

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ
КАФЕДРИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕРМОДИНАМІКА І ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»

циклу професійної (обов'язкової) підготовки
за освітньо-професійною програмою «Пожежна безпека»
підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
у галузі знань 26 «Цивільна безпека»
за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Рекомендовано кафедрою фізико-
хімічних основ розвитку та гасіння
пожеж на 2023-2024 навчальний рік
Протокол від «20»серпня року №16

Силабус розроблено відповідно Робочої програми навчальної
дисципліни «Термодинаміка і теплопередача»

2023 рік

Загальна інформація про дисципліну Анотація дисципліни

Дисципліна «Термодинаміка і теплопередача» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми «Пожежна безпека» для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Знання, отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача», сприяють розвитку професійного мислення здобувачів вищої освіти. Метою даного курсу є вивчення основних законів, які розкривають сутність процесів передачі теплової енергії і порядок застосування цих законів при розрахунках температурних режимів в умовах пожежі, теплових полів в елементах будівельних конструкцій і вогнестійкості будівельних конструкцій.

Здобувачі під час вивчення повинні отримати знання та уміння необхідні для подальшого вивчення загально-професійних дисциплін.

Курсанти та студенти повинні вивчити: фізичну суть передачі тепла теплопровідністю, конвекцію, випромінювання, основні закони теплопередачі, методики розрахунків задач термогазодинаміки при пожежі в приміщені, теплових потоків та вогнестійкості в елементах будівельних конструкцій.

Навчитися практично: визначати середню ізобарну теплоємність технічних рідин, коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів, коефіцієнта тепловіддачі поверхні при вільній конвекції повітря, ступеня чорноти тіла відносним методом, коефіцієнта температуропровідності піщаного бетону; і звичайно мати навички застосування отриманих знань.

Інформація про науково-педагогічних працівників

Загальна інформація	Кришталь Микола Андрійович, професор кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж факультету оперативно-рятувальних сил, кандидат психологічних наук, професор.
Контактна інформація	м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8а, кабінет № 416. Мобільний номер телефону – 0674725554.
E-mail	Kryshtal_mykola@chipb.org.in
Наукові інтереси	- термодинамічні процеси в різних речовинах та матеріалах.
Професійні здібності*	- професійні знання і значний досвід оцінювання параметрів поширення пожеж та принципів горіння.
Наукова діяльність за освітнім компонентом	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204843700 https://orcid.org/0000-0003-0701-4731 https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=Ec-PF-cAAAAJ
Загальна інформація	Змага Яна Василівна, доцент кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж факультету оперативно-

	рятувальних сил, кандидат технічних наук, доцент
Контактна інформація	м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8а, кабінет № 422. Мобільний номер телефону – 0636569065.
E-mail	zmaha_yana@chipb.org.in
Наукові інтереси	вогнестійкість будівельних конструкцій.
Професійні здібності	здатність робити навчальний матеріал доступним; творчість у роботі; педагогічно-вольовий вплив на здобувачів; здатність організувати колектив здобувачів; педагогічний такт; здатність зв'язати навчальний предмет з професійною діяльністю; спостережливість; педагогічна вимогливість.
Наукова діяльність за освітнім компонентом	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195069054 https://orcid.org/0000-0001-8389-9709 https://scholar.google.com.ua/citations?user=vGHCv-AAAAAJ&hl=uk

Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу.

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру що вівторок з 15.00 до 16.00 в аудиторії № 417. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета викладання дисципліни: підготовка фахівців, здатних застосовувати знання законів термодинаміки і теплообміну для визначення методів та способів захисту об'єктів від небезпечних чинників теплової природи та прогнозувати параметри зміни стану речовин внаслідок дії вражаючих чинників джерел пожежі.

