



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗПО «Дніпропетровський професійний технологічний
коледж»

Сергій ГОРДІЄНКО

« 28 » серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G4 Енерговиробництво / Спеціалізація: G4.02 Теплоенергетика (144 «Теплоенергетика»)

Освітньо-професійна програма: «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методологічне обґрунтування: Навчальна дисципліна «Матеріалознавство» (шифр за навчальним планом — ОК16) є нормативним (обов'язковим) компонентом циклу професійної підготовки здобувачів фахової передвищої освіти. Розподіл навчального часу чітко структурований за кредитно-модульною системою, що забезпечує збалансоване співвідношення аудиторного лекційно-практичного навантаження та автономної дослідницької роботи слухача.

Найменування показників	Детальна академічна та структурна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	4 кредити ЄКТС (ОК16 – обов'язковий освітній компонент, що забезпечує формування ключових інженерних компетентностей).
Загальна кількість годин	120 академічних годин (повний обсяг навчального часу, виділений на засвоєння дисципліни).
Рік підготовки (курс)	I курс (базовий етап формування професійно-орієнтованого світогляду майбутнього теплоенергетика).
Семестри викладання	2 семестр (вивчення здійснюється єдиним інтенсивним блоком).
Аудиторні години (лекції)	50 годин (25 лекційних пар у 2-му семестрі). Теоретико-методологічний базис, орієнтований на візуально-ілюстративне засвоєння фізико-хімічних закономірностей, кристалографії та теорії сплавів.
Аудиторні години (практичні)	22 години (11 практичних пар у 2-му семестрі). Практико-орієнтований інженерний блок для розв'язання реальних виробничих кейсів, дешифрування марок металів, аналізу мікроструктур та вивчення техніко-експлуатаційних властивостей.
Самостійна робота здобувача (СРС)	48 годин (у 2-му семестрі). Спрямована на глибоке індивідуальне проєктне опрацювання матеріалу, аналіз нормативних документів (ДСТУ, EN), підготовку аналітичних

	звітів, техніко-економічних обґрунтувань та графічних довідників дефектів.
Підготовка до проходження контрольних заходів	Інтегрована в загальний обсяг самостійної роботи здобувача (СРС). Включає цілеспрямовану підготовку до складання двох модульних тестувань та виконання комплексного завдання підсумкового контролю.
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік (комплексне оцінювання інженерних знань та навичок за 100-бальною шкалою з обов'язковою подальшою конвертацією здобутих результатів у національну шкалу оцінювання та буквену шкалу ЄКТС).

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: Фундаментальне формування у здобувачів фахової передвищої освіти комплексної системи теоретичних знань і міцних практичних навичок щодо атомно-кристалічної будови, фізико-механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей конструкційних, теплоізоляційних, жароміцних та спеціальних матеріалів. Курс спрямований на забезпечення глибокого розуміння процесів, що відбуваються в матеріалах під впливом температурних, силових та агресивних хімічних факторів під час експлуатації, монтажу і ремонту сучасного теплоенергетичного устаткування.

Спеціальна мета (адаптаційна та практико-орієнтована): Здобуття навичок технічно та економічно обґрунтованого підбору матеріалів для реальних виробничих умов, застосування методів діагностики їхнього стану (виявлення дефектів, повзучості, втоми) та розуміння принципів роботи з передовими енергоощадними технологіями. Крім того, спеціальна мета передбачає успішну професійну соціалізацію та адаптацію здобувачів (зокрема дорослих слухачів, ветеранів та осіб, які проходять перекваліфікацію) до вимог сучасного індустріального ринку праці та стандартів машинобудівної галузі, забезпечуючи готовність до роботи на потужностях підприємств-партнерів (таких як ТОВ «Інтерпайп», ТОВ «ДАЗ», ТОВ «Аксор індастрі», ПП «Висотпромсервіс» та ін.) у рамках впровадження елементів дуальної освіти.

Основні завдання:

Для досягнення поставленої мети навчальна дисципліна «Матеріалознавство» вирішує комплекс взаємопов'язаних теоретичних, аналітичних та прикладних завдань:

- **Фундаментально-теоретичне завдання:** Глибоке опанування основ теорії будови матеріалів (кристалічні ґратки, структурні дефекти), закономірностей кристалізації та фазових перетворень (на базі діаграми стану залізо-вуглецевих сплавів). Вивчення науково обґрунтованих методів термічної (відпал, нормалізація, гартування) і хіміко-термічної обробки для цілеспрямованої модифікації міцнісних та пластичних властивостей деталей.
- **Інженерно-аналітичне завдання:** Системне вивчення критеріїв раціонального вибору конструкційних матеріалів (вуглецевих і легованих котельних сталей, жароміцних сплавів, чавунів, кольорових металів) для забезпечення абсолютної надійності, довговічності та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів, магістральних теплових мереж, теплообмінників та насосно-компресорних станцій.
- **Діагностичне та превентивне завдання:** Розуміння етіології та фізико-хімічної сутності процесів корозії металів (киснева, вуглекислотна, електрохімічна) у теплоенергетичних установках. Практичне засвоєння алгоритмів та методів антикорозійного захисту, пасивації металів і водопідготовки для запобігання аварійному руйнуванню екранних труб та арматури.

- **Енергоощадне та екологічне завдання:** Засвоєння актуальної номенклатури, маркування за чинними європейськими і національними стандартами (ДСТУ, EN) та експлуатаційних характеристик сучасних неметалевих, теплоізоляційних (наприклад, поліуретанових ПІТ) і вогнетривких матеріалів (шамотних, динасових виробів, жароміцних бетонів). Застосування цих знань для підвищення глобальної енергоефективності обмурівки топків котлів та зменшення тепловтрат у теплових мережах.

