаміки	2	2	2
8.	Прямі і зворотні цикли. Цикл Карно. ККД.	2		
9.	Термодинамічні процеси в газах.	2		
10.	Термодинамічні процеси в парах та їх сумішах.	2		
11.	Дроселювання газів і парів.	2		
12.	Розрахунки стану вологого повітря по I-d діаграмі.	1		
13.	Блочно-модульний контроль ЗМ 2.	1	—	—
ЗМ 3.	Теплові машини.	14	2	2
14.	Розрахунок стискання газів у компресорі.	2	2	2
15.	Параметри циклів ДВС.	2		
16.	Параметри циклів ГТУ.	2		
17.	Цикл Ренкіна. Теплофікаційний цикл.	2		
18.	Парокомпресійний холодильний цикл.	2		
19.	Газовий та абсорбційний холодильні цикли.	2		
20.	Бінарні цикли, МГД генератори, паливні елементи.	1		
21.	Блочно-модульний контроль ЗМ 3.	1	—	—
	Разом:	36	6	6

2.3.4. Індивідуальні завдання

Програмою дисциплін передбачено виконання індивідуального завдання для студентів всіх форм навчання у вигляді курсової роботи.

Курсова робота виконується в 3 семестрі для студентів денної форми навчання, в 4 семестрі для студентів заочної форми навчання, в 2 триместрі для слухачів другої вищої освіти. Приблизний обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 15-20 сторінок, плановий обсяг самостійної роботи – 20 годин.

Мета виконання курсової роботи – оволодіння практичними навичками вирішення задач по розрахунку термодинамічного циклу парокомпресійної холодильної машини.

У процесі виконання курсової роботи студенти закріплюють одержані теоретичні знання в частині визначення теплових потоків, термодинамічних властивостей робочих тіл, розрахунку питомої роботи на стискання робочого тіла, вибору типорозміру стандартного компресора та перевірки адекватності одержаних результатів, закріплюють навички знаходження потрібних формул, отриманих як теоретично, так і емпірично, опановують роботу з науково-технічною та довідковою літературою, використовують обчислювальну техніку для автоматизації теплотехнічних розрахунків.

Курсова робота вважається зарахованою, якщо студент виконав розрахунки в повному обсязі та отримав відповідний результат. Зарахована курсова робота є допуском по екзаммену.

Таблиця 2.9 Зміст курсової роботи та розподіл часу на виконання її складових

МОДУЛЬ 1. Курсова робота “Тепловий розрахунок термодинамічного циклу парокompресійної холодильної машини”	Розподіл часу
ЗМ 1. – Визначення витрати холоду системою кондиціювання повітря	4,5
Визначення масової витрати вологого припливного повітря	1,0
Визначення ентальпії припливного повітря	1,5
Визначення витрати холоду на охолодження припливного вологого повітря	2,0
ЗМ 2. – Тепловий розрахунок термодинамічного циклу фреонової холодильної машини	6
Визначення теплофізичних властивостей робочого тіла	1,0
Визначення теоретичної роботи стискання у компресорі	2,0
Визначення холодильного коефіцієнти циклу	2,0
Визначення теоретичної потужності компресора	1,0
ЗМ 2. – Вибір типорозміру компресору фреонової холодильної машини	9,0
Визначення ступеню підвищення тиску в компресорі	1,0
Визначення об’ємної теоретичної продуктивності компресора	2,0
Визначення коефіцієнту подачі компресора	3,0
Вибір розмірів циліндрів компресору і їх кількості	1,0
Визначення дійсної об’ємної продуктивності компресора	1,0
Визначення ефективної потужності на валу компресора	1,0
Захист курсової роботи	0,5
Всього за модулем 1	20

2.4. Самостійна робота студентів

Для опанування матеріалу дисципліни "Термодинаміка" окрім лекційних, практичних (семінарських) занять, тобто аудиторної роботи, значну увагу необхідно приділяти самостійній роботі.