Основні завдання вивчення дисципліни: навчити майбутніх фахівців застосовувати закони термодинаміки та теплопередачі для рішення питань, що пов'язані з дією чинників джерел надзвичайних ситуацій теплової природи.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти		
	очна (денна)	заочна (дистанційна)	заочна (дистанційна)
		2.10 р.н.	3.10 р.н.
Статус дисципліни	обов'язкова професійна		
Рік підготовки	2-й	2-й	2-й

Семестр	3	3	3
Обсяг дисципліни:			
- в кредитах ЄКТС	4	4	4
- кількість модулів	2	2	2
загальна кількість годин	120	120	120
Розподіл часу за навчальним планом:			
лекції (години)	20	6	6
практичні заняття (години)	30	4	4
семінарські заняття (години)			
лабораторні заняття (години)	10		
курсний проект (робота) (години)			
інші види занять (години)			
самостійна робота (години)	60	110	110
індивідуальні завдання (науково-дослідне) (години)	0	0	0
підсумковий контроль (диференціальний залік, екзамен)	екзамен	екзамен	екзамен

3. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Дисципліни, які мають бути вивчені раніше: ОК 07 Фізика, ОК 08 Вища математика.

Результати навчання, які повинні бути здобуті раніше: ПРН 03, ПРН 04, ПРН 22, ПРН 25.

4. Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Пожежна безпека» вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	ПРН
Знати властивості горючих речовин і матеріалів, механізм виникнення процесів горіння і вибуху; розраховувати параметри пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів та оцінювати особливості їх поведінки в умовах пожежі.	ПРН 05

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність оперувати характеристиками горючих речовин та матеріалів, розуміти механізм процесів горіння і вибуху, обставини, дії та процеси, що спричиняють виникненню пожежі та її розвитку.	ПК14

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Термодинаміка.

Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.

Основні поняття та визначення термодинаміки. Тиск, температура, об'єм, ентальпія, ентропія, внутрішня енергія, робота, кількість теплоти, теплоємність.

Література: [4] с.6-32, [2] с. 2-4.

Тема 1.2. Закони термодинаміки.

Закони ідеальних газів. Основні параметри стану робочого тіла. Газові суміші. Розрахунок характеристик газових сумішей.

Література: [4] с.33-41, [2] с. 5-8.

Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.

Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Підготовка до лабораторної роботи з визначення теплоємності повітря.

Література: [4] с.42-52, [2] с. 9-11.

Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.

Термодинамічні властивості рідин і пари. Термодинаміка рідин і пари: основні поняття та визначення. Визначення середньої ізобарної теплоємності технічних рідин. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану водяної пари. Розрахунок процесів із водяною парою.

Література: [4] с.53-75, [2] с. 12-15.

Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.

Термодинаміка процесів витікання газів та пари. Термодинаміка витікання газів. Використання законів витікання при рішенні задач безпеки. Розрахунок витікання з утворенням вибухонебезпечної суміші.

Література: [4] с.103-123, [2] с. 22-32.

Модуль 2. Теплопередача.

Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.

Поняття теплоємності речовин. Питома масова і об'ємна теплоємність. Температурна залежність теплоємності. Теплоємність речовин і будівельних матеріалів. Вплив теплоємності речовин на характер нагрівання будівельних матеріалів і конструкцій за умов пожежі. Поняття теплопровідності речовин. Механізм передачі тепла в твердих тілах, рідинах і газах. Стаціонарний і нестаціонарний режими теплопровідності. Закон теплопровідності Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Теплопровідність речовин і будівельних матеріалів. Температурна залежність коефіцієнту теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності.

Література: [4] с.124-132 с 20-26, [2] с. 32-42.

Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.

Основні поняття і визначення теплообміну конвекцією. Вплив умов руху рідини і її природи, геометрії і розташування тіл на інтенсивність теплообміну конвекцією. Закон Н'ютона. Коефіцієнт тепловіддачі (теплосприйняття). Диференціальне рівняння переносу тепла при теплообміні конвекцією. Умови однозначності. Основи теорії подібності. Подібність фізичних явищ. Критерії подібності і їх фізичний сенс. Перетворення подібності. Критеріальне рівняння теплообміну. Загальна методика розв'язання задач теплообміну конвекцією в пожежній справі та при вільному і вимушеному русі рідин.

Література: [4] с.144-201, [2] с. 87-105.

Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.

Теплообмін при кипінні. Механізм процесу теплообміну при бульбашковому та плівковому режимах кипіння. Криза кипіння. Теплообмін при конденсації. Тепловіддача при конденсації чистої пари. Вплив домішок газів, що не конденсуються, на тепловіддачу.

Література: [4] с.132-144.

Тема 2.4. Променистий теплообмін.