- **Організаційно-технологічне завдання:** Розвиток здатності працювати з технічною документацією, дешифрувати марки сплавів, застосовувати на практиці методи неруйнівного і руйнівного контролю (вимірювання твердості) для виявлення дефектів у зварних з'єднаннях та елементах енергетичних конструкцій.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Нормативно-правові документи та академічні стандарти, на основі яких розроблена робоча програма навчальної дисципліни:

Робоча програма навчальної дисципліни «Матеріалознавство» є нормативним документом закладу освіти, що розроблений із суворим дотриманням чинного законодавства та галузевих стандартів. Програма базується на таких фундаментальних документах:

1. Закон України «Про освіту» (із поточними змінами та доповненнями, що регламентують засади державної політики у сфері освіти).
2. Закон України «Про фахову передвищу освіту» (який визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування системи фахової передвищої освіти).
3. Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія» (затверджений Наказом Міністерства освіти і науки України від 16.02.2022 р. № 185).
4. Освітньо-професійна програма (ОПП) «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання» для підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший бакалавр».
5. Національна рамка кваліфікацій (НРК) України (рівень 5, що відповідає короткому циклу вищої освіти та фаховій передвищій освіті).

3.2. Кваліфікаційні, соціально-демографічні та психологічні вимоги до кандидатів на підготовку

- **Освітній ценз (Базовий рівень):** Наявність документа державного зразка про повну загальну середню освіту або диплома кваліфікованого робітника. Кандидати повинні володіти базовими знаннями з природничо-математичних дисциплін (фізика, хімія), необхідними для глибокого розуміння атомно-кристалічної будови металів та фізико-хімічних процесів, що відбуваються в них під час експлуатації.

- **Категорія слухачів (Цільова аудиторія):** Здобувачі фахової передвищої освіти першого курсу, а також дорослі особи, які проходять процедуру перекваліфікації або підвищення кваліфікації. У рамках реалізації державної політики соціальної інтеграції та підтримки, програма повністю адаптована для ветеранів, учасників бойових дій, членів їхніх сімей, а також осіб, які постраждали від наслідків війни, та тих, хто перебуває на етапі психологічної або фізичної реабілітації.

- **Спеціальні (особистісні) вимоги:** Висока академічна мотивація до опанування інженерного фаху, готовність до конструктивного діалогу та здатність працювати в команді. Вимагається беззаперечна повага до мультикультурного, безбар'єрного та інклюзивного освітнього середовища коледжу, а також високий рівень емпатії та дотримання принципів взаємопідтримки.

3.3. Етапи підготовки та структурно-логічна організація освітнього процесу
Підготовка за навчальною дисципліною здійснюється протягом одного навчального семестру і концептуально поділяється на три взаємопов'язані змістові етапи (модулі), що забезпечують поступове та системне занурення у проблематику сучасного матеріалознавства:

- **Етап 1 (Змістовий модуль 1): Основи металознавства та термічної обробки.** Охоплює вивчення атомно-кристалічної будови, дефектів кристалічної решітки, теорії сплавів (зокрема діаграми стану залізо-вуглецевих сплавів) та методів формування оптимізованих властивостей через термічну обробку. Завершується проміжним контролем теоретичних знань та практичних навичок.
- **Етап 2 (Змістовий модуль 2): Матеріали теплоенергетики: сталі, чавуни та спеціальні сплави.** Сфокусований на вузькоспеціалізованому аналізі вуглецевих, легованих, жароміцних і жаростійких сталей, а також чавунів та кольорових металів, що безпосередньо застосовуються в теплоенергетичному обладнанні (колектори, турбіни, теплообмінники). Передбачає розв'язання аналітичних кейсів із дешифрування марок сплавів.
- **Етап 3 (Змістовий модуль 3): Неметалеві, вогнетривкі, теплоізоляційні матеріали та корозія.** Присвячений дослідженню процесів корозійного руйнування в системах теплопостачання, методам антикорозійного захисту, а також застосуванню новітніх вогнетривів і теплоізоляторів для підвищення глобальної енергоефективності котельних агрегатів та теплових мереж. Завершується комплексним підсумковим контролем (Диференційованим заліком).

3.4. Кваліфікаційні вимоги до слухачів, які пройшли підготовку з дисципліни (Компетентнісний профіль)

Після успішного завершення повного курсу підготовки, здобувач фахової передвищої освіти повинен демонструвати сформованість наступних професійних компетенцій:

Слухач повинен ЗНАТИ (Когнітивний домен):

- Фундаментальні основи теорії будови матеріалів, типи кристалічних решіток та природу впливу їх дефектів на макроскопічні експлуатаційні властивості;
- Ключові фази та структурні складові діаграми стану залізо-вуглецевих сплавів (ферит, аустеніт, перліт, цементит);
- Класифікацію, маркування за національними та європейськими стандартами, а також сфери застосування вуглецевих, легованих, жароміцних і котельних сталей, чавунів та сплавів кольорових металів;
- Види корозійного руйнування металів (хімічна, електрохімічна, газова) специфічні для теплоенергетичного обладнання та сучасні превентивні методи антикорозійного захисту;
- Номенклатуру, маркування та фізико-хімічні характеристики сучасних теплоізоляційних і вогнетривких матеріалів, що застосовуються для обмурівки топків та ізоляції трубопроводів.

