

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 2024-2025 навчальний рік
Протокол від «29» 07. 2024 року №17

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

2024 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	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 вівторка 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	4	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	2	2
семінарські заняття (години)			
лабораторні заняття (години)	10		
курсний проект (робота) (години)			
інші види занять (години)			
самостійна робота (години)	60	112	112

індивідуальні завдання (науково-дослідне) (години)	0	0	0
підсумковий контроль (диференціальний залік, екзамен)	іспит	іспит	іспит

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
Пояснювати процеси впливу небезпечних чинників пожежі на навколишнє середовище; застосовувати теорії захисту людини, матеріальних цінностей і довкілля від впливу небезпечних чинників пожежі, знання математичних та природничих наук у сфері професійної діяльності.	ПРН 04
<i>Дисциплінарні результати навчання</i>	
Пояснювати процеси впливу небезпечних чинників пожежі на навколишнє середовище; застосовувати теорії захисту матеріальних цінностей від впливу небезпечних чинників пожежі, знання природничих наук у сфері професійної діяльності.	ДРН 04

- 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
<i>Очікувані компетентності з дисципліни</i>	
Здатність оперувати характеристиками горючих речовин та матеріалів, розуміти механізм процесів горіння, дії та процеси, що спричиняють виникненню пожежі та її розвитку.	ОПД 14

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи технічної 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: [2] с. 9-15, [7] с.4-25.

Тема 1.2. Основні термодинамічні процеси.

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

Література: [2] с. 15-18, [7] с.15-26.

Тема 1.3. Закони термодинаміки.

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

Література: [2] с. 18-22, [7] с.26-49.

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: [2] с. 25-31, [7] с.62-74.

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: [2] с. 34-39, [7] с.75-87.

Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі.

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: [2] с. 41-47, [7] с.124-142.

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: [2] с. 60-63, [7] с.144-189.

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: [7] с.201-213.

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: [2] с. 68-97, [7] с. 214-249.

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: [2] с. 102-106, 147-150; [7] с. 250-265, 310-324.

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: [2] с. 108-118, [7] с.104-124.

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: [2] с. 121-143, [7] с.267-310.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять (очна денна форма):

Назви модулів і тем	кількість годин за формами навчання					
	у тому числі					
	усього	Лекція	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Поточний контроль
4 –й семестр						
Модуль 1. Основи технічної термодинаміки.						
Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки	4	2	0	0	2	0
Тема 1.2. Основні термодинамічні процеси.	6	2	0	2	2	0
Тема 1.3. Закони термодинаміки	8	0	2	2	4	0
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пар	10	2	2	0	6	0
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання	6	0	2	0	4	0
Модульна контрольна робота	2	0	0	0	0	2
Разом за модулем 1.	36	6	6	4	18	2
4-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі						
Тема 2.1. Основні	10	2	2	0	6	0

поняття теплопереносу						
Тема 2.2. Конвективний теплообмін	12	2	4	2	4	0
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні на конденсації.	6	0	2	0	4	0
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	16	2	4	2	8	0
Тема 2.5. Теплопередача.	12	2	2	2	6	0
Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	8	2	2	0	4	0
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	18	4	4	0	10	0
Модульна контрольна робота	2	0	0	0	0	2
Разом за модулем 2.	84	14	20	6	42	2

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять (заочна диференціальна форма):

Назви модулів і тем	кількість годин за формами навчання					
	усього	у тому числі				
		Лекції	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Поточний контроль
3-й семестр						
Модуль 1. Основні поняття термодинаміки.						
Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.	9	0	0	0	9	0
Тема 1.2. Основні термодинамічні процеси	11	2	0	0	9	0
Тема 1.3. Закони термодинаміки.	9	0	0	0	9	0
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	9	0	0	0	9	0
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	9	0	0	0	9	0
Разом за модулем 1.	47	2	0	0	45	0
3-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі.						
Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	11	2	0	0	9	0
Тема 2.2. Конвективний теплообмін.	9	0	0	0	9	0
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні на конденсації.	9	0	0	0	9	0
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	11	0	0	0	11	0
Тема 2.5. Теплопередача.	11	2	0	0	9	0

Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	13	0	2	0	11	0
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	9	0	0	0	9	0
Разом за модулем 2	73	4	2	0	67	0