Основні поняття і визначення променевого теплообміну. Основні закони променевого теплообміну: Стефана - Больцмана, Віна, Кірхгофа, Ламберта. Променивий теплообмін між тілами. Коефіцієнт опромінення. Методика розв'язання задач променевого теплообміну в пожежній справі. Випромінювання факела полум'я при пожежі. Методика розрахунку безпечної в пожежному відношенні відстані до факела полум'я. Теплові екрани і особливості їх розрахунку в пожежній справі.

Література: [4] с. 214-250, 293-294 [2] с. 105-133, 156-163.

Тема 2.5. Теплопередача.

Загальні поняття і визначення теплопередачі. Коефіцієнти теплопередачі. Повний термічний опір теплопередачі. Рівняння теплопередачі через одношарову і багатошарову плоску і циліндричну стінку. Теплообмін при одночасній дії конвекції і опромінення. Методика розв'язання задач теплопередачі в пожежній справі.

Література: [4] с. 250-267, 310-324, [2] с. 133-141.

Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.

Основні термодинамічні процеси. Основні термодинамічні процеси ідеальних газів. Розрахунок параметрів газів у основних термодинамічних процесах. Розрахунок зміни термодинамічних параметрів у основних термодинамічних процесах.

Література: [4] с.76-103, [2] с. 16-22.

Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.

Коефіцієнт температуропровідності. Вплив температуропровідності будівельних матеріалів на характер розповсюдження тепла в елементах будівельних конструкцій за умов пожежі. Вогнестійкість - поняття і визначення. Провідні задачі розрахунку межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Вогнестійкість конструкцій і задачі нестационарної теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Пряма задача розв'язання диференціального рівняння теплопровідності: розрахунок зміни температурних полів в елементах будівельних конструкцій. Зворотня задача розв'язання диференціального рівняння теплопровідності: розрахунок межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Методика розв'язання прямої і зворотної задачі для напівобмеженого, плоского і циліндричного тіла при граничних умовах першого, другого, третього роду і стандартному температурному режимі. Критерії Біо і Фур'є.

Поняття про чисельні методи розв'язання диференціального рівняння теплопровідності. Метод кінцевих різниць і його застосування при розрахунку меж вогнестійкості будівельних конструкцій простої форми.

Література: [4] с.267-310.

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

Назви модулів і тем	Очна (денна) форма здобуття освіти					
	кількість годин					
	усього	у тому числі				
Лекція		Практичне заняття	Лабораторне заняття	Індивідуальні заняття	Самостійна робота	
1	120	20	30	10	0	60
3 –й семестр						
Модуль 1. Термодинаміка.						
Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.	4	2	0	0	0	2
Тема 1.2. Закони термодинаміки.	8	2	2	2	0	2
Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси	8	0	2	2	0	4
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	10	2	2	0	0	6
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	4	0	0	0	0	4
Модульна контрольна робота	2	0	2	0	0	0
Разом за модулем 1.	36	6	8	4	0	18
3-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача.						
Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	10	2	2	0	0	6
Тема 2.2. Конвективний	12	2	4	2	0	4

теплообмін.						
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.	6	0	2	0	0	4
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	16	2	4	2	0	8
Тема 2.5. Теплопередача.	14	2	4	2	0	6
Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	6	2	0	0	0	4
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	18	4	4	0	0	10
Модульна контрольна робота	2	0	2	0	0	0
Разом за модулем 2.	84	14	22	6	0	42

Назви модулів і тем	Заочна (дистанційна) форма здобуття освіти					
	усього	кількість годин				
		у тому числі				
	Лекції	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Індивідуальне заняття	Самостійна робота	
1	120	6	4	0	0	110
3-й семестр						
Модуль 1. Термодинаміка.						
Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.	8	0	0	0	0	8
Тема 1.2. Закони термодинаміки.	10	2	0	0	0	8
Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси	12	0	2	0	0	10
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	8	0	0	0	0	8
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	8	0	0	0	0	8
Разом за модулем 1.	46	2	2	0	0	42
3-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача.						
Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	12	2	0	0	0	10
Тема 2.2. Конвективний теплообмін.	10	0	2	0	0	10
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні на конденсації.	8	0	0	0	0	8
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	12	2	0	0	0	10
Тема 2.5. Теплопередача.	14	0	0	0	0	12
Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	8	0	0	0	0	8
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	10	0	0	0	0	10
Разом за модулем 2	74	4	2	0	0	68

