

ДСНС УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ВИЩЕ ПРОФЕСІЙНЕ УЧИЛИЩЕ ЛЬВІВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (М. ВІННИЦЯ)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник училища

полковник служби

цивільного захисту

Микола ГОВОРУЦАК



_____ 2022 р.

ОСВІТНЯ ПРОГРАМА
З НОРМАТИВНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕПЛОФІЗИКА»

підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» на основі освітньо-кваліфікаційного рівня кваліфікованого робітника (зі скороченим строком навчання) за освітньо-професійною програмою «Організація та функціональне забезпечення оперативного зв'язку у сфері пожежної безпеки» спеціальності 261 Пожежна безпека галузі знань 26 Цивільна безпека

Вінниця - 2022

Теплофізика. Освітня програма підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» на основі освітньо-кваліфікаційного рівня кваліфікованого робітника (зі скороченим строком навчання) за освітньо-професійною програмою «Організація та функціональне забезпечення оперативного зв'язку у сфері пожежної безпеки» спеціальності 261 Пожежна безпека галузі знань 26 Цивільна безпека. Вінниця: ВПУ ЛДУБЖД (м. Вінниця), 2022.

Освітню програму складено на основі стандарту фахової передвищої освіти зі спеціальності 261 Пожежна безпека галузі знань 26 Цивільна безпека, затвердженого наказом МОН України від 06.04.2022 № 308, та освітньо-професійної програми «Організація та функціональне забезпечення оперативного зв'язку у сфері пожежної безпеки» підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» за спеціальністю 261 Пожежна безпека, затвердженої наказом училища від 04.07.2022 № 67-ОП.

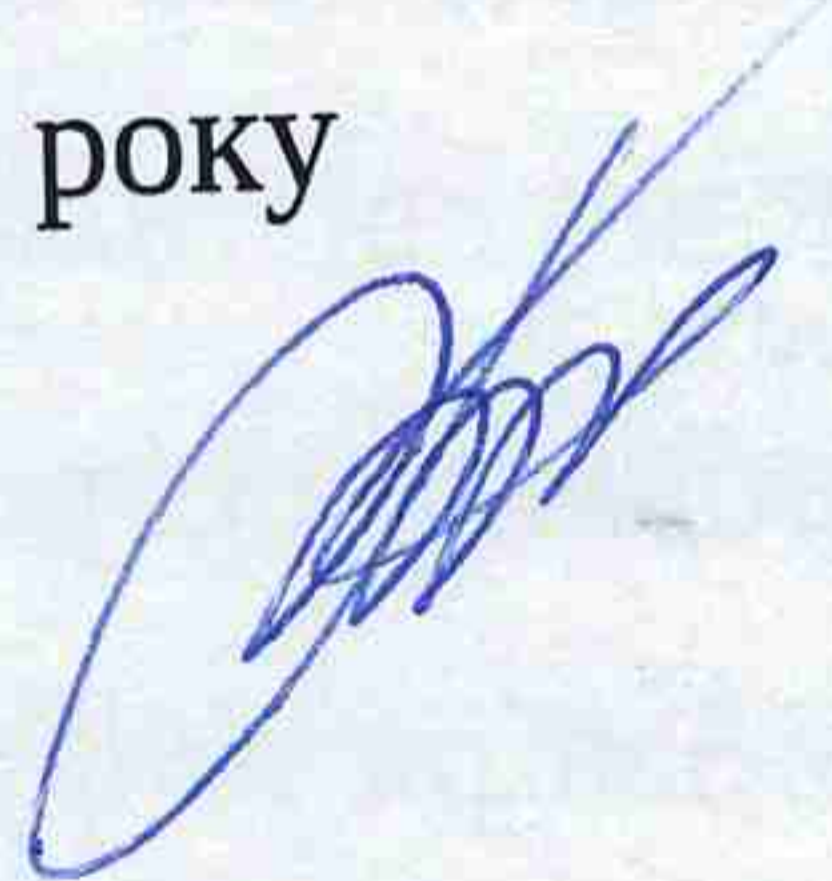
Укладач:
Викладач теплофізики,
спеціаліст