Теми лекційних занять для денної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Заняття 1.1./1. Основні поняття термодинаміки. Закони ідеальних газів. 1. Основні параметри стану робочого тіла, їх розрахунок і вимір. 2. Газові закони. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона - Менделєєва). 3. Суміш ідеальних газів. Обчислення параметрів стану компонентів суміші газів та суміші в цілому. Теплоємність. Масова, об'ємна та молярна теплоємність.	2
2	Тема 1.2. Заняття 1.2./1. Основні закони термодинаміки. 1. Перший закон термодинаміки. 2. Другий закон термодинаміки. Поняття ентропії та ентальпії. 3. Третій закон термодинаміки.	2
3	Тема 1.4. Заняття 1.4./1 Термодинаміка рідин пари. 1. Фазові діаграми речовин. Процеси пароутворення в P-V, T-S діаграми. 2. Термодинамічні таблиці води та водяної пари. 3. Термодинамічні P-V, T-S діаграми водяної пари. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пару.	2
4	Тема 2.1. Заняття 2.1./1. Основні поняття теплопереносу. 1. Способи теплообміну між теплофізичними системами. 2. Стационарна теплопровідність. Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. 3. Механізм теплопровідності у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. 4. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для різних конфігурацій стін. Закон Фур'є.	2
5	Тема 2.2. Заняття 2.2./1. Конвективний теплообмін. 1. Природа теплообміну конвекцією. 2. Основні поняття і закони конвекційного теплообміну. Рівняння Ньютона – Ріхмана. 3. Коефіцієнт тепловіддачі (теплосприйняття). 4. Поняття про теорію подібності фізичних явищ та її	2

	застосування для розв'язування задач Критерії подібності.	
6	Тема 2.4. Заняття 2.4./1. Променистий теплообмін. 1. Природа променевого теплообміну. 2. Основні закони випромінювання і поглинання. 3. Променистий теплообмін у різних середовищах та між тілами довільних форм. 4. Теплові екрани.	2
7	Тема 2.5. Заняття 2.5./1. Теплопередача. 1. Загальні положення. Поняття теплопередачі. 2. Передача тепла через різні конфігурації стін. 3. Критичний діаметр теплової ізоляції. 4. 4. Класифікація та принципи роботи теплообмінних апаратів.	2
8	Тема 2.6. Заняття 2.6./1. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні. 1. Вихідні положення задання параметрів. 2. Методика опису пожежі в приміщенні. 3. Пожежне навантаження приміщення. 4. Газообмін речовин, що обертаються в приміщенні з навколишнім середовищем.	2
9	Тема 2.7. Заняття 2.7./1. Нестационарні процеси передачі тепла. 1. Польові, інтегральні та зональні моделі пожеж. 2. Визначення безпечних відстаней за теплообміну випромінювання. 3. Поняття нестационарної теплопровідності. 4. Диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності. Поняття стандартного температурного режиму.	2
10	Тема 2.7. Заняття 2.7./3. Граничні умови. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов різного роду. 1. Вогнестійкість будівельних конструкцій. 2. Поняття граничних умов. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов 1-го роду. 3. Методика розрахунку нестационарної теплопровідності для граничних умов 2-го та 3-го роду. 4. Застосування аналітичних рішень рівняння теплопровідності у випадку стандартного температурного режиму. Рівняння Яковлева.	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. Перший закон термодинаміки. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. 2. Другий закон термодинаміки. Оборотні та необоротні процеси ентропії. 3. 3. Термодинамічні таблиці води та водяної пари.	2
2	Тема 2.1. Заняття 2.1./1. Основні поняття теплообміну. 5. Способи теплообміну між теплофізичними системами. 6. Стаціонарна теплопровідність. Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. 7. Механізм теплопровідності у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. 1. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для різних конфігурацій стін. Закон Фур'є.	2
3	Тема 2.5. Заняття 2.5./1. Теплопередача. 1. Загальні положення. Поняття теплопередачі. 2. Передача тепла через різні конфігурації стін. 3. Критичний діаметр теплової ізоляції. 4. Класифікація та принципи роботи теплообмінних апаратів.	2

Теми практичних занять для денної 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 1.4. Заняття 1.4./2. Основні термодинамічні процеси водяної пари. Розв'язування задач.	2
3	Тема 1.5. Заняття 1.5./1 Термодинамічні процеси витікання газів та пари.	2
4	Модульна контрольна робота №1.	2
5	Тема 2.1. Заняття 2.1./2. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для різних конфігурацій стін. Закон Фур'є.	2
6	Тема 2.2. Заняття 2.2./2. Теплообмін при повздовжньому обтіканні рідиною плоскої труби. Розрахункова робота.	4
7	Тема 2.3. Заняття 2.3./1. Питання пожежної безпеки при конденсації пари та кипінні рідини.	2
8	Тема 2.4. Заняття 2.4./2. Методика розрахунку безпечної в пожежному відношенні відстані до факела полум'я.	2
9	Тема 2.4. Заняття 2.4./3. Теплові екрани. Визначення безпечних відстаней для роботи підрозділів.	2

10	Тема 2.5. Заняття 2.5./2. Теплопередача. Методика розв'язання задач теплопередачі в пожежній справі.	2
11	Тема 2.6. Заняття 2.6./2. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщені.	2
12	Тема 2.7. Заняття 2.7./3. Вогнестійкість будівельних конструкцій. Розв'язування задач.	2
13	Тема 2.7. Заняття 2.7./4. Методика розрахунку температурного поля в плоскій стінці за умов реальної пожежі методом кінцевих різниць.	2
14	Модульна контрольна робота №2.	2

Теми практичних занять для заочної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.6. Заняття 2.6./2. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщені.	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./3. 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.	2/9
2	Тема 1.2. Основні термодинамічні процеси.	2/9
3	Тема 1.3. Закони термодинаміки.	4/9
4	Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	6/9
5	Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	4/9
6	Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	6/9
7	Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.	4/9
8	Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.	4/9
9	Тема 2.4. Променистий теплообмін.	8/11
10	Тема 2.5. Теплопередача.	6/9
11	Тема 2.6. Термодинамічний аналіз	4/11
12	Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	10/9
	Разом	60/112

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.