Основні види самостійної роботи студента:

1. Вивчення додаткової літератури.
2. Робота з довідковими матеріалами.
3. Підготовка до практичних (семінарських) занять.
4. Підготовка до поточного й підсумкового контролю.
5. Виконання ІНДЗ (КР)

Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів для підготовки до блочно-модульного контролю.

ЗМ 1. Основні поняття термодинаміки.

Що складає предмет вивчення термодинаміки?

Що вивчає технічна термодинаміка?

У чому складаються особливості термодинамічного методу аналізу?

Дайте визначення терміну «термодинамічна система».

Що таке «навколишнє середовище»?

Що таке «контрольна поверхня термодинамічної системи»?

Яка термодинамічна система називається «відкритою»?

Яка термодинамічна система називається «закритою»?

Яка термодинамічна система називається «ізолюваною»?

Яка термодинамічна система називається «тепло ізолюваною»?

Яка термодинамічна система називається «адіабатною»?

Дайте визначення терміну «робоче тіло» у термодинаміці.

Що таке «термодинамічні параметри»?

Які фізичні параметри відносяться до термодинамічних?

Визначення тиску як термодинамічного параметра.

Визначення температури як термодинамічного параметра.

Визначення питомого об'єму як термодинамічного параметра.

Яку термодинамічну систему можна назвати «рівноважною»?

Яку термодинамічну систему можна назвати «нерівноважною»?

Що таке термодинамічне рівняння стану?

Що таке «ідеальний газ»?

Запишіть рівняння стану «ідеального газу».

Чим реальний газ відрізняється від «ідеального газу»?

Запишіть рівняння стану реального газу.

Що таке «термодинамічний процес»?

Дайте визначення поняттю «релаксація» у термодинаміці?

Дайте визначення поняттю «час релаксації» у термодинаміці?

Які термодинамічні процеси називають рівноважними?

Які термодинамічні процеси називають нерівноважними?

Дайте визначення поняттю «внутрішня енергія» у термодинаміці

Що означає поняття «повний диференціал» у термодинаміці

Чи є внутрішня енергія повним диференціалом?

Що таке «робота розширення»?

Чи є робота розширення повним диференціалом?

Що таке «теплота»?

Чи є теплота повним диференціалом?

Що є властивістю термодинамічної системи?

Що є характеристиками взаємодії термодинамічної системи з навколишнім середовищем?

Що є характеристикою механічної взаємодії термодинамічної системи з навколишнім середовищем?

Що є характеристикою теплової взаємодії термодинамічної системи з навколишнім середовищем?

Чому еквівалентна площа під графіком процесу в P-V діаграмі?

Чому еквівалентна площа під графіком процесу в T-S діаграмі?

Що таке «теплоємність»?

Чи є теплоємність повним диференціалом?

Що таке «теплоємність при постійному обсязі»?

Що таке «теплоємність при постійному тиску»?

У чому розходження теплоємності при $p=\text{const}$ і $v=\text{const}$?

Що таке «середня теплоємність» у термодинамічному процесі?

Запишіть рівняння Майера

Дайте визначення поняттю «ентальпія» у термодинаміці

Чи є ентальпія функцією стану?

Дайте визначення поняттю «ентропія» у термодинаміці

Чи є ентропія повним диференціалом?

ЗМ 2. Закони термодинаміки для реальних газів.

Формулювання першого закону термодинаміки.

Аналітичне вираження першого закону термодинаміки.

Рівняння першого закону термодинаміки, виражене через ентальпію.

Формулювання другого закону термодинаміки.

Формулювання третього закону термодинаміки (теорема Нернста).

Дайте визначення поняттю «термодинамічний цикл»?

Дайте визначення поняттю «коефіцієнт корисної дії»?

Що таке «вічний двигун першого роду»?

Що таке «вічний двигун другого роду»?

Що таке «прямий цикл Карно»?

Що таке «узагальнений (регенеративний) цикл Карно»?

Що таке «термічний ККД циклу Карно»?