Слухач повинен ВМІТИ (Праксеологічний домен):

- Технічно грамотно та науково обґрунтовувати вибір конструкційних, теплоізоляційних або спеціальних матеріалів для конкретних вузлів теплоенергетичного обладнання, спираючись на умови їх експлуатації (температура, тиск, агресивність середовища);

- Призначати оптимальні режими термічної та хіміко-термічної обробки (відпал, нормалізація, гартування, відпуск) для отримання заданих експлуатаційних параметрів і підвищення надійності деталей;
- Користуватися довідковою та нормативною літературою (ДСТУ, EN) для дешифрування марок матеріалів, застосовуваних у котлобудуванні та теплових мережах;
- Критично оцінювати ергономічність, екологічність та безпечність використання новітніх матеріалів на виробництві відповідно до жорстких вимог охорони праці.

Слухач повинен ВОЛОДІТИ (Домен автономії та відповідальності):

- Методологією проведення візуального та неруйнівного контролю для виявлення дефектів у зварних з'єднаннях труб теплових мереж та інших елементах будівельних конструкцій;
- Аналітичними навичками порівняння техніко-економічної ефективності різних теплоізоляційних матеріалів (наприклад, традиційної мінеральної вати та попередньо ізольованих труб з пінополіуретаном) з метою розробки заходів щодо зниження тепловтрат;
- Здатністю нести персональну відповідальність за прийняті інженерні рішення щодо підбору матеріалів, повною мірою усвідомлюючи руйнівні наслідки корозії, втоми металу чи повзучості для загальної безаварійності роботи енергосистеми.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Методологічне обґрунтування: Вивчення обов'язкової навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (освітній компонент ОК16) базується на сучасному компетентнісному підході, який є основоположним для європейського освітнього простору та новітніх стандартів фахової передвищої освіти. Згідно зі структурно-логічною схемою та зведеними матрицями Освітньо-професійної програми «Експлуатація теплотехнічного і теплотехнологічного устаткування і систем теплопостачання» (Спеціальність G4.02 / 144 «Теплоенергетика»), ця дисципліна безпосередньо забезпечує системне формування чітко визначеного пулу загальних та спеціальних (фахових) компетентностей. Засвоєння курсу є критично необхідним для подальшого розв'язання складних інженерно-технічних завдань у сфері експлуатації та ремонту енергетичного обладнання.

4.1. Загальні та спеціальні компетентності (ЗК та СК)

Відповідно до Матриці відповідності компетентностей випускника компонентам освітньо-професійної програми (Розділ 5 ОПП), дисципліна ОК16 «Матеріалознавство» забезпечує формування та розвиток наступних компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- **ЗК5.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. *(Здатність імплементувати теоретичні знання щодо кристалічної будови, фазових перетворень та властивостей металів для правильного підбору матеріалів у реальних виробничих умовах котелень та теплових мереж).*
- **ЗК7.** Здатність здійснення безпечної діяльності. *(Фундаментальне розуміння меж міцності, температурних обмежень, повзучості та втоми металу з метою запобігання аварійним руйнуванням обладнання, що працює під високим тиском і за високих температур).*

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

- **СК1.** Здатність застосовувати типові методи для розв'язування професійних, технічних і практичних завдань в галузі теплоенергетики, ефективні методи математики,

фізики, технічних наук. *(Використання законів фізики і хімії для аналізу мікроструктури сплавів, їх корозійної стійкості та теплопровідності).*

- **СК2.** Здатність вимірювати параметри працездатності матеріалів, конструкцій та устаткування в процесі експлуатації теплоенергетичного устаткування теплоелектростанцій і котелень. *(Оцінка твердості, ударної в'язкості, виявлення дефектів зварних швів за допомогою методів неруйнівного контролю для моніторингу деградації металу в часі).*
- **СК8.** Здатність описувати та класифікувати певне коло технічних об'єктів і процесів, що ґрунтується на базових знаннях і розумінні основних технічних теорій та практик, а також суміжних наук. *(Класифікація вуглецевих, легованих та жароміцних сталей, чавунів, а також коректна ідентифікація ізоляційних і вогнетривких матеріалів за їх маркуванням та експлуатаційним призначенням).*
- **СК12.** Здатність знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій, обладнання і процесів, у тому числі і за наявності деякої невизначеності. *(Здатність призначати режими термічної обробки (відпал, нормалізація) для усунення внутрішніх напружень та прогнозувати поведінку матеріалу в умовах агресивного середовища для забезпечення безаварійної роботи).*

4.2. Програмні результати навчання (РН)

Відповідно до Матриці відповідності результатів навчання освітнім компонентам (Розділ 6 ОПП), після успішного засвоєння теоретичного матеріалу та виконання повного циклу практичних і самостійних робіт з дисципліни ОК16, здобувач фахової передвищої освіти досягає наступних результатів:

- **РН11.** Використовувати основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та інструментів, технологій і процесів, що забезпечують вирішення професійних завдань. *(Цей результат гарантує, що майбутній фахівець здатен свідомо обирати марку сталі чи тип ізоляції для ремонту теплотраси чи котла, зважаючи на теплофізичні, механічні та хімічні обмеження конкретного матеріалу).*
- **РН16.** Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики. *(Формування міцного теоретичного підґрунтя з металознавства, що дозволить безперешкодно опановувати наступні фахові дисципліни: «Котельні установки», «Теплові мережі» та «Теплотехнічне обладнання», а також орієнтуватися у новітніх розробках полімерних композитів для теплоізоляції).*

4.3. Інтегрована матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН) та компетентностей

(Для освітнього компонента ОК16 «Металознавство» в межах спеціальності G4.02 «Теплоенергетика»)

Ця матриця візуалізує системний зв'язок між задекларованими результатами навчання та відповідними загальними й спеціальними компетентностями, що формуються під час проходження курсу.

