

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

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Т. П. Михайленко

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теплофізичні властивості речовин

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань:

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Петухов І. І., доцент, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від «30» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент _____ П.Г. Гакал _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>Денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Змістових модулів – 3		2024/2025
Індивідуальне завдання - розрахункова робота: «Термодинамічні властивості бінарного розчину в області фазової рівноваги»	Спеціальність: <u>144 «Теплоенергетика»</u> (код та найменування)	Семестр
Загальна кількість годин – 64/150	Освітня програма: <u>«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»</u>	6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,4		Лекції *
		32 годин
		Практичні, семінарські
		32 години
		Лабораторні
		Не передбачено
		Самостійна робота
86 годин		
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 64/86.

Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Мета вивчення: придбання знань, вмінь і навичок, що дозволять розробляти та раціонально використовувати науково обґрунтовані методи визначення, розрахунку і представлення теплофізичних властивостей як чистої однофазної речовини, так і багатокомпонентних багатофазних систем.

Завдання: практична реалізація можливостей дослідження і розрахунку теплофізичних властивостей речовин за допомогою методів і моделей, які ґрунтуються на фундаментальних положеннях термодинаміки і використовують відповідний математичний апарат, довідкові данні та комп'ютерні програми.

Компетентності, які набуваються:

ІК – Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК1 – Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК2 – Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК3 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9 – Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК11. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

ФК1 – Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК2 – Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК3 – Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК4 – Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

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.

ФК7 – Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК8 – Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК11 – Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

ФК14 – Здатність застосовувати знання та підходи термодинаміки, тепломасообміну, гідрогазодинаміки, теплофізичних властивостей речовин для аналізу ефективності теплогідрравлічних процесів, розрахунку, проектування теплоенергетичного обладнання та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Очікувані результати навчання:

ПРН1 – Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

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.

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

ПРН7 – Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

ПРН9 – Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН12 – Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

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

ПРН15 – Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

ПРН20 – Здатність досліджувати та аналізувати ефективність процесів у теплоенергетичних системах.

Пререквізити: вища математика, фізика, хімія.

Кореквізити: технічна термодинаміка, фізико-технічні основи теплових процесів.

Постреквізити: кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Основні співвідношення. Термодинамічні властивості чистих речовин.

Тема 1. Вступ. Загальні поняття, визначення та співвідношення.

Мета і задачі дисципліни, структура курсу. Література. Теплофізичні та термодинамічні властивості. Методи дослідження теплофізичних властивостей. Параметри стану і їхній взаємозв'язок. Диференціальні співвідношення термодинаміки і методи їхнього одержання. Зв'язок термічних і калоричних параметрів стану. Методи розрахунку термодинамічних властивостей. Основні співвідношення для калоричних властивостей.

Тема 2. Рівновага термодинамічної системи.

Загальні умови рівноваги термодинамічної системи. Умови рівноваги для неізольованих систем. Критерії сталості рівноваги однорідної системи.

Тема 3. Умови рівноваги фаз чистої речовини.

Хімічний потенціал. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Фазові діаграми. Фізичні причини й область існування метастабільного стану чистої речовини. Число Гіббса. Бінодаль та спінодаль. Рівновага при різному тиску фаз. Рівняння Пойнтинга. Рівновага диспергованої фази. Досяжні перегрів і переохолодження рідини.

Тема 4. Рівняння кривих фазової рівноваги та стану фаз.

Рівновага рідина - пар чистої речовини. Співвідношення для розрахунку теплоти пароутворення і параметрів стану рівноважних фаз. Рівновага кристал-пар. Рівновага кристал-рідина. Властивості чистої речовини в трифазній області. Фундаментальний трикутник. Властивості речовини в білякритичній області, співвідношення для критичних параметрів.

Тема 5. Методи опису термодинамічних властивостей чистої речовини.

Основні вимоги до термічного рівняння стану. Калоричні рівняння стану. Модель ідеального газу. Основні рівняння стану реальних газів. Рівняння стану рідин і твердих тел. Термічне рівняння стану рідини в метастабільній області. Метод термодинамічної подібності при розрахунку параметрів стану чистої речовини.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Термодинамічні властивості та загальні умови фазової рівноваги багатоконпонентних систем.

Тема 6. Газові суміші.