Що таке «зворотний цикл Карно»?

Що таке «холодильний коефіцієнт»?

Чим викликане зростання ентропії в нерівноважних процесах?

Сформулюйте принцип зростання ентропії.

Що таке ізохорний процес? Графічне зображення в P-V, T-S діаграмах.

Що таке ізобарний процес? Графічне зображення в P-V, T-S діаграмах.

Що таке ізотермічний процес? Графічне зображення в P-V, T-S діаграмах.

Що таке адіабатний процес? Графічне зображення в P-V, T-S діаграмах.
Що таке політропний процес? Графічне зображення в P-V, T-S діаграмах.
Які величини визначаються при дослідженні термодинамічних процесів?
Що таке «волога насичена пара»?
Що таке «суха насичена пара»?
Що таке «перегріта пара»?
Які області діаграм стану розділяє нижня гранична крива?
Які області діаграм стану розділяє верхня гранична крива?
Якому стану відповідає стан речовини на нижньої граничної кривої?
Якому стану відповідає стан речовини на верхньої граничної кривої?
Що таке «ступінь сухості» пари?
Якому стану речовини відповідає ступінь сухості пари $x=0$?
Якому стану речовини відповідає ступінь сухості пари $x=1$?
Що таке «критична точка»?
Що таке «критична температура»?
Що таке «теплота фазового переходу»?
Укажіть значення питомої масової теплоємності води.
Укажіть зразкове значення питомої теплоти паротворення води.
Що таке «фазовий перехід»?
На що затрачається теплота фазового переходу?
Від яких параметрів залежить температура кипіння?

ЗМ 3. Теплові машини.

Що таке компресор?
Які процеси стиску в компресорі Ви знаєте?
При якому процесі стиску газу в компресорі питома робота менше?
У чому перевага багатоступінчастого стиску в компресорі?
Що таке «тепловий двигун»?
Що таке «двигун внутрішнього згоряння» (ДВС)?
Цикл ДВС Отто.

Цикл ДВС Дизеля.

Цикл ДВС Тринклера.

Що таке «ступінь стиску» у тепловому двигуні?

Що таке «ступінь підвищення тиску» у тепловому двигуні?

Що таке детонація в ДВС?

Цикл ГТУ з підводом теплоти при $P = \text{const}$.

Цикл ГТУ з підводом теплоти при $V = \text{const}$.

Переваги газотурбінних установок перед ДВС.

Особливості циклу Карно для насиченої водяної пари

Відмінності циклу Ренкіна від циклу Карно для водяної пари

Цикл Ренкіна на перегрітій парі

Що таке «теплофікація»?

Що таке «когенерація»?

Що таке «холодильний цикл»?

Що таке «парокомпресійний холодильний цикл»?

Що таке «газовий (повітряний) холодильний цикл»?

Що таке «абсорбційний холодильний цикл»?

Що таке «тепловий насос»?

Що таке «термоелектричний холодильний цикл»?

Які речовини доцільно вибирати як робоче тіло для холодильних циклів?

Бінарні цикли в енергетиці.

Принцип роботи МГД – генератора.

Принцип роботи паливного елемента.

2.5. Методи та технології навчання

При викладанні навчальної дисципліни “Термодинаміка” використовуються такі методи активного навчання:

- вирішення ситуаційних задач;
- використання комп’ютерного моделювання термодинамічних процесів;
- ділові ігри;

- робота в малих групах.

При використанні практичних занять та самостійної розрахункової роботи використовуються засоби комп'ютерної техніки.

В ході проведення занять використовуються наступні ТЗН:

- друковані роздаткові матеріали.

Метод навчання: інформаційно-ілюстративний.

Для активізації навчального процесу при викладанні дисципліни «Термодинаміка» автором розроблено пакет тестових завдань для проведення дистанційного тестування за програмою змістових модулів курсу, розміщений на сервері дистанційної освіти Харківської національної академії міського господарства за адресою www.ksame.kharkov.ua/moodle.

