

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет оперативно-рятувальних сил

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕРМОДИНАМІКА І ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

(назва навчальної дисципліни)

обов'язова професійна

за освітньо-професійною програмою

техногенно-екологічна безпека

(назва освітньої програми)

підготовки перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

(назва рівня вищої освіти)

у галузі знань 18 «Виробництво та технології»

(шифр і назва)

за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(заочна форма навчання)

Рекомендовано кафедрою

СХХТ на 2023- 2024

(назва кафедри)

навчальний рік.

Протокол від «04» 07.2023 року №1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача»

(назва навчальної дисципліни)

2023 рік

Загальна інформація про дисципліну

Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна «Термодинаміка і теплопередача» присвячена вивченню законів термодинаміки і теплопередачі, знання яких конче необхідні для розуміння інших професійних дисциплін освітньо-професійної програми «Техногенно-екологічна безпека» підготовки здобувачів за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

Інформація про науково-педагогічного(них) працівника(ів)

Загальна інформація	Шаршанов Андрій Янович, старший викладач кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, д.т.н., доцент
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, корпус кафедри СХХТ, кабінет №201. Робочий номер телефону – 707-35-16
E-mail	scct@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	Розвиток наукових основ захисту речовин і матеріалів від теплового впливу пожежі
Професійні здібності	– навички аналізу науково-технічної, довідникової, нормативної та патентної літератури; – навички розробки моделей поведінки конструкційних матеріалів під дією факторів пожежі, у тому числі з використанням сучасної комп'ютерної техніки
Наукова діяльність за освітнім компонентом	Google Scholar: https://scholar.google.com.ua/citations?user=To_OTNIAAAAJ&hl=ru ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-9115-3453?lang=ru SCOPUS: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6507116874

Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться впродовж семестру у час та в кабінеті (аудиторії) за розкладом консультацій або у форматі відеоконференції у системі Zoom (посилання надається викладачем окремо). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета вивчення дисципліни: підготовка фахівців, здатних застосовувати знання законів термодинаміки і теплообміну для визначення методів та способів захисту об'єктів від небезпек техногенного характеру. Навчальна дисципліна «Термодинаміка і теплопередача» належить до обов'язкових компонентів освітньо-професійної програми «Техногенно-

екологічна безпека» і являється базисною для професійних дисциплін в навчальному плані підготовки здобувачів за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	<i>обов'язкова професійна</i>	<i>обов'язкова професійна</i>
Рік підготовки		2023-2024
Семестр		3
Обсяг дисципліни:		
- в кредитах ЄКТС		3
- кількість модулів		2
- загальна кількість годин		90
Розподіл часу за навчальним планом:		
- лекції (годин)		2
- практичні заняття (годин)		2
- семінарські заняття (годин)		
- лабораторні заняття (годин)		2
- курсовий проект (робота) (годин)		
- інші види занять (годин)		
- самостійна робота (годин)		84
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)		
- підсумковий контроль		Диф. залік

Передумови для вивчення дисципліни

Термодинаміка і теплопередача це базова навчальна дисципліна. Вивчення курсу ґрунтується на знаннях з фізики, та вищої математики отриманих у закладах середньої освіти та на 1-му курсі.

Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми Техногенно-екологічна безпека, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	ПРН
Обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій	ПР06

відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.	
Дисциплінарні результати навчання	<i>аббревіатура</i>
Знати: фізичну сутність та основні закони передачі тепла теплопровідністю, конвекцією та випромінюванням; основні методики розрахунку теплових потоків і температур у стаціонарних умовах; методи розрахунку температурних полів у випадку нестаціонарної теплопровідності;	ДРН01

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, узагальнень, аналізу та синтезу	ЗК01
Здатність до попередження забруднення довкілля та кризових явищ і процесів.	СК10
Очікувані компетентності з дисципліни	<i>аббревіатура</i>
Здатність прогнозувати техногенну небезпечність процесів нагрівання речовин	ОКД01
Здатність аналізувати механізм дії заходів щодо запобігання техногенним небезпекам	ОКД02

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи термодинаміки.

Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки. Закони ідеальних газів.

Термодинамічна система. Основні параметри стану робочого тіла, їх розрахунок і вимір. Рівноважний та нерівноважний стан. Рівняння стану.

Умови ідеальності газу. Газові закони. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона - Менделєєва). Застосування газових законів при рішенні технічних задач.

Суміш речовин. Способи завдання складу суміші, співвідношення між масовими та об'ємними частками. Суміш ідеальних газів. Закон Дальтона. Обчислення параметрів стану компонентів суміші газів та суміші в цілому.