Симон СЕРБЕНЮК

РЕКОМЕНДОВАНО
до розгляду на засіданні педагогічної ради
цикловою комісією гуманітарних та
фундаментальних дисциплін
Протокол № 1 від «04» липня 2022 року

Голова циклової комісії



Віталій КАРАЩУК

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО
на засіданні педагогічної ради училища
Протокол № 1 від «06» липня 2022 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Серед процесів, що протікають під час пожежі, важливе місце належить тепловим явищам. На законах теплофізики в значній мірі спирається методика виявлення причин виникнення пожеж і вибухів, розробка та відпрацювання технічних рішень, що спрямовані на їх запобігання, вивчення поведінки будівельних конструкцій в умовах пожежі та обґрунтування вимог до їх вогнестійкості, визначення протипожежних розривів між будинками та спорудами, розробка ефективних способів виявлення, локалізації та гасіння пожеж та ін.

Метою дисципліни є вивчення здобувачами освіти основних законів, які розкривають сутність процесів передачі теплової енергії, їх застосування під час розрахунків температурного режиму при пожежі, теплового потоку в елементах будівельних конструкцій і межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Задача дисципліни – теоретично і практично підготувати майбутніх спеціалістів до творчого застосування різних методів розрахунку процесів теплообміну під час вирішення задач забезпечення пожежної безпеки.

Дисципліна має прикладний характер. Одержані здобувачами освіти знання є фундаментом для глибокого засвоєння таких дисциплін як «Пожежна профілактика», «Пожежна тактика», «Основи теорії розвитку та припинення горіння» і будуть використовуватися в майбутній практичній діяльності.

Запропонована послідовність вивчення тем зумовлена логічною схемою формування системних знань, умінь та навичок з даної дисципліни та їх практичного застосування.

У результаті вивчення дисципліни «Теплофізика» за спеціальністю 261 Пожежна безпека галузі знань 26 Цивільна безпека фахові молодші бакалаври повинні мати такі компетентності:

Інтегральну компетентність:

Здатність вирішувати типові спеціалізовані завдання у галузі цивільного захисту та пожежної безпеки під час ліквідування надзвичайних ситуацій, аварій, їх наслідків і гасіння пожеж або у процесі навчання, що передбачає застосування положень і методів сучасних природничих, математичних та технічних наук на основі системного підходу та може характеризуватися певною невизначеністю умов в процесі професійної діяльності; нести відповідальність за результати своєї діяльності; здійснювати контроль інших осіб у визначених ситуаціях.

Загальні компетентності:

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

життя.

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні компетентності:

- Здатність обґрунтовано вибирати і застосовувати протипожежну та аварійно-рятувальну техніку, пожежно-рятувальні пристрої, пожежне устаткування, переносний пожежний та аварійно-рятувальний інструмент для виконання спеціальних робіт і проводити їх обслуговування.
- Здатність здійснювати нагляд (контроль) за виконанням вимог пожежної безпеки, обґрунтування заходів, спрямованих на усунення порушень.

Програмні результати навчання:

1. Проводити розвідку пожежі та зони надзвичайної ситуації (аварії), за її результатами визначати необхідну кількість сил і засобів.
2. Визначати необхідну кількість та ефективний спосіб використання протипожежної та аварійно-рятувальної техніки, пожежно-рятувальних пристроїв, пожежного устаткування, переносного пожежного та аварійно-рятувального інструменту.
3. Оцінювати обстановку на пожежі, визначати пріоритетні вогнегасні речовини та в складі підрозділу здійснювати локалізування та ліквідування пожежі.
4. Проводити спеціальні роботи в складі ланки газодимозахисної служби в непридатному для дихання середовищі із використанням захисних дихальних апаратів.

Засоби діагностики навчальних досягнень:

- усне опитування;
- письмове опитування;
- розв'язування задач;
- стандартизовані тести;
- контроль за виконанням практичних та лабораторних робіт;
- тематичний контроль: оцінювання навчальних досягнень по завершенню вивчення теми;
- залік.