Багатокомпонентні системи. Модель суміші ідеальних газів. Калоричні властивості суміші ідеальних газів. Суміш реальних газів. Надлишкові функції і їхній взаємозв'язок. Термічне рівняння стану сумішей реальних газів.

Тема 7. Властивості розчинів.

Рідкі і тверді суміші (розчини). Розчинність. Ідеальний розчин. Парціальні величини. Рівняння Гіббса-Дюгема. Теплоти змішання.

Тема 8. Загальні умови фазової рівноваги в багатокомпонентних системах.

Правило фаз Гіббса. Летючість, її фізичний зміст і переваги при використанні. Летючість ідеального газу. Летючість чистої речовини в різних агрегатних станах. Летючість компонента газової суміші. Закон Рауля. Летючість і активність

Тема 9. Розчинність.

Умови розчинності. Розчинність газу в рідині, коефіцієнт Генрі. Приклади розчинності газу в технічних рідинах (вода, паливо, холодоагент, мастило). Розчинність твердого тіла в рідині, рівняння Шредера. Розсоли. Кріоскопічна константа. Явище осмосу. Розчинність рідин і твердих тіл у газах (парах). Взаємна розчинність речовин, що знаходяться в однаковому агрегатному стані. Антифризи.

Модульний контроль.**Змістовий модуль 3. Фазова рівновага у бінарних системах. Переносні і поверхневі властивості.****Тема 10. Фазова рівновага та діаграми стану бінарного розчину.**

Загальні умови фазової рівноваги в бінарних розчинах p, N та T, N - діаграми ідеального бінарного розчину при фазовій рівновазі. Рівновага рідина-пар у розчині з нелетючим компонентом. Рівновага рідина - пар у неідеальних розчинах. Розчини з областю незмішування. Розчинена та вільна вода у паливі, вплив стабілізуючих присадок. Багатокомпонентні холодоагенти. Розчини холодоагент-масло. Критична область у розчинах. Рівновага кристал-рідина в бінарних розчинах. Кристалізація розчинів з областю незмішування у твердій фазі. Евтектика. Фазова рівновага в низькотемпературних теплоносіях, рідкий льод. Кристалогідрати.

Тема 11. Калоричні параметри бінарного розчину.

Калоричні діаграми ідеального бінарного розчину для області фазових переходів. Теплові ефекти при фазових переходах у розчинах. Інтегральна теплота пароутворення. Диференціальна теплота пароутворення бінарного розчину. Теплоти плавлення розчинів.

Тема 12. Переносні властивості рідин і газів.

В'язкість. Теплопровідність. Коефіцієнти дифузії. Переносні властивості сумішей та гетерогенних систем.

Тема 13. Поверхневі властивості на границі розділу фаз.

Поверхневий натяг чистих рідин і їхніх сумішей. Поверхневий натяг водних розчинів, поверхнево активні домішки.

Модульний контроль.

МОДУЛЬ 2

Розрахункова робота

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основні співвідношення. Термодинамічні властивості чистих речовин.						
Тема 1. Вступ. Загальні поняття, визначення та співвідношення.	12	2	4			6
Тема 2. Рівновага термодинамічної системи.	6	2				4
Тема 3. Умови рівноваги фаз чистої речовини.	6	2				4
Тема 4. Рівняння кривих фазової рівноваги та стану фаз.	14	4	4			6
Тема 5. Методи опису термодинамічних властивостей чистої речовини.	10	2	2			6
Модульний контроль	2		2			
Разом за змістовим модулем 1	50	12	12			26
Змістовий модуль 2. Термодинамічні властивості та загальні умови фазової рівноваги багатокомпонентних систем.						
Тема 6. Газові суміші.	10	2	2			6
Тема 7. Властивості розчинів.	6	2				4
Тема 8. Загальні умови фазової рівноваги в багатокомпонентних системах.	4	2				2
Тема 9. Розчинність.	14	2	4			8
Модульний контроль	2		2			
Разом за змістовим модулем 2	36	8	8			20
Змістовий модуль 3. Фазова рівновага у бінарних системах. Переносні і поверхневі властивості.						
Тема 10. Фазова рівновага та діаграми стану бінарного розчину.	22	6	4			12
Тема 11. Калоричні параметри бінарного розчину.	16	2	4			10
Тема 12. Переносні властивості рідин і газів.	8	3	1			4
Тема 13. Поверхневі властивості на границі розділу фаз.	6	1	1			4
Модульний контроль	2		2			
Разом за змістовим модулем 3	54	12	12			30
Модуль 2						
Розрахункова робота	10					10
Усього годин	150	32	32			86