2.6. Методи оцінювання знань

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- оцінка за індивідуальну самостійну роботу та виконання курсової роботи;
- підсумковий контроль.

Для діагностики знань використовується модульно-рейтингова система за 100–бальною шкалою оцінювання.

2.6.1. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Система оцінювання знань, вмій і навичок студентів передбачає оцінювання всіх форм вивчення дисципліни.

Перевірку й оцінювання знань студентів викладач проводить в наступних формах:

1. Оцінювання роботи студентів у процесі практичних (семінарських) занять.
2. Оцінювання виконання індивідуального завдання (КР).
3. Оцінювання засвоєння питань для самостійного вивчення.
4. Проведення поточного модульного контролю.
5. Проведення підсумкового екзамену.

Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної та заочної форм навчання наведені в табл. 2.10, 2.11 та табл. 2.12.

Таблиця 2.10 Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної форми навчання

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)	Розподіл балів %
МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістових модулів	
ЗМ 1.	15
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	5
ЗМ 2.	15
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	5
ЗМ 3.	20
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	15
– самостійна робота	5
Курсова робота	10
Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 1	
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів тестового машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	40
Всього за модулем 1	100

**Таблиця 2.11 Засоби контролю виконання курсової роботи для студентів
денної форми навчання**

МОДУЛЬ 1. Курсова робота “Тепловий розрахунок термодинамічного циклу парокомпресійної холодильної машини”	Розподіл часу
ЗМ 1. – Визначення витрати холоду системою кондиціонування повітря – в тому числі: Визначення масової витрати вологого припливного повітря Визначення ентальпії припливного повітря Визначення витрати холоду на охолодження припливного вологого повітря	15 5 5 5
ЗМ 2. – Тепловий розрахунок термодинамічного циклу фреонової холодильної машини – в тому числі: Визначення теплофізичних властивостей робочого тіла Визначення теоретичної роботи стискання у компресорі Визначення холодильного коефіцієнти циклу Визначення теоретичної потужності компресора	20 5 5 5 5
ЗМ 2. – Вибір типорозміру компресору фреонової холодильної машини – в тому числі: Визначення ступеню підвищення тиску в компресорі Визначення об’ємної теоретичної продуктивності компресора Визначення коефіцієнту подачі компресора Вибір розмірів циліндрів компресору і їх кількості Визначення дійсної об’ємної продуктивності компресора Визначення ефективної потужності на валу компресора	25 4 4 4 5 4 4
Захист курсової роботи	40
Всього за модулем 1	100

Таблиця 2.12 Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів заочної форми навчання

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)	Оцінка
Модуль 1	
Захист курсової роботи	за нац. шкалою
Підсумковий контроль з модулю 1	
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	за нац. шкалою

***Порядок поточного оцінювання знань студентів
денної і заочної форм навчання.***

Поточне оцінювання здійснюють під час проведення практичних (семінарських) занять, воно має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є

- 1) активність і результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять;
- 2) виконання індивідуального навчально-дослідного завдання (КР);
- 3) виконання самостійного завдання;
- 4) виконання поточного контролю;

Оцінку "відмінно" ставлять за умови відповідності виконаного завдання студентом або його усної відповіді за усіма зазначеними критеріями.

Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку.

Контроль систематичного виконання практичних (семінарських) занять і самостійної роботи

Оцінювання проводять за такими критеріями:

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії і методології проблем, що розглядаються;
- 2) ступінь засвоєння матеріалу дисципліни;
- 3) ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядають;
- 4) уміння поєднувати теорію з практикою при розгляданні виробничих ситуацій, вирішенні завдань, проведенні розрахунків при виконанні завдань, винесених для самостійного опрацювання, і завдань, винесених на розгляд в аудиторії;
- 5) логіка, структура, стиль викладання матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації і робити висновки.