Програмні результати навчання (ПРН)	ЗК5	ЗК7	СК1	СК2	СК8	СК12
РН11. Використовувати основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та	+	+	+		+	

інструментів, технологій і процесів, що забезпечують вирішення професійних завдань.						
РН16. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.	+	+	+	+	+	+

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ

Навчальна програма дисципліни «Матеріалознавство» побудована за модульним принципом із застосуванням сучасних підходів кредитно-модульної системи. Програма забезпечує комплексний розвиток інженерно-аналітичного мислення та формування практичних навичок завдяки збалансованому розподілу аудиторного навантаження та самостійної дослідницької роботи.

5.1. Розрахунок навчального часу

Загальний обсяг дисципліни відповідає вимогам стандарту і становить 4 кредити ЄКТС. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою, а підсумковим контролем є диференційований залік.

Вид навчальної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО за курсом (4 кредити ЄКТС)	120	100%
Аудиторні заняття (всього)	72	60,0%
з них: Лекції (25 пар)	50	41,7%
з них: Практичні заняття (11 пар)	22	18,3%
Самостійна робота слухача (СРС)	48	40,0%
Форма підсумкового контролю:	-	Диференційований Залік (100 балів)

5.2. Розподіл навчальних годин за модулями (Деталізований план)

Викладання здійснюється блоками по 2 академічні години (парно). Розподіл тем лекцій, практичних занять та самостійної роботи жорстко прив'язаний до змістових модулів, що дозволяє поетапно формувати професійні компетентності.

№ з/п	Назва модуля та навчальних занять	Всього (год)	Лекції (год)	Практичні (год)	СРС (год)
I	ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи металознавства та термічної обробки	44	20	8	16
1.1	Лекція 1. Вступ до курсу. Атомно-кристалічна будова металів.	2	2	-	-
1.2	Лекція 2. Типи кристалічних ґраток. Анізотропія та поліморфізм металів.	2	2	-	-
1.3	Лекція 3. Дефекти кристалічної решітки (точкові, лінійні, поверхневі) та їх вплив на властивості.	2	2	-	-

1.4	Лекція 4. Процеси кристалізації металів. Дендритна будова та явище алотропії.	2	2	-	-
1.5	Практичне 1. Аналіз моделей кристалічних ґраток. Візуалізація структурних дефектів.	2	-	2	-
1.6	Лекція 5. Властивості металів і сплавів. Механічні, фізичні та технологічні характеристики.	2	2	-	-
1.7	Лекція 6. Механізм руйнування матеріалів. Втома металів за умов високих температур.	2	2	-	-
1.8	Практичне 2. Методи випробувань металів на твердість (за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом).	2	-	2	-
1.9	Лекція 7. Теорія сплавів. Компоненти, фази, структурні складові. Правило фаз.	2	2	-	-
1.10	Лекція 8. Діаграма стану залізо-вуглецевих сплавів (Fe-Fe ₃ C). Критичні точки.	2	2	-	-
1.11	Лекція 9. Аналіз фазових перетворень: аустеніт, ферит, цементит, перліт, ледебурит.	2	2	-	-
1.12	Практичне 3. Мікроструктурний аналіз залізо-вуглецевих сплавів (робота з мікрошліфами).	2	-	2	-
1.13	Лекція 10. Основи термічної обробки металів. Види відпалу та нормалізація.	2	2	-	-
1.14	Практичне 4. Призначення режимів термічної обробки зварних з'єднань труб теплових мереж.	2	-	2	-
C-1	<i>СРС до Модуля 1 (Візуальні довідники дефектів, підготовка презентацій, альбом мікроструктур)</i>	16	-	-	16
II	ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Матеріали теплоенергетики: сталі, чавуни та спеціальні сплави	42	18	8	16
2.1	Лекція 11. Вуглецеві сталі: класифікація, маркування, сфери застосування.	2	2	-	-
2.2	Лекція 12. Леговані сталі. Вплив легуючих елементів на експлуатаційні властивості.	2	2	-	-

2.3	Практичне 5. Дешифрування марок котельних сталей (20К, 22К, 12Х1МФ) та європейських аналогів.	2	-	2	-
2.4	Лекція 13. Поведінка металів за високих температур: повзучість та релаксація напружень.	2	2	-	-
2.5	Лекція 14. Жароміцні та жаростійкі сталі аустенітного і мартенситного класів.	2	2	-	-
2.6	Лекція 15. Спеціальні матеріали для турбін, пароперегрівників, паропроводів та арматури високого тиску.	2	2	-	-
2.7	Практичне 6. Дослідження проблеми повзучості металів у парових турбінах. Аналіз причин руйнування.	2	-	2	-
2.8	Лекція 16. Чавуни: класифікація за формою графіту (білі, сірі, ковкі, високоміцні).	2	2	-	-
2.9	Лекція 17. Використання сірого чавуну для виготовлення секційних котлів, засувок та насосів.	2	2	-	-
2.10	Практичне 7. Аналіз особливостей застосування чавунів для виготовлення запірної арматури.	2	-	2	-
2.11	Лекція 18. Кольорові метали та їх сплави в теплоенергетиці (мідь, титан, алюміній).	2	2	-	-
2.12	Лекція 19. Латуні та бронзи. Специфіка застосування в конденсаторних трубках та теплообмінниках.	2	2	-	-
2.13	Практичне 8. Структурний аналіз латуней та бронз, застосовуваних у теплообмінному обладнанні.	2	-	2	-
С-2	<i>СРС до Модуля 2 (Дослідження наслідків повзучості металу, каталоги деталей котелень, підготовка схем)</i>	16	-	-	16
ІІІ	ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Неметалеві, вогнетривкі, теплоізоляційні матеріали та корозія	34	12	6	16
3.1	Лекція 20. Основи теорії корозії металів. Хімічна та електрохімічна корозія в теплових мережах.	2	2	-	-