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	0,5	1,5
	практичні заняття	3	2,5	7,5
	лабораторні заняття	2	3	6
	модульна робота	1	10	10
Разом за модуль 1				25
Модуль 2	лекції	7	0,5	3,5
	практичні заняття	9	2,5	22,5
	лабораторні заняття	3	3	9
	модульна робота	1	10	10
Разом за модуль 2				45
Підсумковий контроль (екзамен, диференціальний залік, курсовий проект)				
іспит				30
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

Заочна форма навчання

Вид навчальних занять	Кількість	Максимальний бал за вид	Сумарна максимальна
-----------------------	-----------	-------------------------	---------------------

		навчальних занять	навчального заняття	кількість балів за видами навчальних занять
1. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	1	5	5
Разом за модуль 1				5
Модуль 2	лекції	2	5	10
	практичні заняття	1	15	15
	Контрольна робота	1	40	40
Разом за модуль 2				65
2. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)				
3. Підсумковий контроль (екзамен, диференціальний залік, курсовий проект)				
іспит				30
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:

0,5 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 оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

Максимальна кількість балів за поточний контроль складає 70 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 49 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 10 балів):

10-8 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Граматично і стилістично без помилок оформлений звіт;

7-4 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

3-1 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 - іспит.

Іспит - 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 іспит є складовою загальної підсумкової оцінки з дисципліни та складає 30 балів.

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

Критерії оцінювання знань здобувачів на іспиті (оцінюється від 0 до 30 балів):

30 -33 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;

32 -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. Основи технічної термодинаміки.

1. Перелічіть основні термодинамічні параметри робочого тіла і їх одиниці виміру, види тиску, їх зв'язок між собою, розмірності.
2. Охарактеризуйте рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва) та реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).
3. Перелічіть величини, що характеризують склад газових сумішей, їх визначення.
4. Запишіть рівняння стану ідеального газу для суміші газів і окремого компонента. Закон Дальтона. Способи завдання складу суміші (молярні, масові, об'ємні частки), співвідношення між масовими та об'ємними частками.
5. Перелічіть види теплоємності газів залежно від способу вираження кількості речовини (питома масова, об'ємна, молярна), їх взаємозв'язок.
6. Перелічіть види теплоємності газів залежно від способу підведення теплоти, їх відмінність і зв'язок (залежність теплоємності від виду термодинамічного процесу, зв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності).
7. Сформулюйте перший закон термодинаміки у замкненій термодинамічній системі: рівняння, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
8. Які існують режими конденсації пари на поверхні, чим вони визначаються?

9. Яка роль критерію Рейнольдса при розрахунку режиму течії плівки конденсату по вертикальній поверхні і інтенсивності теплообміну?
10. Структура рівняння для розрахунку теплообміну при краплинній конденсації пари. Залежність інтенсивності теплообміну від різниці температури пара-стінка.
11. Що таке «критичний радіус парової бульбашки», від чого він залежить? Умова існування парової бульбашки в рідині.
12. Які формулювання другого закону термодинаміки ви знаєте?
13. Що називають та як характеризується термічний ККД?
14. Розкрийте поняття ентальпія робочого тіла: визначення, одиниці виміру.
15. Розкрийте поняття ентропія системи, як функція стану робочого тіла: визначення поняття, зміст площини у T-s координатах.
16. Охарактеризуйте методику дослідження термодинамічних процесів ідеальних газів.
17. Розкрийте понятійну сутність термодинамічних процесів (ізотермічні, ізохорні, ізобарні, адіабатні, політропні): визначення; формула в P-V-координатах у випадку ідеальних газів.

Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі.

1. Розкрийте поняття тепловий потік: визначення, розмірність.
2. Сформулюйте суть поверхневої густини теплового потоку (питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
3. Сформулюйте суть лінійної густини теплового потоку (лінійний питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
4. Назвіть основні механізми передачі тепла. Надайте визначення процесів теплопровідність, тепловіддачі, теплопередачі.
5. Сформулюйте та запишіть гіпотезу рівняння стаціонарної теплопровідності (рівняння Фур'є).
6. Сформулюйте крайові умови рівняння Фур'є для граничних умов 1-го – 3-го роду.
7. Сформулюйте суть конвекційного теплообміну та фактори, що його визначають. (Причини виникнення руху рідини, режими руху рідини, фізичні властивості рідини, форма та розмір поверхні теплопередачі).
8. Сформулюйте основне рівняння конвекційного теплообміну - закон Ньютона Ріхмана (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
9. Розкрийте сутність числа (критерії) подібності Нуссельта Nu , Рейнольдса Re , Грасгофа Gr : визначення через фізичні характеристики системи.
10. Сформулюйте теорії подібності та тепловіддачі при вільному русі рідини і тепловіддачі в обмеженому просторі.
11. Який характер має течія рідини в прикордонному шарі на плоскій поверхні? Як оцінюється границя ламінарної течії?
12. Як змінюється товщина ламінарного прикордонного шару вздовж плоскій поверхні?
13. Дайте визначення локального та середнього по поверхні коефіцієнту тепловіддачі.