Теплоємність. Масова, об'ємна та молярна теплоємності. Теплоємність при постійному об'ємі та тиску. Середня та дійсна теплоємності. Теплоємність суміші робочих тіл.

Тема 1.2. Закони термодинаміки.

Перший закон термодинаміки. Теплота та робота як форми передачі енергії. Термодинамічний процес. Сутність першого закону термодинаміки.

Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Визначення роботи та теплоти через термодинамічні параметри стану. Внутрішня енергія. Ентальпія. Ентропія. P-v- та T-s-діаграми. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку.

Другий закон термодинаміки. Сутність другого закону термодинаміки.

Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.

Ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний процеси, їх визначення та реалізація. Зображення в P-v- та T-s-координатах. Зміна основних параметрів стану в ході процесу.

Тема 1.4. Термодинаміка рідин пари.

Властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові діаграми речовин. Процеси пароутворення в P-v- і T-s-діаграмах. Термодинамічні P-v-, T-s- та i-z-діаграми водяної пари. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пари.

Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.

Основні положення термодинаміки процесів витікання. Рівняння витікання. Швидкість та секундна витрата рідини (газу) при витіканні. Критичне відношення тисків. Розрахунок швидкості витікання та масової витрати для критичного режиму.

Дроселювання газів і пари.

Модуль 2. Теплопередача.

Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу. Стаціонарна теплопровідність.

Предмет і завдання теорії теплообміну. Основні поняття та визначення. Види переносу теплоти: теплопровідність, конвекція та випромінювання. Складний теплообмін. Актуальні задачі, які вирішуються з використанням законів теплообміну.

Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Механізм передачі теплоти у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. Диференціальне рівняння теплопровідності. Коефіцієнт температуропровідності.

Рішення рівняння стаціонарної теплопровідності для одношарової та багатошарової плоскої або циліндричної стінки.

Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.

Основні поняття та визначення. Рівняння Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.

Основи теорії подібності. Основні визначення. Умови подібності фізичних явищ. Перетворення подібності. Критерії подібності (Нусельта, Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля). Фізичний зміст основних критеріїв подібності. Критеріальні рівняння. Застосування результатів теорії подібності.

Тепловіддача при вільній конвекції. Тепловіддача в необмеженому об'ємі: ламінарна та турбулентна конвекція у вертикальних поверхнях;

тепловіддача на горизонтальній плоскій поверхні; тепловіддача горизонтально розміщеного циліндру. Критеріальні рівняння. Теплообмін при вільній конвекції в обмеженому об'ємі. Розрахунок тепловіддачі крізь тонкі прошарки рідини та газу.

Тепловіддача при вимушеному русі рідини вдовж плоскої поверхні, тепловіддача при вимушеному русі рідини у трубах; тепловіддача при поперечному омиванні труб: рішення задач засобами теорії подібності.

Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.

Теплообмін при кипінні. Механізм процесу теплообміну при бульбашковому та плівковому режимах кипіння. Криза кипіння. Розрахункові рівняння для визначення коефіцієнту тепловіддачі. Питання безпеки приладів і апаратів, у яких реалізуються процеси кипіння рідин.

Теплообмін при конденсації. Плівкова та краплинна конденсація.

Тема 2.4. Променистий теплообмін.

Загальні поняття та визначення; тепловий баланс променистого теплообміну. Закони теплового випромінювання: Планка, Стефана-Больцмана, Віна, Кірхгофа, Ламберта. Теплообмін випромінюванням поміж тілами, що розділені прозорим середовищем; коефіцієнт опромінювання. Захист від випромінювання. Теплові екрани. Умова пожежної безпеки по променистому потоку. Розрахунок безпечної відстані від факелу полум'я.

Випромінювання газів. Особливості випромінюванням та поглинання у газовому середовищі.

Тема 2.5. Теплопередача

Теплопередача, як результат послідовних елементарних процесів передачі тепла. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача крізь плоскі, циліндричні, ребристі одно- та багат шарові стінки.

Тема 2.6. Нестационарна теплопровідність.

Нестационарний процес теплопровідності. Способи рішення задач нестационарної теплопровідності. Задача теплопровідності в узагальнених змінних (критерії Біо, Фур'є). Нестационарний процес теплопровідності в тілах кінцевих розмірів.