3.2	Лекція 21. Киснева та вуглекислотна корозія всередині котельних труб. Причини виникнення.	2	2	-	-
3.3	Лекція 22. Методи антикорозійного захисту обладнання, пасивація металів та водопідготовка.	2	2	-	-
3.4	Практичне 9. Вивчення видів корозійного руйнування (накип, виразки, свищі) та алгоритми захисту.	2	-	2	-
3.5	Лекція 23. Вогнетривкі матеріали: класифікація, властивості. Шамотні, динасові та високоглиноземні вироби.	2	2	-	-
3.6	Лекція 24. Вимоги до обмурівки топок котельних агрегатів. Застосування жароміцних бетонів.	2	2	-	-
3.7	Практичне 10. Опрацювання маркування вогнетривких виробів за діючими ДСТУ.	2	-	2	-
3.8	Лекція 25. Теплоізоляційні матеріали. Мінеральна вата, скловата, попередньо ізольовані труби (ПІТ) з ППУ.	2	2	-	-
3.9	Практичне 11. Порівняльний техніко-економічний аналіз теплоізоляції трубопроводів (мінвата проти ПІТ ППУ).	2	-	2	-
C-3	<i>СРС до Модуля 3 (Аналіз дефектів від корозії, економічний розрахунок заміни ізоляції, графічні конспекти)</i>	16	-	-	16
	РАЗОМ ЗА КУРСОМ (4 кредити ЄКТС):	120	50		

5.3. Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС)

Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (загальним обсягом 48 академічних годин) є фундаментальною та невід'ємною складовою сучасного освітнього процесу, що спрямована на поглиблення теоретичних знань, розвиток навичок автономного епістемологічного пошуку та формування здатності вирішувати спеціалізовані інженерні задачі у галузі теплоенергетики.

Методологія виконання індивідуальних завдань СРС базується на принципах проєктно-орієнтованого навчання та передбачає створення індивідуального портфолію (цифрового репозитарію) здобувача. Враховуючи інклюзивний характер освітнього середовища, а також наявність в аудиторіях ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які проходять лікування або психологічну реабілітацію, форми звітності за самостійну роботу є максимально гнучкими та адаптивними (Trauma-Informed Approach). Здобувачі мають змогу подавати візуальні довідники, цифрові альбоми та звіти асинхронно, що нівелює стресовий фактор жорсткого публічного захисту та сприяє комфортному засвоєнню складної технічної інформації.

Навчальний матеріал для СРС чітко структурований за трьома змістовими модулями, що забезпечують комплексний професійний розвиток майбутнього теплоенергетика.

Деталізований план самостійної роботи слухачів (СРС)

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи металознавства та термічної обробки (16 годин)		
1.1. Атомно-кристалічна будова металів. Вивчення типів кристалічних решіток та їх дефектів. Дослідження впливу точкових, лінійних та поверхневих дефектів на зміну експлуатаційних характеристик матеріалу.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
1.2. Властивості металів і сплавів. Опрацювання методології випробування металів на твердість (методи за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом).	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
1.3. Теорія сплавів. Аналіз мікроструктурних складових залізо-вуглецевих сплавів та їхньої поведінки під час фазових перетворень.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
1.4. Термічна обробка металів. Дослідження спеціальних видів термічної обробки зварних з'єднань труб теплових мереж для зняття залишкових напружень.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Матеріали теплоенергетики: сталі, чавуни та спеціальні сплави (16 годин)		
2.1. Вуглецеві та леговані сталі. Дешифрування маркування вітчизняних котельних сталей (20К, 22К, 12Х1МФ) та аналітичний пошук їхніх європейських аналогів за стандартами EN.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
2.2. Жароміцні та жаростійкі сплави.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.

Дослідження критичної проблеми повзучості (деформації під навантаженням з часом) металів в умовах парових турбін та паропроводів високого тиску.		
2.3. Чавуни в теплоенергетиці. Особливості застосування білого, сірого та ковкого чавуну для виготовлення запірної арматури, корпусів насосів та секційних чавунних котлів.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
2.4. Кольорові метали та сплави. Вивчення латуней та бронз, їх теплопровідних властивостей та корозійної стійкості, що робить їх незамінними у теплообмінниках та конденсаторах.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Неметалеві, вогнетривкі, теплоізоляційні матеріали та корозія (16 годин)		
3.1. Корозія металів у теплоенергетиці. Вивчення етіології видів корозійного руйнування (киснева, вуглекислотна, електрохімічна) безпосередньо в діючих теплових мережах та агрегатах.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
3.2. Вогнетривкі матеріали. Опрацювання нормативної бази та маркування вогнетривких виробів за діючими ДСТУ, що застосовуються для обмурівки топок котельних агрегатів.	4	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
3.3. Теплоізоляційні матеріали та енергозбереження. Глибокий порівняльний аналіз сучасних матеріалів для теплової ізоляції магістральних трубопроводів (традиційна мінеральна вата проти попередньо ізольованих труб — ПІТ з пінополіуретаном ППУ).	8	Зробити короткий конспект лекції та пройти тест.
РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ:	48	Оцінювання здійснюється згідно з

		рубрикатором (макс. 22 балів за семестр)
--	--	--

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма обов'язкової дисципліни «Матеріалознавство» (ОК16) побудована за модульним принципом і складається з трьох фундаментальних змістових модулів, які логічно та послідовно вивчаються протягом одного навчального семестру. Програма охоплює 25 лекцій (50 годин) та 11 практичних занять (22 години), забезпечуючи комплексний розвиток інженерно-аналітичного мислення здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Розроблена структура інтегрує глибоке засвоєння теоретичних знань із практичним моделюванням виробничих ситуацій (підбір матеріалів, аналіз дефектів, діагностика).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи металознавства та термічної обробки (28 аудиторних годин: Лекції № 1–10, Практичні заняття № 1–4)