14. Як змінюється вздовж поверхні локальний коефіцієнт тепловіддачі при ламінарній течії в прикордонному шарі?
15. Напишіть структуру критеріального рівняння для розрахунку локального коефіцієнта тепловіддачі при ламінарній течії в прикордонному шарі? При турбулентній?
16. Як класифікують режими течії рідини в трубах?
17. Чим відрізняється течія рідини в трубі від течії у плоскій поверхні?
18. Чим відрізняється течія рідини в зігнутих трубах (змійовиках) від течії в прямих трубах? Як це впливає на розрахунки теплообміну?
19. Перерахуйте основні види променистих потоків. Дайте їх визначення.
20. Дайте визначення випромінювальної здатності, поглинальної, відбивної і пропускної здібностей.
21. Сформулюйте закони випромінювання чорного тіла (закони Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).
22. Дайте визначення «сірого тіла». Що таке інтегральний ступінь чорноти.
23. Сформулюйте закон Кирхгофа, слідство з цього закону, застосовність.
24. Запишіть щільність результуючого променистого потоку в системі двох нескінченних пластин. Що таке приведені ступінь чорноти?
25. Запишіть щільність результуючого випромінювання між газом і оболонкою.
26. У чому сенс поняття «ефективна довжина шляху променю». Як визначається ця величина?
27. Дайте визначення процесу дифузії. Що є рушійною силою цього процесу?
28. Назвіть основні типи теплообмінних апаратів. Їх особливості.
29. Розкрийте суть основних типів взаємного перебігу теплоносіїв в теплообмінних апаратах.
30. Сформулюйте поняття рівняння теплового балансу для теплообмінного апарату. Його особливості. Рівняння теплопередачі. Його особливості при розрахунку теплообмінних апаратів.

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, вміннями 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., Борсук О.В. 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, 2023.. -67 с.

4. Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А., Борсук О.В. Дидактичні матеріали для виконання самостійних робіт 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 «Цивільна безпека»). – Черкаси, 2023.- 52 с.

5. Змага Я.В. Нуянзін В.М. Методичні рекомендації для виконання індивідуальної роботи з навчальної дисципліни «Термодинаміка і

теплопередача» для студентів та курсантів денної форми навчання на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 261 «Цивільна безпека»). – Черкаси 2023. – 14 с.

6. Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А., Борсук О.В. Дидактичні матеріали для виконання самостійних робіт з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» для студентів денної форми навчання, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 261 «Цивільна безпека»). – Черкаси 2023. – 52 с.

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

8. Термодинаміка і теплопередача. Звіти з лабораторних робіт. -Черкаси: ЧПБ, 2023. -44 с.

Допоміжна

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

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

11. 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.

Інформаційні ресурси

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

Розробник:

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

Яна ЗМАГА

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 вибіркової підготовки
за освітньо-професійною програмою «Цивільний захист»
підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
у галузі знань 26 «Цивільна безпека»
за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

Рекомендовано кафедрою фізико-
хімічних основ розвитку та гасіння
пожеж на 2024-2025 навчальний рік
Протокол від «29» 07. 2024 року №17

Силабус розроблено згідно робочої програми навчальної дисципліни
«Термодинаміка і теплопередача»

2024 рік

Загальна інформація про дисципліну

Анотація дисципліни

Дисципліна «Термодинаміка і теплопередача» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми «Цивільний захист» для підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна 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 приміщенні, 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	Змага Яна Василівна, доцент кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж факультету оперативнорятувальних сил, кандидат технічних наук, доцент
Контактна інформація	м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8а, кабінет № 416. 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)	
		2.10 р.н.	3.10 р.н.
Статус дисципліни	вибіркова		
Рік підготовки	2-й	2-й	1-2-й
Семестр	3	3-4	2-3
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	4	4
практичні заняття (години)	20	2	2
семінарські заняття (години)			
лабораторні заняття (години)	10		
курсний проект (робота) (години)			
інші види занять (години)			
самостійна робота (години)	63	114	114

індивідуальні завдання (науково-дослідне) (години)	7	0	0
підсумковий контроль	іспит	іспит	іспит

3. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: фізика.

Постреквізити: стійкість будівель та споруд при пожежі; пожежна безпека територій, будівель та споруд; організація аварійно-рятувальних робіт.