Методика розв'язання задач прогріву напівобмеженого тіла при стаціонарних граничних умовах 1-го, 2-го, 3-го роду.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:

Назви модулів і тем	Заочна (дистанційна)					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	Поточний контроль	
3- й семестр						
Модуль 1 Основи термодинаміки.						
Тема 1.1.	10	1			9	

Основні поняття та визначення термодинаміки. Закони ідеальних газів						
Тема 1.2. Закони термодинаміки	10				10	
Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.	4				4	
Тема 1.4. Термодинамічні властивості рідин та пари.	2				2	
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання газів та пари.	4				4	
Підсумкова модульна контрольна робота						
Разом за модулем 1	30	1			29	
Модуль 2 Теплопередача						
Тема 2.1. Основні поняття теплопередачі. Стаціонарна теплопровідність.	6	1	2		3	
Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.	14			2	12	
Тема 2.3. Теплообмін при зміні агрегатного стану рідини.	4				4	
Тема 2.4. Процеси теплопередачі	10				10	
Тема 2.5. Променистий теплообмін.	12				12	
Тема 2.6. Нестаціонарна теплопровідність.	14				14	
Підсумкова						

модульна контрольна робота						
Разом за модулем 2	60	1	2	2	55	
Разом	90	2	2	2	84	

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.1. Теплопровідність крізь одношарові стінки.	2
	Разом	2

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.2. Отримання коефіцієнту тепловіддачі у випадку вільної конвекції повітря навколо горизонтальної труби.	2
	Разом	2

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань (за наявності)

1. Розрахунок параметрів газів у основних термодинамічних процесах (тема 1.3).
 2. Розрахунок витікання з утворенням вибухонебезпечної суміші (тема 1.5).
 3. Розрахунок параметрів процесів стаціонарної теплопередачі крізь багатшарову стінку (тема 2.4).
 4. Розрахунок максимальної довжини рукавної лінії (тема 2.2).
 5. Розрахунок параметрів процесу прогріву плити (тема 2.6).
- Завдання 1, 2 утворюють розрахункову роботу 1 (РР-1), завдання 3-5 утворюють розрахункову роботу 2 (РР-2).

Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: диференційний залік, стандартизовані тести; письмова відповідь на ряд питань або задач за темою розділу по варіантах; виконання письмових контрольних завдань, усне опитування на лекціях, практичних та лабораторних заняттях.

Критерії оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі індивідуального опитування, виконання письмових завдань

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку.

Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Вид навчальної роботи	Кількість	Максимальний бал за вид навчальної роботи	Загальна максимальна сума балів
I. Поточний контроль			
Модуль № 1	Лекції	0	0
	Лабораторні заняття*	0	5
	Практичні заняття	0	3
	Розрахункова робота 1*	1	20
Разом за модуль № 1			20
Модуль № 2	Лекції	1	0
	Лабораторні заняття*	1	5
	Практичні заняття	1	3
	Розрахункова робота 2*	1	20
Разом за модуль № 2			40
Разом за поточний контроль			60
II. Індивідуальна самостійна робота			0
III. Диф. залік			40
Разом за всі види навчальної роботи			100

*Пояснення:** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

Підсумкова оцінка формується з урахуванням результатів:

- поточного контролю роботи здобувача впродовж семестру;
- підсумкового контролю успішності.

Поточний контроль.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному та практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на заняттях та набутих навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 3 балів):

3 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

2 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом

і допустив деякі помилки

1 бал – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

0,5 бала – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на лабораторному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 5 балів):

5 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

3 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки

2 бали – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

1 бал – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Оцінка можлива також за рахунок перевірки окремих частин (задач) розрахункової роботи, яка побудована на задачах даного модуля. Викладачем оцінюється повнота розкриття питання (рішення задачі), цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення роботи, самостійність виконання.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні розрахункової роботи (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 (PP-1), (30) (PP-2) балів):

20 (30) балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади (повністю розв'язав задачу);

15 (25) балів – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки (задача вирішена в основному);

7 (12) балів – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми (розв'язок зроблено у вірному напрямку, але з суттєвими помилками);

3 (5) балів – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки (правильно зроблені окремі частини).

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Підсумковий контроль.

Критерії оцінювання знань здобувачів на диференційованому заліку (тесті): *(оцінюється в діапазоні від 0 до 40 балів):*

Тест на 50 питань з 4-ма варіантами відповіді (1 вірний).

40 балів – від 45 до 50 вірних відповідей;

30 балів – від 31 до 44 вірних відповідей;

20 балів – від 26 до 30 вірних відповідей;

10 балів – від 20 до 25 вірних відповідей;

0 – менше 20 вірних відповідей.

Перелік теоретичних питань для підготовки до диференційованого заліку

Модуль 1. Основи термодинаміки.