ОРІЄНТОВНИЙ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ розділів, тем	Назви розділів, тем	Всього годин	Кількість аудиторних годин						Самостійна робота
			всього	лекції	практичні заняття	лабораторні заняття	контрольна робота	залік	
1	Основи технічної теплопередачі	60	36	20	6	8	2	-	24
1.1	Основні положення теорії теплообміну	6	4	4	-	-	-	-	2
1.2	Теплофізичні характеристики речовин і будівельних матеріалів	4	2	2	-	-	-	-	2
1.3	Передача тепла теплопровідністю	12	8	4	2	2	-	-	4
1.4	Передача тепла конвекцією	10	6	2	2	2	-	-	4
1.5	Передача тепла випромінюванням	22	12	6	2	4	-	-	10
1.6	Складний теплообмін (теплопередача) при стаціонарному режимі	4	2	2	-	-	-	-	2
	Контрольна робота	2	2	-	-	-	2	-	-
	Всього годин/кредитів за 1-й семестр	60/2	36	20	6	8	2	-	24
2	Теплопередача в пожежній справі	28	16	10	6	-	-	-	12
2.1	Температурний режим при пожежі в приміщенні	8	4	2	2	-	-	-	4
2.2	Нестаціонарна теплопровідність і вогнестійкість будівельних конструкцій	14	10	6	4	-	-	-	4
2.3	Методи наближеного розрахунку вогнестійкості будівельних конструкцій	6	2	2	-	-	-	-	4
	Залік	2	2	-	-	-	-	2	-
	Всього годин/кредитів ЄКТС за 2-й семестр	30/1	18	10	6	-	-	2	12
	Всього годин /кредитів ЄКТС	90/3	54	30	12	8	2	2	36

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

РОЗДІЛ 1. Основи технічної теплопередачі

Тема 1.1. Основні положення теорії теплообміну

Зміст дисципліни та її місце в системі підготовки фахівців пожежної безпеки.

Теплота, внутрішня енергія, механічна робота. Термодинамічні параметри стану. Температура, шкали та засоби її вимірювання. Тиск. Питома густина та об'єм. Ентальпія, ентропія.

Види теплообміну: теплопровідність, конвекція, випромінювання. Механізм передачі тепла в твердих тілах, рідинах і газах. Основні характеристики процесів теплообміну: стаціонарність і нестаціонарність фізичних параметрів, тепловий потік та його густина.

Рекомендована література 1, 2, 3, 6, 7

Тема 1.2. Теплофізичні характеристики речовин і будівельних матеріалів

Теплофізичні характеристики матеріалів: питома густина, питома, теплоємність, коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнт температуропровідності.

Поняття про теплоємність речовини. Питома масова, об'ємна та молярна теплоємності, зв'язок між ними. Температурна залежність теплоємності. Дійсна та середня теплоємність.

Поняття теплопровідності речовин. Коефіцієнт теплопровідності та температуропровідності. Вплив теплопровідності будівельних матеріалів на характер розповсюдження тепла в елементах будівельних конструкцій за умов пожежі.

Рекомендована література 1, 2, 3, 6, 7

Тема 1.3. Передача тепла теплопровідністю

Основні поняття та визначення процесу теплопровідності. Закон теплопровідності Фур'є. Залежність коефіцієнту теплопровідності від виду речовини чи матеріалу, температури.

Диференціальне рівняння теплопровідності. Поняття крайових умов (умов однозначності) та граничних умов для процесів теплопровідності.

Теплопровідність одношарової плоскої стінки. Теплопровідність багатошарової плоскої стінки. Теплопровідність одношарової циліндричної стінки. Теплопровідність багатошарової циліндричної стінки.

Теплопровідність сферичної стінки.

Методика розв'язування задач теплопровідності в елементах

будівельних конструкцій при стаціонарних умовах і приклади її застосування в задачах.