Тема 1.1. Атомно-кристалічна будова металів. (Лекції 1-4, Практичне заняття 1). Фундаментальні концепції будови речовини. Кристалічні ґратки металів (об'ємно-центрована кубічна, гранецентрована кубічна, гексагональна щільноупакована). Явища анізотропії та поліморфізму (алотропії) у металах. Класифікація та механізм утворення дефектів кристалічної решітки (точкові, лінійні, поверхневі). Детальний розгляд впливу дислокацій на міцнісні характеристики матеріалів. Термодинамічні та кінетичні умови кристалізації, формування дендритної будови зливку. *Практичний аспект:* Візуальний аналіз моделей кристалічних ґраток та схематичне моделювання структурних дефектів.

Тема 1.2. Властивості металів і сплавів. (Лекції 5-6, Практичне заняття 2). Комплексний аналіз механічних властивостей: міцність, твердість, пластичність, пружність та ударна в'язкість. Фізико-хімічні та технологічні властивості (зварюваність, оброблюваність різанням, ливарні властивості). Особливості поведінки металів в екстремальних умовах експлуатації теплоенергетичного обладнання: механізм втоми металів за високих температур. *Практичний аспект:* Опрацювання стандартних методів випробувань металів на твердість (вимірювання за шкалами Брінелля, Роквелла, Віккерса).

Тема 1.3. Теорія сплавів та діаграма стану Fe-Fe₃C. (Лекції 7-9, Практичне заняття 3). Базові поняття теорії сплавів: компоненти, фази, структурні складові. Правило фаз Гіббса. Побудова, читання та детальний аналіз діаграми стану залізо-вуглецевих сплавів (Fe-Fe₃C). Ідентифікація фазових перетворень на критичних лініях. Характеристика основних структурних складових: аустеніт, ферит, цементит, перліт, ледебурит. *Практичний аспект:* Мікроструктурний аналіз залізо-вуглецевих сплавів, робота з металографічними мікроскопами та еталонними мікрошліфами для визначення структури.

Тема 1.4. Термічна та хіміко-термічна обробка металів. (Лекція 10, Практичне заняття 4). Мета, фізична сутність та види термічної обробки. Технологічні процеси: відпал, нормалізація, гартування та відпуск. Специфіка термічної обробки зварних з'єднань труб теплових мереж для зняття залишкових напружень та запобігання утворенню тріщин. Основи хіміко-термічної обробки: процеси цементації та азотування, що застосовуються для радикального підвищення зносостійкості і твердості деталей запірної арматури. *Практичний аспект:* Розрахунок та призначення режимів термічної обробки для заданих марок сталі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Матеріали теплоенергетики: сталі, чавуни та спеціальні сплави (26 аудиторних годин: Лекції № 11–19, Практичні заняття № 5–8)

Тема 2.1. Вуглецеві та леговані сталі котельного призначення. (Лекції 11-12, Практичне заняття 5). Класифікація сталей за хімічним складом, призначенням та якістю. Аналіз впливу вуглецю та основних легуючих елементів (марганець, кремній, нікель) на міцність і пластичність. Специфічні вимоги до котельних сталей. Маркування та експлуатаційні характеристики сталей марок 20К, 22К, їх безпосереднє застосування для виготовлення барабанів котлів та парових колекторів. *Практичний аспект:* Дешифрування марок вітчизняних котельних сталей (наприклад, 12Х1МФ) та підбір їхніх європейських аналогів за стандартами EN.

Тема 2.2. Жароміцні та жаростійкі сталі і сплави. (Лекції 13-15, Практичне заняття 6). Критерії жаростійкості (окалиностійкості) та жароміцності. Поведінка металів за умов тривалої дії високих температур і напружень: явища повзучості (крип) та релаксації напружень. Принципи легування сталей хромом, молібденом, ванадієм для стабілізації структури. Застосування сталей аустенітного і мартенситного класів для критичних вузлів: труб пароперегрівників, паропроводів та арматури високого тиску. *Практичний аспект:* Дослідження проблеми повзучості металів у парових турбінах, аналіз причин аварійного руйнування лопаток турбін.

Тема 2.3. Чавуни в теплоенергетиці. (Лекції 16-17, Практичне заняття 7). Фізико-механічні особливості чавунів порівняно зі сталями. Класифікація чавунів за формою включень графіту: білі, сірі, ковкі та високоміцні чавуни. Переваги застосування сірого чавуну (високі ливарні властивості, здатність гасити вібрації) для масового виготовлення секційних чавунних котлів, запірних засувов, корпусів циркуляційних насосів. *Практичний аспект:* Складання каталогу деталей теплових мереж із обґрунтуванням вибору конкретної марки чавуну.

Тема 2.4. Кольорові метали та їх сплави. (Лекції 18-19, Практичне заняття 8). Роль кольорових металів в оптимізації теплообмінних процесів. Характеристика міді, алюмінію, титану та їх сплавів. Мідні сплави: латуні (сплави з цинком) та бронзи (сплави з оловом та іншими елементами), їхня виняткова корозійна стійкість та теплопровідність. Використання цих сплавів для виготовлення конденсаторних трубок та пластинчастих теплообмінників. Застосування алюмінієвих сплавів у сучасних радіаторах опалення. *Практичний аспект:* Структурний аналіз латуней та бронз, оцінка їхньої сумісності з теплоносіями.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Неметалеві, вогнетривкі, теплоізоляційні матеріали та корозія (18 аудиторних годин: Лекції № 20–25, Практичні заняття № 9–11)

Тема 3.1. Корозія металів у теплоенергетиці. (Лекції 20-22, Практичне заняття 9). Фізико-хімічна сутність корозійних процесів. Класифікація: хімічна (газова) та електрохімічна корозія в системах тепlopостачання. Специфічні внутрішньокотельні процеси: киснева та вуглекислотна корозія всередині котельних труб та екранних поверхонь нагріву. Ефективні методи антикорозійного захисту обладнання, технології пасивації металів, термічна та хімічна деаерація (водопідготовка). *Практичний аспект:* Аналіз дефектів тепломереж, візуальна ідентифікація свищів, виразок та масштабів відкладень накипу.