Теми лекційних занять для денної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<p>Тема 1.1. Заняття 1.1./1. Основні поняття термодинаміки. Закони ідеальних газів.</p> <p>1. Основні параметри стану робочого тіла, їх розрахунок і вимір.</p> <p>2. Газові закони. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона - Менделєєва).</p> <p>3. Суміш ідеальних газів. Обчислення параметрів стану компонентів суміші газів та суміші в цілому. Теплоємність. Масова, об'ємна та молярна теплоємність.</p>	2
2	<p>Тема 1.2. Заняття 1.2./1. Основні закони термодинаміки.</p> <p>1. Перший закон термодинаміки.</p> <p>2. Другий закон термодинаміки. Поняття ентропії та ентальпії.</p> <p>3. Третій закон термодинаміки.</p>	2
3	<p>Тема 1.4. Заняття 1.4./1 Термодинаміка рідин пари.</p> <p>1. Фазові діаграми речовин. Процеси пароутворення в P-V, T-S діаграми.</p> <p>2. Термодинамічні таблиці води та водяної пари.</p> <p>3. Термодинамічні P-V, T-S діаграми водяної пари. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пару.</p>	2
4	<p>Тема 2.1. Заняття 2.1./1. Основні поняття теплопереносу.</p> <p>1. Стаціонарна теплопровідність. Основні поняття та визначення теорії теплообміну.</p> <p>2. Види переносу теплоти: теплопровідність, конвекція та випромінювання. Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. Закон Фур'є.</p> <p>3. Механізм передачі теплоти у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. Рішення рівняння стаціонарної теплопровідності для одношарової та багатошарової плоскої та циліндричної стінки.</p>	2
5	<p>Тема 2.2. Заняття 2.2./1. Конвективний теплообмін.</p> <p>1. Основні поняття і закони конвекційного теплообміну. Рівняння Ньютона – Ріхмана.</p> <p>2. Природа теплообміну конвекцією.</p> <p>3. Коефіцієнт тепловіддачі (теплосприйняття).</p> <p>4. Поняття про теорію подібності фізичних явищ та її застосування для розв'язування задач Критерії подібності.</p>	2
6	<p>Тема 2.4. Заняття 2.4./1. Променистий теплообмін.</p> <p>1. Природа променевого теплообміну.</p> <p>2. Основні закони випромінювання і поглинання.</p>	2

	3.Променевий теплообмін між нескінченно-плоскопаралельними пластинами.	
7	Тема 2.5. Заняття 2.5./1. Теплопередача. 1. Поняття теплопередачі. Передача тепла через плоску одношарову стінку. 2. Передача тепла через плоску багатошарову стінку. 3. Критичний діаметр теплової ізоляції. 4. Класифікація та принципи роботи теплообмінних апаратів.	2
8	Тема 2.6. Заняття 2.6./1. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні. 1. Методика опису пожежі в приміщенні. 2. Польовий, інтегральний та зональні способи опису. 3.Рівняння пожежі. Газообмін приміщення з навколишнім середовищем.	2
9	Тема 2.7. Заняття 2.7./1. Нестационарні процеси передачі тепла. 1. Поняття нестационарної теплопровідності. 2. Диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності. 3. Вогнестійкість будівельних конструкцій.	2
10	Тема 2.7. Заняття 2.7./3. Граничні умови. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов різного роду. 1. Поняття граничних умов. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов 1-го роду. 2. Методика розрахунку нестационарної теплопровідності для граничних умов 2-го роду. 3. Методика розрахунку нестационарної теплопровідності для граничних умов 3-го роду. 4. Методика розрахунку нестационарної теплопровідності при стандартному температурному режимі. Рівняння Яковлєва.	2

Теми лекційних занять для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.2. Заняття 1.2./1 Закони термодинаміки. 1. Основні термодинамічні процеси ідеальних газів. 2. Розрахунок параметрів газів у основних термодинамічних процесах. 3. Розрахунок зміни термодинамічних параметрів у основних термодинамічних процесах. 4. Основні закони термодинаміки.	2
2	Тема 2.1. Заняття 2.1. /1. Основні поняття теплопереносу.	2