5. Теми семінарських занять (навчальним планом не передбачені)**6. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання експериментальних даних та диференціальних співвідношень термодинаміки для побудови рівнянь стану чистої однофазної речовини.	4
2	Фазова рівновага та метастабільний стан чистої речовини.	4
3	Діаграми стану чистої речовини.	2
4	Модульний контроль.	2
5	I,d-діаграма вологого повітря.	3
6	Розчинність солі у воді. Осмотичний тиск та температура заморожування.	4
7	Модульний контроль.	1
8	Діаграми стану бінарного розчину.	4
9	Калорична діаграма розчину етилового спирту у воді.	4
10	Апроксимація температурної залежності в'язкості та поверхневого натягу холодоагентів і мастил.	2
11	Модульний контроль.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачені)**8. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Диференціальні співвідношення термодинаміки і методи їхнього одержання. Основні співвідношення для калоричних властивостей.	6
2	Умови рівноваги для неізольованих систем	4
3	Рівняння Пойнтинга. Рівновага диспергованої фази.	4
4	Співвідношення для розрахунку теплоти пароутворення і параметрів стану рівноважних фаз. Властивості речовини в білякритичній області.	6
5	Основні рівняння стану реальних газів. Термічне рівняння стану рідини в метастабільній області.	6
6	Надлишкові функції і їхній взаємозв'язок. Термічне рівняння стану сумішей реальних газів.	6
7	Ідеальний розчин. Парціальні величини. Теплоти змішання.	4
8	Летючість чистої речовини в різних агрегатних станах. Летючість компонента газової суміші.	2
9	Розчинність твердого тіла в рідині, рівняння Шредера.	8

	Взаємна розчинність речовин, що знаходяться в однаковому агрегатному стані.	
10	Багатокомпонентні холодоагенти. Розчини холодоагент-масло.	12
11	Калоричні діаграми ідеального бінарного розчину для області фазових переходів. Теплові ефекти при фазових переходах у розчинах.	10
12	Переносні властивості сумішей та гетерогенних систем.	4
13	Поверхневий натяг водних розчинів, поверхнево активні домішки.	4
14	Розрахункова робота: «Термодинамічні властивості бінарного розчину в області фазової рівноваги»	10
	Разом	86

Сутністю самостійної роботи над матеріалом модулю є опрацювання лекційних тем за допомогою підручників та формулювання відповідей на запитання з цих тем, що задає викладач у поточному режимі. Цей розділ передбачає 86 годин самостійної підготовки, з них на підготовку до занять та модулів 76 годин, виконання розрахункової роботи – 10 годин.

9. Індивідуальні завдання

В якості індивідуального завдання передбачено виконання розрахункової роботи. Індивідуальне завдання має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і одержати необхідні навички практичних розрахунків з дисципліни. В розрахунковій роботі студенти розраховують діаграму бінарного розчину в області фазової рівноваги, формують рівняння стану фаз розчину.

10. Методи навчання

Лекційні заняття проводяться з застосуванням електронних засобів навчання та роздачею додаткового допоміжного матеріалу.

11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час семінарських занять, модульного контролю та виконання розрахункової роботи, фінальний контроль – у вигляді іспиту.

Оцінювання поточних занять:

- Опрацювання матеріалу лекції оцінюється в 0,5 бала;
- Виконана практична робота оцінюється максимум в 3 бали;
- Виконання завдання модульного контролю оцінюється максимум в 18 балів для першого, 12 балів для другого та 15 балів для третього. Модульний контроль являє собою тест з 12 питань та додатково 2 задачі

для першого модульного контролю та 1 задачу для третього. Повністю правильна відповідь на кожне з питань теоретичної частини тесту оцінюється в 1 бал. Повністю правильне рішення задачі оцінюється у 3 бали.