1. Робоче тіло. Термодинамічні параметри стану робочого тіла (температура, тиск, питомий об'єм).
2. Ідеальний та реальний газ. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва) та реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).
3. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона. Способи завдання складу суміші (молярні, масові, об'ємні частки), співвідношення між масовими та об'ємними частками. Середні параметри газової суміші: молярна маса, питома газова стала та густина суміші.
4. Теплоємність: визначення. Види теплоємності (питома масова, об'ємна, молярна), їх взаємозв'язок. Види теплоємності процесу (залежність теплоємності від виду термодинамічного процесу, зв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності).
5. Перший закон термодинаміки у замкненій термодинамічній системі: рівняння, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
6. Робота розширення: загальна розрахункова формула у P - V -змінних.
7. Ентальпія робочого тіла: визначення, одиниці виміру.
8. Ентропія системи, як функція стану робочого тіла: визначення поняття, зміст площини у T - s координатах.
9. Методика дослідження термодинамічних процесів ідеальних газів.
10. Ізотермічні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
11. Ізохорні процеси: визначення, формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
12. Ізобарні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
13. Адіабатні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.
14. Політропні процеси: визначення; формула в P - V -координатах у випадку ідеальних газів.

Модуль 2. Теплопередача

1. Тепловий потік: визначення, розмірність.
2. Поверхнева густина теплового потоку (питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
3. Лінійна густина теплового потоку (лінійний питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
4. Основні фізичні механізми передачі тепла: фізична сутність теплопровідності.
5. Рівняння теплопровідності (рівняння Фур'є) для плоскої однорідної

стінки: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.

6. Стаціонарна теплопровідність крізь багат шарову плоску стінку.

7. Суть конвекційного теплообміну та фактори, що його визначають. (Причини виникнення руху рідини, режими руху рідини, фізичні властивості рідини, форма та розмір поверхні теплопередачі).

8. Основне рівняння конвекційного теплообміну - закон Ньютона-Ріхмана (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.

9. Числа (критерії) подібності Нуссельта Nu , Рейнольдса Re , Грасгофа Gr : визначення через фізичні характеристики системи.

10. Тепловіддача при вільному русі рідини. Тепловіддача в обмеженому просторі.

11. Методика розрахунку коефіцієнта конвекційної тепловіддачі у випадку вільної конвекції.

12. Методика розрахунку коефіцієнта конвекційної тепловіддачі у випадку вимушеної конвекції.

13. Теплообмін при вимушеному русі рідини у трубах.

14. Тепловіддача при вимушеному поперечному омиванні труб та пучків труб.

15. Теплопередача: визначення явища. Основне рівняння теплопередачі: вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього. Вид коефіцієнта теплопередачі у випадку плоскої стінки.

16. Основні закони теплового випромінювання (Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта.)

17. Променистий теплообмін поміж плоско-паралельними тілами в прозорому середовищі.

18. Формула променистого теплового потоку випромінювання тіла у прозорому середовищі.

19. Променистий теплообмін поміж твердими тілами довільної форми, що розділені непоглинаючим середовищем.

20. Променистий теплообмін: розрахунок відстаней, безпечних у пожежному відношенні (визначення протипожежних розривів між будівлями та спорудами.).

21. Три елементарні види теплообміну. Складний теплообмін.

22. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 1-го, 2-го, 3-го роду.

23. Нагрівання тіла обмежених розмірів у середовищі при малих числах Біо.

24. Нагрівання необмеженої плоскої стінки, що омивається середовищем з постійною температурою: рівняння, граничні умови, параметри, що визначають рішення.

Політика викладання навчальної дисципліни

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня

підготовка до лабораторних та практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. З навчальною метою під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Література

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол № 11 від 28 червня 2023 р.)

https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/183_TEB_bak23.pdf

2. Рябова І.Б., Сайчук І.В., Шаршанов А.Я. Термодинаміка і теплопередача у пожежній справі. -Харків: АПБУ, 2002. -352 с.

3. Термодинаміка і теплопередача у цивільній безпеці: навч. посіб./ А.Я. Шаршанов, І.Б. Рябова. –Х.: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2013 –380 с.

4. Шаршанов А.Я., Сайчук І.Б. Термодинаміка і теплопередача. Методичні вказівки до вивчення курсу та контрольні завдання. -Харків: УЦЗУ, 2007. -165 с.

5. Шаршанов А.Я., Дзюбик А.Р., Лега А.Л., Сайчук І.В., Юзьків Т.Б. Термодинаміка і теплопередача у пожежній справі. Практикум. Лабораторні роботи. -Харків: УЦЗУ, 2007. -250 с.

6. Шаршанов А.Я., Трефілова Л.М. Термодинаміка і теплопередача. Довідник. -Харків: НУЦЗУ, 2017. -24 с.

7. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. Київ: Техніка, 2001. - 320 с.

Інформаційні ресурси

1. academy.apbu.edu.ua/rus/mbank/ (Електронний банк методичної літератури НУЦЗУ).

Розробник:

старший викладач кафедри СХХТ,
д.т.н., доцент



Андрій Шаршанов