4. 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: [2] с. 9-15, [7] с.4-25.

Тема 1.2. Закони термодинаміки.

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

Література: [2] с. 18-22, [7] с.26-49.

Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.

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

Література: [2] с. 15-18, [7] с.15-26.

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: [2] с. 25-31, [7] с.62-74.

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: [2] с. 34-39, [7] с.75-87.

Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі.

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: [2] с. 41-47, [7] с.124-142.

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. Методика розв'язання задач теплообміну конвекцією при вільному і вимушеному русі рідин.

Література: [2] с. 60-63, [7] с.144-189.

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: [7] с.201-213.

Тема 2.4. Променистий теплообмін.

Основні поняття і визначення променевого теплообміну. Основні закони променевого теплообміну: Стефана - Больцмана, Віна, Кірхгофа, Ламберта. Променевий 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: [2] с. 68-97, [7] с. 214-249.

Тема 2.5. Теплопередача.

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

Література: [2] с. 102-106, 147-150; [7] с. 250-265, 310-324.

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: [2] с. 108-118, [7] с.104-124.

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: [2] с. 121-143, [7] с.267-310.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять (очна денна форма):

Назви модулів і тем	кількість годин за формами навчання					
	у тому числі					
	усього	Лекції	Практичне заняття	Лабораторне заняття (інші види заняття)	Самостійна робота	Поточний контроль
3-й семестр						
Модуль 1. Термодинаміка.						
Тема 1.1. Основні	4	2	0	0	2	0

поняття термодинаміки						
Тема 1.2. Закони термодинаміки	8	2	2	2	2	0
Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.	6	0	0	2	4	0
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пар	8	2	0	0	6	0
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання	4	0	0	0	4	0
Підсумкова модульна (контрольна) робота	2					2
Разом за модулем 1	32	6	2	4	18	2
3-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача в пожежній справі						
Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу	10	2	2	0	6	0
Тема 2.2. Конвективний теплообмін	12	2	4	2	4	0
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні на конденсації.	15	0	2	7	6	0
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	14	2	2	2	8	0
Тема 2.5. Теплопередача.	12	2	2	2	6	0
Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	12	4	0	0	8	0
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	11	2	2		7	
Модульна контрольна робота	2					2
Разом за модулем 2	88	14	14	13	45	2

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять (заочна диференціальна форма):

	кількість годин за формами навчання					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Поточний контроль
3-й семестр						
Модуль 1. Термодинаміка.						
Тема 1.1. Основні поняття термодинаміки.	9	0	0	0	9	0
Тема 1.2. Закони термодинаміки.	11	2	0	0	9	0
Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси	9	0	0	0	9	0
Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пар	9	0	0	0	9	0

пари.						
Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	9	0	0	0	9	0
Разом за модулем 1	47	2	0	0	45	0
3-й семестр						
Модуль 2. Теплопередача.						
Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	9	0	0	0	9	0
Тема 2.2. Конвективний теплообмін.	12	2	0	0	9	0
Тема 2.3. Теплообмін при кипінні на конденсації.	9	0	0	0	9	0
Тема 2.4. Променистий теплообмін.	10	0	0	0	11	0
Тема 2.5. Теплопередача.	11	0	0	0	11	0
Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.	13	0	2	0	11	0
Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	9	0	0	0	9	0
Разом за модулем 2	73	2	2	0	69	0

Теми лекційних занять для денної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Заняття 1.1./1. Основні поняття термодинаміки. Закони ідеальних газів. 1. Основні параметри стану робочого тіла, їх розрахунок і вимір. 2. Закони ідеальних газів. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона - Менделєєва). 3. Суміш ідеальних газів. Обчислення параметрів стану компонентів суміші газів та суміші в цілому. Теплоємність. Масова, об'ємна та молярна теплоємність.	2
2	Тема 1.2. Заняття 1.2./1. Закони термодинаміки.. 1. Перший закон термодинаміки. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. 2. Другий закон термодинаміки. Оборотні та необоротні процеси ентропії. 3. Термодинамічні таблиці води та водяної пари.	2