	<p>1. Стаціонарна теплопровідність. Основні поняття та визначення теорії теплообміну.</p> <p>2. Види переносу теплоти: теплопровідність, конвекція та випромінювання. Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. Закон Фур'є.</p> <p>3. Механізм передачі теплоти у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. Рішення рівняння стаціонарної теплопровідності для одношарової та багатошарової плоскої та циліндричної стінки.</p>	
3	<p>Тема 2.4. Заняття 2.4./1. Променистий теплообмін.</p> <p>3. Природа променевого теплообміну.</p> <p>4. Основні закони випромінювання і поглинання.</p> <p>3.Променевий теплообмін між нескінченно-плоскопаралельними пластинами.</p>	2

Теми практичних занять для денної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.2. Заняття 1.2./2. Основи трьох законів термодинаміки.	2
2	Тема 1.3. Заняття 1.3./1. Поняття газових сумішей та способи завдання складу сумішей.	2
3	Тема 1.4. Заняття 1.4./2. Основні термодинамічні процеси водяної пари. Розв'язування задач.	2
4	Модульна контрольна робота №1.	2
5	Тема 2.1. Заняття 2.1./2. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для одношарової та багатошарової плоскої стінок.	2
6	Тема 2.2. Заняття 2.2./2. Математична постановка задач конвективної тепловіддачі.	2
7	Тема 2.2. Заняття 2.2./3. Теорія подібності фізичних явищ. Критерії подібності та критеріальні рівняння.	2
8	Тема 2.3.Заняття 2.3./1. Питання пожежної безпеки при конденсації пари та кипінні рідини.	2
9	Тема 2.4. Заняття 2.4./2. Методика розрахунку безпечної в пожежному відношенні відстані до факела полум'я.	2
10	Тема 2.4. Заняття 2.4./3. Теплові екрани. Визначення безпечних відстаней для роботи підрозділів.	2
11	Тема 2.5. Заняття 2.5./2. Теплообмін при одночасній дії конвекції і опромінення.	2
12	Тема 2.5. Заняття 2.5./3. Методика розв'язання задач	2

	теплопередачі в пожежній справі.	
13	Тема 2.7. Заняття 2.7./2. Вогнестійкість будівельних конструкцій. Розв'язування задач	2
14	Тема 2.7. Заняття 2.7./4. Методика розрахунку температурного поля в плоскій стінці за умов реальної пожежі методом кінцевих різниць.	2
15	Модульна контрольна робота №2.	2

Теми практичних занять для заочної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.3. Заняття 1.3./1. Поняття газових сумішей та способи завдання складу сумішей.	2
2	Тема 2.2. Заняття 2.2./1. Конвективний теплообмін. 1. Основні поняття і закони конвекційного теплообміну. Рівняння Ньютона – Ріхмана. 2. Природа теплообміну конвекцією. 3. Коефіцієнт тепловіддачі (теплосприйняття). 4. Поняття про теорію подібності фізичних явищ та її застосування для розв'язування задач Критерії подібності.	2

Теми лабораторних занять для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.2. Заняття 1.2./3. Визначення середньої ізобарної теплоємності технічних рідин.	2
2	Тема 1.3. Заняття 1.3./2. Визначення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів відносним методом .	2
3	Тема 2.2. Заняття 2.2./4. Визначення коефіцієнта тепловіддачі поверхні при вільному русі повітря.	2
4	Тема 2.4. Заняття 2.4./4. Визначення сталої випромінювання тіла та ступеня чорноти відносним методом.	2
5	Тема 2.5. Заняття 2.5./4. Дослідження теплопередачі через плоску стінку при нагріванні граничних умов другого роду.	2

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість год. Денна/заочна
1	Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.	2/8
2	Тема 1.2. Закони термодинаміки.	2/8
3	Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.	4/10
4	Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	6/8
5	Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	4/8
6	Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	6/10
7	Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.	4/10
8	Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.	4/8
9	Тема 2.4. Променистий теплообмін.	8/10
10	Тема 2.5. Теплопередача.	6/12
11	Тема 2.6. Термодинамічний аналіз	4/8
12	Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	10/10
	Разом	60/110