Практична робота 1

Визначення основних фізичних величин процесу теплопровідності.

Лабораторна робота 1

Визначення коефіцієнта теплопровідності будівельних та теплоізоляційних матеріалів.

Рекомендована література 1, 2, 4, 6, 7

Тема 1.4. Передача тепла конвекцією

Основні поняття і визначення конвекційного теплообміну. Фактори, що впливають на інтенсивність конвекційного теплообміну. Гідродинамічний і тепловий граничні шари.

Закон Ньютона-Ріхмана. Диференціальне рівняння конвекційної тепловіддачі.

Основи теорії подібності фізичних явищ. Ознаки подібності. Теорема подібності. Критерії подібності та їх фізичний зміст. Числа подібності. Рівняння подібності. Критеріальне рівняння конвективного теплообміну. Моделювання.

Тепловіддача при вимушеному русі рідини в трубах. Тепловіддача при вільній конвекції у великому об'ємі. Теплообмін при кипінні рідини.

Методика розв'язування задач теплообміну конвекцією при різних режимах руху рідини.

Практична робота 2

Основні фізичні величини конвекційного теплообміну та їх визначення.

Лабораторна робота 2

Визначення коефіцієнта тепловіддачі поверхні за вільної конвекції повітря.

Рекомендована література 1, 2, 5, 6, 7

Тема 1.5. Передача тепла випромінюванням

Основні поняття і визначення теплообміну випромінюванням. Баланс теплообміну випромінюванням. Абсолютно чорні, білі та прозорі тіла. Основні закони теплообміну випромінюванням: Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта, Віна.

Теплообмін випромінюванням між двома плоско-паралельними тілами. Теплообмін випромінюванням між концентричними тілами. Теплообмін

випромінюванням між тілами, довільно розташованими у просторі.

Теплообмін випромінюванням за наявності екранів. Одиночний екран. Багатошаровий екран. Тепловий розрахунок екранів.

Особливості випромінювання та поглинання газоподібних продуктів згоряння. Теплообмін випромінюванням між продуктами згоряння та твердими тілами. Випромінювання факела полум'я. Природа випромінювання факела полум'я. Випромінювання факела полум'я в топках та крізь топковий отвір. Випромінювання факелу при пожежі.

Визначення протипожежних розривів між будівлями та спорудами. Визначення параметрів безпечної роботи пожежних підрозділів, що беруть участь у гасінні пожежі.

Методика розв'язування задач на теплообмін випромінюванням. Приклади розв'язування задач.

Практична робота 3

Дослідження можливості загоряння матеріалів, що розташовані поруч до сильно нагрітих поверхонь.

Лабораторна робота 3

Визначення відносного коефіцієнта теплового випромінювання (ступеня чорноти) поверхні методом порівняння.

Лабораторна робота 4

Визначення сталої випромінювання тіла.

Рекомендована література 1, 2, 4, 5, 6, 7

Тема 1.6. Складний теплообмін (теплопередача) при стаціонарному режимі

Основні поняття та визначення теплопередачі. Коефіцієнт теплопередачі, його фізичний зміст і одиниці вимірювання. Рівняння теплопередачі. Термічний опір теплопередачі.

Теплопередача крізь плоску одношарову та багатошарову стінку при стаціонарному режимі. Повний термічний опір теплопередачі.

Теплопередача через одношарову та багатошарову циліндричну стінку. Рівняння теплопередачі. Лінійний коефіцієнт теплопередачі

Теплопередача через сферичну стінку. Визначення критичного діаметра теплової ізоляції.

Теплообмінні апарати. Класифікація теплообмінних апаратів. Рівняння теплового розрахунку теплообмінних апаратів: теплового балансу, теплопередачі, середнього коефіцієнта тепловіддачі, середньої різниці температур.

Рекомендована література 1, 2, 6, 7

Контрольна робота

РОЗДІЛ 2. Теплопередача в пожежній справі

Тема 2.1. Температурний режим при пожежі в приміщенні

Поняття температурного режиму при пожежі в приміщенні. Фактори, що впливають на температурний режим при пожежі в приміщенні. Моделі температурного режиму при пожежі в приміщенні.