3	<p>Тема 1.4. Заняття 1.4./1 Основні термодинамічні процеси.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Узагальнений газовий закон. Закон Бойля-Маріотта, Закон Гей-Люсака, Закон Шарля. 2. Дослідження основних термодинамічних процесів. 3. Термодинамічні P-v, T-s та i-z-діаграми водяної пари. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пари. 4. Витікання газів та дроселювання пари. 	2
4	<p>Тема 2.1. Заняття 2.1./1. Основні поняття теплообміну.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способи теплообміну між теплофізичними системами. 2. Стаціонарна теплопровідність. Основні поняття та визначення теорії теплопровідності. 3. Механізм теплопровідності у металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. 4. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для різних конфігурацій стін. Закон Фур'є. 	2
5	<p>Тема 2.2. Заняття 2.2./1. Конвективний теплообмін.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Природа теплообміну конвекцією. 2. Основні поняття і закони конвекційного теплообміну. Рівняння Ньютона – Ріхмана. 3. Коефіцієнт тепловіддачі (теплосприйняття). 4. Поняття про теорію подібності фізичних явищ та її застосування для розв'язування задач Критерії подібності. 	2
6	<p>Тема 2.4. Заняття 2.4./1. Променистий теплообмін.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Природа променевого теплообміну. 2. Основні закони випромінювання і поглинання. 3. Променистий теплообмін у різних середовищах та між тілами довільних форм. 4. Теплові екрани. 	2
7	<p>Тема 2.5. Заняття 2.5./1. Теплопередача.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні положення. Поняття теплопередачі. 2. Передача тепла через різні конфігурації стін. 3. Критичний діаметр теплової ізоляції. 4. Класифікація та принципи роботи теплообмінних апаратів. 	2
8	<p>Тема 2.6. Заняття 2.6./1. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вихідні положення задання параметрів. 2. Методика опису пожежі в приміщенні. 3. Пожежне навантаження приміщення. 4. Газообмін речовин, що обертаються в приміщенні з навколишнім середовищем. 	2
9	<p>Тема 2.6. Заняття 2.6./2. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Польові, інтегральні та зональні моделі пожеж. 	2

	<p>1.Визначення безпечних відстаней за теплообміну випромінювання.</p> <p>2.Поняття нестационарної теплопровідності.</p> <p>3. Диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності. Поняття стандартного температурного режиму.</p>	
10	<p>Тема 2.7. Заняття 2.7./1. Граничні умови. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов різного роду.</p> <p>1. Вогнестійкість будівельних конструкцій.</p> <p>2. Поняття граничних умов. Методика розрахунку задач нестационарної теплопровідності для граничних умов 1-го роду.</p> <p>3. Методика розрахунку нестационарної теплопровідності для граничних умов 2-го та 3-го роду.</p> <p>4. Застосування аналітичних рішень рівняння теплопровідності у випадку стандартного температурного режиму. Рівняння Яковлєва.</p>	2

Теми лекційних занять для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<p>Тема 1.2. Заняття 1.2./1 Закони термодинаміки.</p> <p>1. Перший закон термодинаміки. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу.</p> <p>2. Другий закон термодинаміки. Оборотні та необоротні процеси ентропії.</p> <p>3. 3. Термодинамічні таблиці води та водяної пари.</p>	2
2	<p>Тема 2.2. Заняття 2.2./1. Конвективний теплообмін.</p> <p>1. Природа теплообміну конвекцією.</p> <p>2. Основні поняття і закони конвекційного теплообміну. Рівняння Ньютона – Ріхмана.</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

Теми практичних занять для денної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<p>Тема 1.2. Заняття 1.2./2. Рівняння стану термодинамічної системи. Теплоємність.</p>	2

2	Модульна контрольна робота №1.	2
3	Тема 2.1. Заняття 2.1./2. Диференціальні рівняння теплопровідності та його рішення для різних конфігурацій стін. Закон Фур'є.	2
4	Тема 2.2. Заняття 2.2./2. Теплообмін при повздовжньому обтіканні рідиною плоскої труби. Розрахункова робота.	4
5	Тема 2.3. Заняття 2.3./1. Питання пожежної безпеки при конденсації пари та кипінні рідини.	2
6	Тема 2.4. Заняття 2.4./2. Випромінювання факелу полум'я.	2
7	Тема 2.5. Заняття 2.5./1. Теплопередача. Методика розв'язання задач теплопередачі в пожежній справі.	2
8	Тема 2.7. Заняття 2.7./2. Методика розрахунку температурного поля в плоскій стінці за умов реальної пожежі методом кінцевих різниць.	2
9	Модульна контрольна робота №2.	2

Теми практичних занять для заочної форма навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.6. Заняття 2.6./1. Методика розв'язання задач теплопередачі в пожежній справі.	2

Теми лабораторних занять для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.2. Заняття 1.2./3. Визначення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів відносним методом .	2
2	Тема 1.3. Заняття 1.3./1. Визначення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів відносним методом .	2
3	Тема 2.2. Заняття 2.2./3. Визначення коефіцієнта тепловіддачі поверхні при вільному русі повітря.	2
4	Тема 2.4. Заняття 2.4./3. Визначення сталої випромінювання тіла та ступеня чорноти відносним методом.	2
5	Тема 2.5. Заняття 2.5./2. 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.	2/9
2	Тема 1.2. Закони термодинаміки.	2/9
3	Тема 1.3. Основні термодинамічні процеси.	4/9
4	Тема 1.4. Термодинаміка рідин і пари.	6/9
5	Тема 1.5. Термодинаміка процесів витікання.	4/9
6	Тема 2.1. Основні поняття теплопереносу.	6/9
7	Тема 2.2. Конвекційний теплообмін.	4/10
8	Тема 2.3. Теплообмін при кипінні та конденсації.	6/9
9	Тема 2.4. Променистий теплообмін.	8/10
10	Тема 2.5. Теплопередача.	6/11
11	Тема 2.6. Термодинамічний аналіз пожежі у приміщенні	8/11
12	Тема 2.7. Нестационарна теплопровідність.	7/9
	Разом	45/69