Форми та методи навчання і викладання

Вивчення навчальної дисципліни реалізується в таких формах: навчальні заняття за видами, виконання індивідуальних завдань (якщо є), консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

- методи навчання за джерелами набуття знань: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація, спостереження); практичні методи навчання (практична робота);
- методи навчання за характером логіки пізнання: аналітичний; індуктивний;
- методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається: проблемний виклад; дослідницький;
- інноваційні методи навчання: робота з навчально-методичною літературою; навчання з використанням технічних ресурсів; інтерактивні методи; методи організації навчального процесу, що формують соціальні навички;
- самостійна робота.

7. Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засоби оцінювання

Засоби оцінювання та методам демонстрування результатів навчання є:

- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних завдань;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах (конференціях, семінарах тощо);
- екзамен.

90-100 балів – в повному обсязі здобувач володіє навчальним матеріалом;

80-89 бали – достатньо повно володіє навчальним матеріалом;
 65-79 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом;
 55-64 балів – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом;
 50-54 балів – частково володіє навчальним матеріалом;
 35-49 балів – не володіє навчальним матеріалом.

Оцінювання результатів навчання з дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» здійснюється за накопичувальною бально-рейтинговою системою, основною метою якої є регулярна й комплексна оцінка результатів навчальної діяльності та сформованості компетентностей.

Оцінювання компетентностей здобувачів здійснюється з використанням трьох шкал:

- перша – національна (традиційна) – 4-бальна (чотирибальна);
- друга – рейтингова шкала оцінювання – ЄКТС;
- третя – накопичувальна шкала – 100-бальна.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами з навчальної дисципліни

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
90-100	A	відмінно
80-89	B	добре
65-79	C	
55-64	D	задовільно
50-54	E	
35-49	FX	незадовільно
1-34	F	

Критерії оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі фронтального та індивідуального опитування, виконання письмових завдань, контрольної роботи.

Підсумковий контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі екзамену

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

Денна форма навчання

Вид навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами

				навчальних занять
1. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	3	0,9	2,7
	практичні заняття	3	2	6
	лабораторні заняття	2	3	6
	модульна робота	1	5	5
Разом за модуль 1				19,7
Модуль 2	лекції	7	0,9	6,3
	практичні заняття	10	2	20
	лабораторні заняття	3	3	9
	модульна робота	1	5	5
Разом за модуль 2				40,3
2. Підсумковий контроль (екзамен, диференціальний залік, курсовий проєкт)				
Екзамен				40
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

Заочна форма навчання

Вид навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
1. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	1	1	1
	практичні заняття	1	8	8
Разом за модуль 1				9
Модуль 2	лекції	2	1	2
	практичні заняття	1	9	9
	Контрольна робота	1	40	40
Разом за модуль 2				51
2. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)				
3. Підсумковий контроль (екзамен, диференціальний залік, курсовий проєкт)				
Екзамен				40
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

Поточний контроль.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті:

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за

результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 2 балів):

2 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом, орієнтуються в темі та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

1 бал – здобувач частково володіє матеріалом та може окреслити лише деякі проблеми теми;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання або поверхово розкрив лише окремі положення при цьому допустив суттєві помилки.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, логіка викладання, культура мови, емоційність та переконаність, використання основної та додаткової літератури (підручників, навчальних посібників, тощо), аналітичні міркування, вміння робити порівняння, висновки.

Доповнення виступу:

1 бали – отримують здобувачі вищої освіти, які глибоко володіють матеріалом, чітко визначили його зміст; зробили глибокий системний аналіз змісту виступу, виявили нові ідеї та положення, що не були розглянуті, але суттєво впливають на зміст доповіді, надали власні аргументи щодо основних положень даної теми.

Суттєві запитання до доповідачів:

1 бали - отримують здобувачі вищої освіти, які своїм запитанням до виступаючого суттєво і конструктивно можуть доповнити хід обговорення теми.

Бали отримані здобувачем вищої освіти за результатами поточного контролю з дисципліни викладач оголошує в кінці кожного практичного заняття та виставляє в Журнал обліку роботи академічної групи.