Контроль виконання поставлених задач при проведенні практичних занять здійснюється протягом 3 семестру для студентів денної форми навчання і 4 семестру для студентів заочної форми навчання (2 триместру для ДВО). За

успішне та систематичне виконання поставлених завдань протягом трьох змістових модулів студент отримує оцінку "відмінно" або відповідний відсоток за кожний окремий змістовий модуль (табл. 2.10).

При оцінюванні практичних завдань і самостійної роботи увагу приділяють також їх якості і самостійності, своєчасності задачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка буде знижена.

Критерії оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання

Контроль виконання ІНДЗ (КР) здійснюється протягом семестру. За успішне і систематичне виконання всього ІНДЗ (КР) студент отримує оцінку "відмінно" або 10%.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання оцінюють за такими критеріями:

- 1) самостійність виконання;
- 2) логічність і послідовність викладання матеріалу;
- 3) повнота розкриття теми;
- 4) використання й аналіз додаткових літературних джерел;
- 5) наявність конкретних пропозицій;
- 6) б)якість оформлення.

Оцінку "відмінно" ставлять за умови відповідності виконаного завдання студентом за зазначеними категоріями та його захист. Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

Проведення поточного контролю

Поточний контроль (тестування) здійснюється та оцінюється за питаннями, які винесено на лекційні заняття, самостійну роботу і практичні завдання. Поточний контроль проводять у письмовій формі після того, як розглянуто увесь теоретичний матеріал і виконані практичні (семінарські), самостійні завдання в межах кожної теми змістового модуля. За кожним змістовим модулем проводиться контрольна робота (табл. 2.10) і кожному студенту виставляється відповідна оцінка за отриманою кількістю балів.

Проведення підсумкового письмового екзамену з Модулю 1 або комбінованого тестового екзамену із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань (денна форма)

Умовою допуску до екзамену є:

- сума накопичення балів за трьома змістовими модулями, яка повинна бути не менша, ніж 51% балів поточного контролю (за внутрішнім вузівським рейтингом або системою ESTC) або наявність позитивних оцінок з поточного модульного контролю (за національною системою);
- обов'язковий захист КР з отриманням позитивної оцінки.

Екзамен як для денної, так і для заочної форми навчання, здійснюється у комбінованій тестовій формі із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання практичних завдань за екзаменаційними білетами. Екзаменаційний білет складається з машинного тесту по 25 теоретичним питанням, та 2 практичних завдань (вирішення задачі, тощо). Оцінка з теоретичного матеріалу визначається як відсоток правильних відповідей від максимальних 20 балів за результатами комп'ютерного тестування, а за вирішення кожної практичної задачі – максимально до 10 балів. Загальна сума балів – 40 (табл. 2.10).

2.6.2. Розподіл балів, присвоєних студентам.

Для студентів денної форми навчання підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання і в системі ESTC згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів Академії в систему оцінювання за шкалою ESTC (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 Шкала перерахунку оцінок результатів навчання в різних системах оцінювання

№	Визначення оцінки	Відсоток засвоєння матеріалу	Оцінка у балах, виходячи зі 100	Оцінка за національною системою	Оцінка за шкалою ECTS
1	2	3	4	5	6
1	<i>Відмінно</i> – належне виконання з незначною кількістю неprincipових помилок	91-100	91-100	5	A

1	2	3	4	5	6
2	<i>Дуже добре</i> – вище за середній рівень з деякими помилками	81-90	81-90	4	B
3	<i>Добре</i> – у цілому правильна робота з декількома помилками	71-80	71-80		C
4	<i>Задовільно</i> – непогано, але певна кількість помилок, недоліків	61-70	61-70	3	D
5	<i>Достатньо</i> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-51	60-51		E
6	<i>Незадовільно</i> – необхідно доробити, перездати	26-50	26-50	2	FX
7	<i>Незадовільно</i> – обов'язковим є повторний курс	0-25	0-25		F

Для студентів заочної форми навчання та слухачів другої вищої освіти підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання:

Оцінка "відмінно" – Студент грамотно, логічно і повно дав відповіді на всі екзаменаційні запитання. Охайно оформив екзаменаційні матеріали. Текстова частина відповіді доповнена потрібним графічним матеріалом. У відповідях студент показав знання додаткової літератури.