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань (самостійна робота):

Індивідуальні завдання можуть виконуватись здобувачами як під час практичних занять, так і під час самостійної роботи. Формами виконання індивідуальних завдань є: підготовка результатів власних досліджень до виступу на науково-практичній конференції курсантів (студентів), ад'юнктів (аспірантів), молодих вчених «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених», участь у міжвузівській олімпіаді з дисципліни «Термодинаміка і теплопередача». Тематика індивідуальних завдань викладена в Дидактичні матеріали для виконання самостійних робіт з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» для студентів денної форми навчання, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільна безпека») Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А., Борсук О.В. Черкаси, 2023 р. – 52 с.

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.

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	1	3
	практичні заняття	1	2	2
	лабораторні заняття	2	3	6
	модульна робота	1	10	10
Разом за модуль 1				21
Модуль 2	лекції	7	1	7
	практичні заняття	7	2	14
	лабораторні заняття	3	3	9
	модульна робота	1	10	10
Разом за модуль 2				40
Індивідуальне завдання				9
Підсумковий контроль іспит				30
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	10	10
Разом за модуль 1				10
Модуль 2	лекції	1	10	10
	практичні заняття	1	10	10
	контрольна робота	1	40	40
Разом за модуль 2				60
Підсумковий контроль (екзамен, диференціальний залік, курсовий проєкт)				
Іспит				30
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 отриманих теоретичних знань, ступінь розвитку творчого мислення, отримані навички самостійної роботи, вміння синтезувати отримані знання і використання їх в розв'язку практичних задач. Тому, при визначенні критеріїв системи оцінювання якості підготовки необхідно враховувати три головні компоненти: рівень знань студентів, навички самостійної роботи, вміння використовувати отримані знання на практиці.

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 оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

Максимальна кількість балів за поточний контроль складає 70 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 49 балів.

При наявності «непрохідного мінімуму» поточного контролю, напередодні екзамену викладач подає доповідну декану факультету про недопуск студента, про що видається розпорядження і здобувач не допускається до складання іспиту 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 10 балів):

10-8 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Граматично і стилістично без помилок оформлений звіт;

7-4 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

3-1 бали – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів при виконанні індивідуального завдання (оцінюється в діапазоні від 0 до 9 балів):

9-7 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Граматично і стилістично без помилок оформлений звіт;

6-4 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

3-1 бали – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

Підсумковий контроль.

Критерії оцінювання знань здобувачів на іспиті.

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 - іспит.

Іспит - 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 іспит є складовою загальної підсумкової оцінки з дисципліни та складає 30 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 30 балів):

30-33 балів – в повному обсязі здобувач володіє систематичними і глибокими знаннями навчального матеріалу, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання, правильно розв'язав задачу з повним дотриманням вимог до виконання;

32-29 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. Перелічіть основні термодинамічні параметри робочого тіла і їх одиниці виміру, види тиску, їх зв'язок між собою, розмірності.
2. Охарактеризуйте рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва) та реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).
3. Перелічіть величини, що характеризують склад газових сумішей, їх визначення.
4. Запишіть рівняння стану ідеального газу для суміші газів і окремого компонента. Закон Дальтона. Способи завдання складу суміші (молярні, масові, об'ємні частки), співвідношення між масовими та об'ємними частками.
5. Перелічіть види теплоємності газів залежно від способу вираження кількості речовини (питома масова, об'ємна, молярна), їх взаємозв'язок.
6. Перелічіть види теплоємності газів залежно від способу підведення теплоти, їх відмінність і зв'язок (залежність теплоємності від виду термодинамічного процесу, зв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності).
7. Сформулюйте перший закон термодинаміки у замкненій термодинамічній системі: рівняння, тепло, внутрішня енергія, робота газу - визначення, розмірність, зв'язок між собою.
8. Які існують режими конденсації пари на поверхні, чим вони визначаються?
9. Яка роль критерію Рейнольдса при розрахунку режиму течії плівки конденсату по вертикальній поверхні і інтенсивності теплообміну?
10. Структура рівняння для розрахунку теплообміну при краплинній конденсації пари. Залежність інтенсивності теплообміну від різниці температури пара-стінка.
11. Що таке «критичний радіус парової бульбашки», від чого він залежить? Умова існування парової бульбашки в рідині.
12. Які формулювання другого закону термодинаміки ви знаєте?
13. Що називають та як характеризується термічний ККД?
14. Розкрийте поняття ентальпія робочого тіла: визначення, одиниці виміру.
15. Розкрийте поняття ентропія системи, як функція стану робочого тіла: визначення поняття, зміст площини у T-s координатах.
16. Охарактеризуйте методику дослідження термодинамічних процесів ідеальних газів.
17. Розкрийте понятійну сутність термодинамічних процесів (ізотермічні, ізохорні, ізобарні, адіабатні, політропні): визначення; формула в P-V-координатах у випадку ідеальних газів.