Сумарна кількість отриманих балів з кожного виду навчальної діяльності здобувача вищої освіти за різними формами поточного контролю виставляється викладачем у Журнал обліку роботи академічної групи.

Сума балів, яку накопичив здобувач вищої освіти в результаті поточного навчання є складовою загальної підсумкової оцінки з дисципліни відповідно до виду підсумкового контролю.

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

3 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Граматично і стилістично без помилок оформлений звіт;

2 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

1 бали – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

Викладачем оцінюється повно та розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність формлення письмової роботи, самостійність виконання.

Максимальна кількість балів за поточний контроль складає 60 балів.

Здобувачу, який не набрав прохідного мінімуму (50 балів) з навчальної дисципліни, за дозволом викладача, надається можливість здачі пройденого матеріалу для отримання необхідної кількості балів з поточного контролю шляхом виконання запланованих у силабусі завдань, які не були ним/нею попередньо виконані або були виконані незадовільно.

У разі невиконання здобувачем жодного із обов'язкових видів навчальної діяльності (робіт), зазначених у силабусі освітньої компоненти / навчальної дисципліни, його результат оцінюється у «0» балів.

Здобувач не допускається до складання екзамену, якщо кількість балів, одержаних за поточний контроль протягом семестру становитиме менше 25 балів.

При наявності «непрохідного мінімуму» поточного контролю напередодні екзамену викладач подає доповідну декану факультету про недопуск здобувача, про що видається розпорядження і здобувач не допускається до складання екзамену як такий, що не виконав індивідуальний навчальний план. Відмітка про недопуск у заліковій/екзаменаційній відомості робиться за наявності розпорядження декана. На дату складання екзамену, здобувачу на екзамені виставляється «не допущений».

Модульна контрольна робота є складовою поточного контролю і здійснюється через проведення аудиторної письмової роботи під час проведення останнього практичного заняття в модулі.

Час та місце проведення модульного контролю визначається викладачем за погодженням з навчальним відділом.

Форми проведення модульного контролю, система та критерії оцінювання зазначаються у робочій програмі навчальної дисципліни та у даному документі.

При модульному контролі оцінюванню підлягають: розуміння та засвоєння певного матеріалу; вироблення навичок проведення розрахункових робіт; вміння вирішувати конкретні задачі та ситуаційні вправи, самостійно опрацьовувати тексти, здатність публічно чи письмово подати пройдений матеріал.

До виконання модульного контролю здобувач вищої освіти допускається незалежно від результатів поточного контролю.

Сума балів, яку накопичив здобувач вищої освіти за результатами виконання модульних контрольних робіт є складовою загальної підсумкової оцінки з дисципліни відповідно до виду підсумкового контролю.

Результати модульного контролю виставляються викладачем у Журнал обліку роботи академічної групи.

Максимальна сумарна кількість балів за модульний контроль складає 10 балів.

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

5 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Граматично і стилістично без помилок оформлений звіт;

4-3 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

2-1 бали – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

Підсумковий контроль.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені:

Підсумковий контроль проводиться для оцінювання результатів навчання здобувача вищої освіти за семестр і має за мету виявити рівень засвоєння ним навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до підсумкового контролю у разі набрання ним за результатами поточного та модульного контролю не менше 50 балів.

Формами підсумкового контролю - екзамен.

Екзамен - форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку засвоєння здобувачем вищої освіти теоретичного та практичного програмного матеріалу з окремої навчальної дисципліни, шляхом виконання екзаменійних завдань.

Підсумковий контроль може проводитись в письмовій та/або в усній формі, а також з застосуванням засобів електронного зв'язку за умов ідентифікації здобувача вищої освіти.

Сума балів, яку отримав здобувач вищої освіти за екзамен є складовою загальної підсумкової оцінки з дисципліни та складає 40 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни розраховується як сума балів отриманих за результатами поточного, модульного та підсумкового контролю.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється від 0 до 40 балів):

40 -35 балів – в повному обсязі здобувач володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання, правильно розв'язав задачу з повним дотриманням вимог до виконання;

34 -29 балів – достатньо повноволодіє навчальним матеріалом, в основному розкрито зміст теоретичного питання. При наданні відповіді на деякі питання не вистачає достатньої глибини та аргументації, при цьому є несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішені три завдання;

28- 23 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішені два завдання;

22-17 балів – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Недостатньо розкриті зміст теоретичного питання та практичного завдання, допускаючи при цьому суттєві неточності. Правильно вирішене одне завдання, інші – частково;

16-11 балів – частково володіє навчальним матеріалом, відповіді загальні, допущено при цьому суттєві помилки. Частково вирішення завдання;

10-0 балів – не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичного питання та практичних завдань. Не вирішив жодного завдання.

Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:

Модуль 1. Термодинаміка.

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, ізохорні, ізобарні, адіабатні, 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 стаціонарної 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: рівняння теплового потоку крізь 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 НьютонаРіхмана (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.
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 (закони СтефанаБольцмана, Кирхгофа, Ламберта).
- 17.Формула променистого теплового потоку випромінювання тіла у прозорому середовищі.
18. Променистий теплообмін: розрахунок відстаней, безпечних у пожежному відношенні.
19. Три елементарні види теплообміну. Складний теплообмін.
20. Нестационарна теплопровідність: рівняння, фізична сутність граничних умов 1-го, 2-го, 3-го роду.
- 21.Нагрівання тіла обмежених розмірів у середовищі при малих числах Біо.
22. Нагрівання тіл обмежених розмірів у середовищі при довільних числах Біо: визначення температури прогріву за заданий час, або розрахунок часу нагріву до заданої температури.
23. Нагрівання напівобмеженого тіла за граничних умов 1-го або 3-го роду

8. Політика викладання навчальної дисципліни

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних та лабораторних 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. Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в дистанційному режимі за погодженням із керівником курсу та презентувати виконані завдання під час консультації викладача.

4. З навчальною метою під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача. За використання телефонів і комп'ютерних засобів без дозволу викладача, порушення

дисципліни студент отримує за заняття 0 балів і зобов'язаний відпрацювати таке заняття.

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

6. Порушення Кодексу академічної доброчесності є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності означає, що вся робота на екзамені має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх участі в роботі.

Засоби впровадження освітньої діяльності.

Установка для визначення коефіцієнта опромінення – 1 шт.; установка для визначення теплоємності технічних рідин – 1 шт.; установка для вивчення коефіцієнта теплопровідності – 2 шт.; установка для вивчення тепловіддачі в процесі вільної конвекції повітря – 1 шт.; установка для визначення ступеня чорноти – 1 шт.; установка для визначення коефіцієнта температуропровідності – 2 шт.

9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базова:

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека», спеціалізацією «Пожежна безпека»

2. О.М. Нуянзін, М.А. Кришталь, Д.О. Кришталь, Є.О. Тищенко Основи термодинаміки і теплопередачі для рятувальників – Черкаси: ЧПБ, 2017. – 166с

3. Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А. Методичні рекомендації для виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» для студентів заочної форми навчання, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільний захист»). -Черкаси: ЧПБ, 2020.. -45 с.

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

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

6. Лега А.Л., Термодинаміка і теплопередача у пожежній справі. Практикум. Лабораторні роботи. -Черкаси: ЧПБ, 2007. -89 с.

7. Термодинаміка : навч. посіб. / М.В. Холоменюк, В.І. Самуся ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун- т. – Д.: НГУ, 2017. – 106 с.

8. Технічна термодинаміка та теплопередача : навч. посіб. для студентів інженерних спеціальностей денної і заочної форм навчання /В.В. Малишев, В.В. Кретов, Т.М. Гладка – К., 2015. – 258 с.

Допоміжна

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

10. Основи термодинаміки в гірництві: Навч. посіб./М.Т. Бакка, І.С. Редчиць, В.С. Редчиць; Ін-т змісту і методів навчання. – Житомир, 2000.-210 с.

Інформаційні ресурси

Банк методичних і навчальних матеріалів ЧПБ [http: // academy. arbu.edu.ua / rus/mbank/](http://academy.arbu.edu.ua/rus/mbank/).

Розробники:

доцент кафедри фізико-хімічних
основ розвитку та гасіння пожеж
к. т. н., доцент

Яна ЗМАГА

професор кафедри фізико-хімічних
основ розвитку та гасіння пожеж
к. психол. н., професор

Микола КРИШТАЛЬ