Тепловий баланс при пожежі в приміщенні. Стандартний температурний режим.

Температурний режим під час пожежі в житлових та громадських спорудах.

Пожежне навантаження і методика його розрахунку.

Середньооб'ємні параметри стану газового середовища в приміщенні. Визначення середньооб'ємної температури газів. Зміна температури газів за координатами в приміщенні.

Методика розрахунку температурного режиму при пожежі в приміщенні.

Практична робота 4

Розрахунок температурного режиму при пожежі в приміщенні.

Рекомендована література 1, 2, 5, 6, 7

Тема 2.2. Нестаціонарна теплопровідність і вогнестійкість будівельних конструкцій

Основні поняття і визначення нестаціонарної теплопровідності. Провідні задачі нестаціонарної теплопровідності. Поняття вогнестійкості та межі вогнестійкості будівельних конструкцій.

Диференціальне рівняння нестаціонарної теплопровідності. Коефіцієнт температуропровідності, його фізичний зміст і одиниці вимірювання. Узагальненні змінні у рівнянні нестаціонарної теплопровідності. Критерії Біо та Фур'є. Пряма та зворотна задача нестаціонарної теплопровідності.

Нестаціонарна теплопровідність напівобмеженого тіла. Нестаціонарна теплопровідність напівобмеженого тіла при стаціонарних граничних умовах. Граничні умови 1-го роду. Граничні умови 2-го роду. Граничні умови 3-го роду. Нестаціонарна теплопровідність напівобмеженого тіла при стандартному температурному режимі.

Нестаціонарна теплопровідність плоскої стінки при граничних умовах третього роду. Нестаціонарна теплопровідність циліндра при граничних умовах третього роду.

Методика розв'язування прямої і зворотної задачі для напівобмеженого тіла: методика визначення температур, відстаней та межі вогнестійкості.

Задачі пожежної безпеки та приклади їх розв'язання.

Практична робота 5

Визначення температур в товщі стінки та ширини стінки ізоляції у процесах нестационарної теплопровідності

Практична робота 6

Розрахунок межі вогнестійкості будівельної конструкції

Рекомендована література 1, 2, 5, 6, 7

Тема 2.3. Методи наближеного розрахунку вогнестійкості будівельних конструкцій

Наближені методи розв'язування задач нестационарної теплопровідності. Поняття про чисельні методи розв'язування диференціального рівняння теплопровідності.

Чисельні методи розв'язування задач нестационарної теплопровідності. Метод кінцевих різниць. Застосування методу кінцевих різниць при розрахунку меж вогнестійкості будівельних конструкцій простої форми.

Графічне визначення температур у внутрішніх областях плити. Визначення температур на границях плити.

Рекомендована література 1, 2, 6, 7

Залік

ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Рябова І.Б. Термодинаміка і теплопередача в пожежній справі. Навчальний посібник / І.Б. Рябова, І.В. Сайчук, А.Я. Шаршанов. – Х. : НУЦЗУ, 2010. – 344 с.
2. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку). Навчальний посібник для вузів / А.І. Погорелов. – 4-е видання, виправлене – Львів: «Новий світ-2000», 2006. – 144 с.
3. Лозинський Р.Я. Теплофізика та пожежна безпека. Частина І. Термодинаміка. Навчальний посібник / Р.Я. Лозинський. – Львів, 2019. – 96 с.
4. Лозинський Р.Я. Теплофізика та пожежна безпека. Частина ІІ. Теплопередача. Навчальний посібник / Р.Я. Лозинський. – Львів, 2020. – 112 с.