Тема 3.2. Вогнетривкі матеріали котелень. (Лекції 23-24, Практичне заняття 10). Класифікація вогнетривких матеріалів за хіміко-мінералогічним складом та вогнетривкістю. Характеристика шамотних, динасових та високоглиноземних вогнетривів. Жорсткі технологічні вимоги до матеріалів для обмурівки (футеровки) топков котлів. Склад та застосування сучасних жароміцних бетонів для монолітної обмурівки. *Практичний*

аспект: Опрацювання ДСТУ та європейських стандартів маркування вогнетривких виробів, розрахунок максимальної робочої температури цеглин.

Тема 3.3. Теплоізоляційні матеріали та енергозбереження. (Лекція 25, Практичне заняття 11). Роль теплоізоляції у стратегії глобального енергозбереження та зменшенні емісії вуглецю. Традиційні неорганічні ізолятори: базальтове (кам'яне) волокно, скловата. Інноваційні технології прокладання теплотрас: попередньо ізольовані труби (ПІТ) з шаром пінополіуретанової ізоляції (ППУ) та гідрозахисною оболонкою. Технологія зниження тепловтрат у магістральних та розподільчих теплових мережах. *Практичний аспект:* Порівняльний техніко-економічний аналіз традиційного канального укладання (скловата) та безканального монтажу теплотрас із застосуванням ПІТ ППУ. Підведення підсумків курсу.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Висока якість фахової підготовки здобувачів освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» за дисципліною «Матеріалознавство» гарантується наявністю потужної, сучасної та диверсифікованої навчально-методичної бази. Забезпечення курсу розроблено з урахуванням європейських стандартів інженерної освіти, вимог до інклюзивності освітнього процесу (зокрема, принципів андрагогіки та trauma-informed підходу для ветеранів і осіб, постраждалих від війни), а також необхідності тісної інтеграції теоретичного навчання з реальними виробничими процесами.

Організація навчального процесу спирається на розгалужену систему методичної, нормативної та цифрової документації.

7.1. Навчально-методичний комплекс (НМК) дисципліни

Комплекс є основним інструментом організації аудиторної та асинхронної самостійної роботи здобувачів і включає наступні обов'язкові компоненти:

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Документи, що регламентують зміст, обсяг, політику та критерії оцінювання курсу. Силабус додатково містить правила інклюзивної комунікації, алгоритми академічної підтримки та умови асинхронного відпрацювання матеріалу для здобувачів, які проходять лікування або реабілітацію.
- **Методичні вказівки до виконання практичних робіт:** Деталізовані покрокові алгоритми для проведення мікроструктурного аналізу залізо-вуглецевих сплавів, розшифровки марок котельних сталей та розрахунку економічної ефективності застосування попередньо ізольованих труб (ПІТ) з пінополіуретаном.
- **Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи (СРС):** Структуровані інструкції для підготовки візуальних довідників дефектів кристалічної решітки, техніко-економічних порівнянь теплоізоляційних матеріалів та створення презентацій-аналізів корозійного руйнування (свищів, виразок).
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів:** Рецензована база тестових завдань для модульного контролю, екзаменаційні/залікові білети з теоретичними питаннями та практичними інженерними кейсами (обґрунтування вибору матеріалу для конкретного елемента теплової схеми), а також матриці (рубрикатори) оцінювання.

7.2. Рекомендована література та нормативно-технічна документація

Перелік літератури базується на фундаментальних академічних виданнях та актуальній нормативній базі, що регламентує експлуатацію теплоенергетичного обладнання.

Базова література:

1. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: підручник. - Львів: Світ, 2016. – 392 с..

2. Матеріалознавство для енергетиків: Навчальний посібник / За ред. О.М. Смирнова. - Київ: КПІ, 2019..

Допоміжна література та фахові ресурси:

1. Спеціалізовані довідники з металознавства та термічної обробки металів.
2. Каталоги сучасних виробників теплоізоляційних матеріалів (мінеральної вати, базальтового волокна) та вогнетривких виробів (шамотних, динасових цеглин).
3. Науково-технічні статті та публікації щодо проблем повзучості металів у парових турбінах та методів антикорозійного захисту в теплових мережах.

Нормативно-технічна документація (Стандарти):

1. Актуальні ДСТУ, ГОСТ та європейські EN стандарти на котельні сталі (наприклад, вимоги до марок 20K, 22K, 12X1МФ).
2. Стандарти на труби для теплових мереж та попередньо ізольовані системи (ПТ ППУ).
3. Нормативні вимоги та маркування теплоізоляційних і вогнетривких матеріалів для обмурівки котельних агрегатів.