Критерії оцінювання поточних занять:

- a) Повністю вирішене завдання дає 100% відповідного балу оцінювання;
- b) Завдання, виконане з несуттєвими помилками оцінюється в 80-90% (загальні питання повністю розкриті, вірні базові математичні формули, графічні побудови, але є незначні помилки в визначеннях, математичних перетвореннях, розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 60-70% (загальні питання повністю розкриті, вірні вихідні математичні формули та графічні побудови, правильно обрана логіка рішення але є грубі помилки в визначеннях, математичних перетвореннях, розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 10-40%, якщо загальні питання розкриті не повністю, є помилки у вихідних математичних формулах та графічних побудовах, але правильно обрана логіка рішення задачі;
- e) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

- Виконання розрахункової роботи оцінюється максимум у 23 бали. Після перевірки пояснювальної записки студент допускається до захисту роботи. Йому видаються два завдання за темою роботи. Оцінка виставляється з урахуванням повноти і правильності їхнього вирішення. Повністю і правильно виконана розрахункова робота без вирішених завдань оцінюється не вище 12 балів. Кожне із завдань дозволяє отримати додатково до 3 балів. Ще 5 балів можна отримати при відповіді на 5 теоретичних питань за темою розрахункової роботи. Правильно вирішене, але недбало оформлене завдання розрахункової роботи оцінюється в 9 балів, завдання з математичними помилками оцінюється в 6-8 балів, рішення з методичними помилками оцінюється в 2-5 балів.
- Виконання розрахункової та лабораторних робіт є обов'язковою умовою для допуску до іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання і захист	1...3	3	3...9

лабораторних (практичних) робіт			
Модульний контроль	0...18	1	15...18
Змістовий модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	1...3	2	2...6
Модульний контроль	0...12	1	9...12
Змістовий модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	1...3	3	3...9
Модульний контроль	0...15	1	10...15
Виконання і захист РР	0...23	1	18...23
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. **Умовою допуску є здача усіх практичних робіт та розрахункової роботи.**

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 4 теоретичних та двох практичних завдань. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є 60, за практичні – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

Студент повинен знати вихідні поняття, основні моделі, рівняння та методи розрахунку теплофізичних властивостей чистих речовин та сумішей у різних агрегатних станах.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки.

Студент повинен вміти вибрати раціональну модель розрахунку теплофізичних властивостей; визначити базу даних, необхідну для опису теплофізичних властивостей речовини; оцінити сталість рівноваги та межі існування термодинамічної системи визначеного виду;

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь по предмету. Відпрацювати та захистити всі лабораторні завдання та розрахункову роботу. Знати основні терміни, закони та рівняння. Уміти вирішити базові задачі по темам.

Добре (75 - 89). Твердо знати матеріал курсу, виконати усі завдання в обумовлений викладачами строк. Показати розуміння суті та теоретичної бази лабораторних робіт, вміння самостійно виконувати практичні завдання та розрахункову роботу. Вміти самостійно обґрунтувати вибір основних співвідношень для обраної моделі робочого середовища. Вміти розраховувати параметри стану та умови фазової рівноваги чистої та двокомпонентної речовини.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконати лабораторні роботи та розрахункову роботу, продемонструвати тверді знання відповідної теоретичної бази. Досконально знати математичні формулювання основних законів, визначення та графічне представлення параметрів фаз, умов та меж їхнього існування. Вміти вибрати раціональну модель розрахунку теплофізичних властивостей речовини та необхідні вихідні дані.

Шкала оцінювання: бальна, ECTS та національна

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

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.
2. Комп'ютерні програми для лабораторних занять та самостійної роботи.

14. Рекомендована література

Базова

1. The Properties of Gases and Liquids. Fifth Edition / Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell. -McGraw-Hill, 2001 - 803 p.
2. Железний В.П. Експериментальна теплофізика. Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин : підручник / В. П. Железний, В. З. Геллер, Ю. В. Семенюк; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Одеса : Фенікс, 2016. – 319с.
3. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів / О. Ф. Буляндра. – К.: Техніка, 2001. – 320 с.

Допоміжна

1. Петухов І.І. Теплофізичні властивості речовин: учб. посібник / І. Петухов, Т. Михайленко, О. Лисиця – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», – 180 с.
2. Павловський В.Г. Термодинаміка фізико-енергетичних процесів. Навч. посібник / В.Г.Павловський, Г.І.Павловський. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 332 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Бібліотека НАКУ «ХАІ».
2. Методичний кабінет кафедри.
3. Мережа Internet.
4. Сайт кафедри: www.k205.khai.edu
5. Сайт: mentor2022.khai.edu, курс «Теплофізичні властивості речовин»