Додаткова:

5. Величко Л.Д. Термодинаміка та теплопередача в пожежній справі / Л.Д.Величко, Р.Я. Лозинський, М.М. Семерак. – Львів: «СПОЛОМ», 2011. – 504 с.
6. Приходько М.М. Термодинаміка та теплопередача. Навчальний посібник / М.М. Приходько, Г.Г. Герасимов. – Рівне, НУВГП, 2008. – 250 с.
7. Ключ П.П. Пожежна тактика: підручник / П.П.Ключ, В.Г.Палюх, А.С.Пустовой, Ю.М. Сенчіхін, В.В. Сировой – Х. : Основа, 1998. – 592с.

**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ
НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕПЛОФІЗИКА»**

Рівень підготовки	Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень
1	2	3
Початковий рівень	1	Здобувач освіти може відтворити 2-3 теплофізичні поняття; мало усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності; виконує не більше 20 відсотків від загальної кількості тестів; зіштовхується з труднощами під час виконання лабораторних робіт, знає правила поведінки в кабінеті.
	2	Здобувач освіти може усно відтворити кілька теплофізичних понять; може вибрати правильний варіант відповіді (на рівні «так», «ні»); частково виконує лабораторні та практичні завдання, не вміючи їх правильно оформляти; може самостійно знайти відповідь у тексті підручника; розрізняє окремі фізичні явища за зовнішніми ознаками без зв'язку між ними; виконує 20 відсотків від загальної кількості тестів.
	3	Здобувач освіти може дати відповідь з кількох простих речень; здатний усно відтворити окремі частини теми; має фрагментарні уявлення про теплофізичні процеси; слабо орієнтується під час лабораторних робіт, які може виконувати лише за допомогою викладача та детальної інструкції; відсутні сформовані вміння та навички; не вміє скласти висновки до лабораторної роботи; виконує 30 відсотків від загальної кількості тестів.
	4	Здобувач освіти має початковий рівень знань; описує теплофізичні процеси та явища без пояснень причин; за допомогою викладача здатний відтворити навчальний матеріал, слабо орієнтується в поняттях; має фрагментарні навички в роботі з підручником; неповно характеризує загальні ознаки теплофізичних процесів; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі; здатний давати відповіді на прості, стандартні запитання; за інструкцією та за допомогою викладача виконує лабораторні роботи з неповним їх

1	2	3
Середній рівень		оформленням; виконує 45 відсотків від загальної кількості тестів.
	5	Здобувач освіти знає близько половини навчального матеріалу, здатний відтворити його з помилками та неточностями, уміє описувати деякі теплофізичні процеси та явища за певними ознаками; має стійкі навички роботи з текстом підручника, може самостійно оволодіти більшою частиною заданого матеріалу, формулює поняття, наводить приклади, знає основні закони та правила; підтверджує висловлене судження одним-двома аргументами; самостійно виконує практичні завдання, проводить вимірювання провідних теплофізичних характеристик, оформляє їх, не роблячи повних висновків; відповіді непослідовні та нелогічні; виконує 55 відсотків від загальної кількості тестів.
	6	Здобувач освіти самостійно дає більшість визначень теплофізичних понять, самостійно відтворює більшу частину навчального матеріалу, може поверхнево порівнювати та аналізувати теплофізичні явища і робити певні, але нелогічні та неточні висновки; характеризує окремі теплофізичні процеси; відповідає за планом, висловлює власну думку щодо теми, за допомогою вчителя встановлює причинно-наслідкові зв'язки, розв'язує прості, типові вправи; за інструкцією виконує лабораторні роботи, але робить висновки, що не відповідають змісту завдання; дотримується правил безпечної поведінки в кабінеті фізики; виконує 65 відсотків від загальної кількості тестів.
	7	Здобувач освіти правильно відтворює логіку теплофізичних явищ, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між ними, аналізує та класифікує явища й процеси, має стійкі знання; застосовує їх для вирішення стандартних ситуацій; самостійно та логічно викладає матеріал теми, здатний за допомогою викладача скласти план реферату, виконати його та правильно оформити; самостійно користується додатковими джерелами інформації; правильно використовує фізичну термінологію; самостійно розв'язує типові теплофізичні задачі; складає прості таблиці та схеми; за інструкцією