Модуль 2. Теплопередача.

1. Розкрийте поняття тепловий потік: визначення, розмірність.
2. Сформулюйте суть поверхневої густини теплового потоку (питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
3. Сформулюйте суть лінійної густини теплового потоку (лінійний питомий тепловий потік): визначення, розмірність.
4. Назвіть основні механізми передачі тепла. Надайте визначення процесів теплопровідність, тепловіддачі, теплопередачі.

5. Сформулюйте та запишіть гіпотезу рівняння стаціонарної теплопровідності (рівняння Фур'є).
6. Сформулюйте крайові умови рівняння Фур'є для граничних умов 1-го – 3-го роду.
7. Сформулюйте суть конвекційного теплообміну та фактори, що його визначають. (Причини виникнення руху рідини, режими руху рідини, фізичні властивості рідини, форма та розмір поверхні теплопередачі).
8. Сформулюйте основне рівняння конвекційного теплообміну - закон Ньютона Ріхмана (рівняння тепловіддачі): вид рівняння, визначення всіх параметрів, що входять до нього.
9. Розкрийте сутність числа (критерії) подібності Нуссельта Nu , Рейнольдса Re , Грасгофа Gr : визначення через фізичні характеристики системи.
10. Сформулюйте теорії подібності та тепловіддачі при вільному русі рідини і тепловіддачі в обмеженому просторі.
11. Який характер має течія рідини в прикордонному шарі на плоскій поверхні? Як оцінюється границя ламінарної течії?
12. Як змінюється товщина ламінарного прикордонного шару вздовж плоскій поверхні?
13. Дайте визначення локального та середнього по поверхні коефіцієнту тепловіддачі.
14. Як змінюється вздовж поверхні локальний коефіцієнт тепловіддачі при ламінарній течії в прикордонному шарі?
15. Напишіть структуру критеріального рівняння для розрахунку локального коефіцієнта тепловіддачі при ламінарній течії в прикордонному шарі? При турбулентній?
16. Як класифікують режими течії рідини в трубах?
17. Чим відрізняється течія рідини в трубі від течії у плоскій поверхні?
18. Чим відрізняється течія рідини в зігнутих трубах (змійовиках) від течії в прямих трубах? Як це впливає на розрахунки теплообміну?
19. Перерахуйте основні види променистих потоків. Дайте їх визначення.
20. Дайте визначення випромінювальної здатності, поглинальної, відбивної і пропускної здібностей.
21. Сформулюйте закони випромінювання чорного тіла (закони Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).
22. Дайте визначення «сірого тіла». Що таке інтегральний ступінь чорноти.
23. Сформулюйте закон Кирхгофа, слідство з цього закону, застосовність.
24. Запишіть щільність результуючого променистого потоку в системі двох нескінченних пластин. Що таке приведенний ступінь чорноти?
25. Запишіть щільність результуючого випромінювання між газом і оболонкою.
26. У чому сенс поняття «ефективна довжина шляху променю». Як визначається ця величина?
27. Дайте визначення процесу дифузії. Що є рушійною силою цього процесу?
28. Назвіть основні типи теплообмінних апаратів. Їх особливості.
29. Розкрийте суть основних типів взаємного перебігу теплоносіїв в теплообмінних апаратах.

30. Сформулюйте поняття рівняння теплового балансу для теплообмінного апарату. Його особливості. Рівняння теплопередачі. Його особливості при розрахунку теплообмінних апаратів.

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 – 1шт.; установка для визначення теплоємності технічних рідин – 1шт.; установка для вивчення коефіцієнта теплопровідності – 2 шт.; установка для вивчення тепловіддачі в процесі вільної конвекції повітря – 1 шт.; установка для визначення ступеня чорноти – 1шт.; 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., Борсук О.В. 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, 2023.. -67 с.

4. Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А., Борсук О.В. Дидактичні матеріали для виконання самостійних робіт 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 «Цивільна безпека»). – Черкаси, 2023.- 52 с.

5. Змага Я.В. Нуянзін В.М. Методичні рекомендації для виконання індивідуальної роботи з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» для студентів та курсантів денної форми навчання на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 261 «Цивільна безпека»). – Черкаси 2023. – 14 с.

6. Змага Я.В., Нуянзін В.М., Кришталь М.А., Борсук О.В. Дидактичні матеріали для виконання самостійних робіт з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплопередача» для студентів денної форми навчання, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти (напрямок підготовки 261 «Пожежна безпека» та 261 «Цивільна безпека»). – Черкаси 2023. – 52 с.

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

8. Термодинаміка і теплопередача. Звіти з лабораторних робіт. -Черкаси: ЧПБ, 2023. -44 с.

Допоміжна

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

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

11. 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.

Інформаційні ресурси

Інформаційні ресурси

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

Розробник:

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



Яна ЗМАГА