Оцінка "добре" – Студент грамотно і по суті дав відповіді на теоретичні запитання екзаменаційного білету, не допускаючи при цьому суттєвих неточностей, вміло використовує знання при розв'язанні практичних завдань і запитань. Екзаменаційні матеріали оформлені охайно, текстова частина доповнена графічним матеріалом (при необхідності).

Оцінка "задовільно" – Студент показав знання основного матеріалу, але не вказав його деталей, особливостей, технологічних обмежень. У відповідях він допускає неточності. Студент порушує послідовність викладу відповіді. Відсутні графічні пояснення. Відмічена неохайність в оформленні екзаменаційних відповідей.

Оцінка "незадовільно" – Студент не дав відповіді на значну частину програмного матеріалу. У відповідях допущенні значні помилки. Матеріали екзаменаційних відповідей неохайно оформлені.

2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.

Методичне забезпечення навчальної дисципліни “Термодинаміка” включає:

- інтерактивний комплекс навчальної дисципліни на сайті дистанційного навчання академії;
- програма та робоча програма навчальної дисципліни “Термодинаміка”;
- опорний конспект лекцій на паперовому і електронному носіях;
- методичні вказівки до проведення практичних занять і самостійної роботи;
- методичні вказівки з виконання курсової роботи;
- друкований та роздатковий матеріал;
- ресурси Інтернет;
- освітньо-професійна програма підготовки бакалавра.

2.8. Рекомендована література

2.8.1. Основна

1. Ромашко О.В. Курс лекцій з дисципліни «Термодинаміка» (для студентів напрямку підготовки 6.060101 – «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»)/О.В.Ромашко, В.А.Міланко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.:ХНАМГ, 2009. – 167 с.
2. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.
3. Техническая термодинамика. В.А. Кириллин, В.В. Сычѳв, А.Е. Шейндлин. – М.: «Наука», 1979. – 512 с.
4. Теплотехника: Учеб. Для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
5. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с

6. Краснощёков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по технической термодинамике. М.: Энергия, 1980. – 288 с.

2.8.2. Додаткова

1. Бродянский В.М., Фритшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
2. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 224 с.
3. Ваграфтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Физматгиз, 1963. – 708 с.
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.-Л.: Машгиз, 1962. – 456 с.
5. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

2.9. Ресурси

1. www.mon.gov.ua;
2. www.ksame.kharkov.ua;
3. www.ksame.kharkov.ua/moodle/;
4. www.ksame.kharkov.ua/portal/;
5. html//eprints.kname.edu.ua/;
6. html//library.kname.kharkov.ua:8080//.

2.10. Бібліотеки:

1. ХНАМГ – 61002, м. Харків, вул. Революції,12, тел.:707-30-13.
2. Обласна наукова – 61002, м. Харків, пров. Короленко,12.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма навчальної дисципліни
та робоча навчальна програма з дисципліни «**Термодинаміка**»
(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного
рівня бакалавр, напряму підготовки 0921 (6.060101) "Будівництво"
спеціальності – "Теплогазопостачання і вентиляція"та для слухачів
другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання на базі диплома
спеціаліста іншого напряму; спеціальності 7.092108 (7.06010107)
«Теплогазопостачання і вентиляція»)

Укладач: **РОМАШКО** Олександр Васильович,
БЕРЕЗНЯК Ірина Євгенівна

В авторській редакції

Комп'ютерне верстання: *Н. Ю. Гаврилiна*

План 2009, поз. 140 Р

Підп. до друку 12.09.2011 р.	Формат 60x84/16
Друк на ризографі	Ум. друк. арк. 1,7
Тираж 10 пр.	Зам. № 7339

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4064 від 12.05.2011 р.