1	2	3
Достатній рівень		виконує лабораторні завдання, але робить неповні висновки; виконує 75 відсотків від загальної кількості тестів.
	8	Здобувач освіти достатньо засвоїв основні поняття, закони; виявляє розуміння основоположних процесів передачі теплової енергії і порядок застосування законів, уміє наводити приклади на підтвердження цього; вільно використовує навчальний матеріал у стандартних ситуаціях; логічно висвітлює події з точки зору фізичного зв'язку; здатний на порівняльну характеристику явищ; формулює та чітко аргументує власну думку; здатний на рецензію відповіді іншого здобувача освіти; виправляє допущені помилки; застосовує здобуті знання на практиці; має сформовані експериментальні уміння і може проводити фізичний експеримент на основі інструкції, але при цьому висновкам бракує чіткості; здатний опрацьовувати матеріал самостійно, уміє підготувати реферат та захищати його найважливіші положення; виконує 80 відсотків від загальної кількості тестів.
	9	Здобувач освіти вільно оперує вивченим матеріалом; знає прийоми застосування різних методів розрахунку процесів теплообміну при вирішенні задач забезпечення пожежної безпеки, пояснює зв'язки між теплофізичними явищами; самостійно аналізує і систематизує їх, розв'язує вправи та задачі; може застосовувати знання в змінених, нестандартних ситуаціях; висловлює стандартну аргументацію при оцінці теплофізичних явищ; чітко тлумачить поняття; здатний до самостійного опрацювання навчального матеріалу, але потребує консультацій з викладачем; виконує прості творчі завдання; самостійно і правильно виконує лабораторні та практичні роботи, роблячи чіткі висновки; виконує 85 відсотків від загальної кількості тестів.
	10	Здобувач освіти має глибокі та повні знання теплофізичних явищ; володіє набутими знаннями; може визначати тенденції та протиріччя природних процесів; робить аргументовані висновки; використовує додаткові джерела та матеріали; самостійно аналізує і розкриває суть явищ, процесів, систематизує та встановлює причинно-

1	2	3
Високий рівень		наслідкові зв'язки; вирішує творчі завдання; вільно орієнтується в нестандартних ситуаціях; виконує лабораторні завдання, правильно їх оформляє та робить логічні й послідовні висновки відповідно до мети роботи; здатний надати допомогу іншим; здатний до самостійного вивчення матеріалу; за допомогою викладача може підготувати виступ на учнівській конференції; виконує 95 відсотків від загальної кількості тестів.
	11	Здобувач освіти здатний до самостійного вивчення матеріалу; розкриття сутності процесів передачі теплової енергії, застосування законів теплофізики при розрахунку температурного режиму при пожежі, теплового потоку в елементах будівельних конструкцій і межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Встановлює і обґрунтовує причинно-наслідкові зв'язки; вміє застосувати вивчений матеріал для винесення власних аргументованих суджень у практичній діяльності; спроможний підготувати за підтримки викладача виступ на учнівську наукову конференцію; самостійно знаходить інформацію (наукова література, мас-медіа, Інтернет, мультимедійні програми тощо); вільно оперує термінологією; може самостійно проводити фізичний експеримент, проводить розрахунки теплообміну при пожежі, самостійно виконує 100 відсотків загальної кількості тестів.
	12	Здобувач освіти має системні знання з теплофізики, знає сутність передачі тепла теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням, основні закони теплопередачі, методику розв'язування задач термогазодинаміки при пожежі в приміщенні, методику розрахунку теплового потоку в елементах будівельних конструкцій, методику розрахунку межі вогнестійкості будівельних конструкцій, уміє самостійно набувати їх, може самостійно оцінювати явища, пов'язані з пожежею: представляє власні неординарні судження щодо теплофізичних процесів та явищ; користується широким арсеналом засобів доказів своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ і процесів; самостійно виконує науково-дослідну роботу; логічно й творчо викладає матеріал в усній та письмовій

1	2	3
		формі; ретельно виконує лабораторні завдання; легко справляється з творчими завданнями посиленої складності.