7.3. Цифрове, інформаційне та візуальне забезпечення (Digital & Visual Support)

Враховуючи необхідність візуально-орієнтованого викладання складних технічних процесів, курс інтенсивно використовує сучасні цифрові інструменти:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Використання цифрових освітніх платформ (Moodle, Google Classroom) як єдиного хабу для зберігання лекційних презентацій, методичних матеріалів, а також для організації цілодобового асинхронного навчання. Це є критично важливим для забезпечення гнучкості навчального графіку дорослих здобувачів та ветеранів.
- **Бази візуальних даних:** Насичені мультимедійні презентації, що містять схеми кристалізації, анімації утворення дефектів кристалічної решітки, макро- та мікрофотографії структури металів (мікрошліфи фериту, перліту, цементиту).
- **Каталоги дефектів (Visual Defect Logs):** Додатки високоякісних фотографій реальних наслідків втоми металів, повзучості лопаток турбін, зруйнованої запірної арматури та котельних труб, уражених кисневою чи вуглекислотою корозією.
- **Електронні марочники сталей та сплавів:** Застосування спеціалізованих веб-ресурсів та цифрових баз даних для оперативного пошуку хімічного складу, механічних властивостей та міжнародних аналогів (дешифрування марок) сталей і чавунів під час виконання практичних робіт.

7.4. Матеріально-технічне забезпечення аудиторної та практичної роботи

Для повноцінної реалізації практично-орієнтованого підходу освітній процес супроводжується застосуванням реальних фізичних об'єктів та обладнання:

- Натурні зразки вуглецевих, легованих та жароміцних сталей, кольорових сплавів, вогнетривів (шамотні цеглини) і сучасних теплоізоляторів (зрізи ПТ ППУ).
- Елементи зруйнованого теплоенергетичного обладнання для проведення проблемно-орієнтованого навчання (аналіз кейсів руйнування через корозію або втому металу).
- Лабораторне обладнання: твердоміри (Брінелля, Роквелла), металографічні мікроскопи для роботи з мікрошліфами (за наявності доступу до спеціалізованих лабораторій).

8. ВІДОМОСТІ ПРО ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД (Вимоги до кадрового забезпечення)

Якість викладання дисципліни «Матеріалознавство» та формування високопрофесійних компетентностей у здобувачів фахової передвищої освіти забезпечується жорсткими критеріями добору науково-педагогічних та педагогічних працівників. До реалізації освітнього процесу за даним курсом залучаються фахівці, які відповідають наступним кваліфікаційним, професійним та психолого-педагогічним вимогам:

8.1. Освітній та кваліфікаційний ценз (Educational and Qualification Standards)

- **Базова освіта:** Викладання здійснюється спеціалістами, які мають повну вищу інженерно-технічну освіту (освітній ступінь «Магістр» або освітньо-кваліфікаційний рівень «Спеціаліст») за профілем дисципліни (галузь машинобудування, матеріалознавство або енергетики) чи суміжними спеціальностями.
- **Кваліфікаційна категорія:** До викладання допускаються викладачі професійно-теоретичної підготовки, які мають кваліфікаційну категорію не нижче «спеціаліст першої категорії» (рекомендовано «спеціаліст вищої категорії» або наявність наукового ступеня у відповідній інженерній галузі).

8.2. Практичний та виробничий досвід (Practical and Industrial Experience)

- **Експертиза в галузі:** Викладачі повинні мати підтверджений практичний досвід роботи з технічною та проектною документацією сучасного теплоенергетичного обладнання (котелень, теплових мереж, турбін, запірної арматури).
- **Нормативна база:** Глибоке розуміння вітчизняних та міжнародних стандартів (ДСТУ, ГОСТ, EN, ISO) щодо маркування, випробування та сертифікації котельних сталей, чавунів, вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів.
- **Прикладні навички:** Практичний досвід роботи з методами руйнівного та неруйнівного контролю (вимірювання твердості, мікроструктурний аналіз, дефектоскопія зварних з'єднань), що є критичним для забезпечення проблемно-орієнтованого підходу у навчанні.

8.3. Цифрова та методологічна компетентність (Digital and Methodological Competence)

- **Візуально-орієнтоване викладання:** Здатність розробляти та адаптувати навчальний контент з використанням насичених візуальних слайд-презентацій, інтерактивних схем кристалізації, діаграм стану (Fe-Fe₃C) та макро/мікрошліфів для максимального сприяння розумінню складної технічної інформації.
- **Цифрові інструменти:** Вільне володіння системами управління навчанням (LMS Moodle, Google Workspace for Education) для адміністрування освітнього процесу, забезпечення безперебійного електронного, змішаного та асинхронного навчання.

8.4. Психолого-педагогічні вимоги та інклюзивність (Trauma-Informed Approach & Andragogy)

Враховуючи соціально-демографічний профіль слухачів курсу (зокрема дорослих здобувачів, осіб, які проходять перекваліфікацію, ветеранів, учасників бойових дій та осіб, постраждалих від наслідків війни), до викладацького складу висуваються додаткові спеціальні вимоги щодо емоційного інтелекту та психологічної підготовки:

- **Андрагогіка (навчання дорослих):** Здатність викладача відходити від директивної педагогіки, інтегрувати наявний життєвий та виробничий (зокрема, бойовий) досвід слухачів в освітній процес, створюючи партнерські умови взаємодії.
- **Trauma-Informed Care (Педагогіка, обізнана з травмою):** Глибоке розуміння базових принципів взаємодії з особами, які мають посттравматичний стресовий розлад (ПТСД) або проходять фізичну/психологічну реабілітацію.
- **Модерація безпечного середовища:** Вміння створювати безпечне, безбар'єрне та інклюзивне освітнє середовище, засноване на повазі та діалозі. Здатність гнучко керувати

дедлайнами, адаптувати форми контролю (наприклад, можливість заміни усного захисту на асинхронну перевірку портфолію) та професійно запобігати виникненню тригерних ситуацій під час розгляду реальних кейсів промислових аварій чи катастрофічного руйнування енергетичного обладнання.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Організація, системний контроль, облік та безперервний моніторинг якості освітнього процесу з обов'язкової навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК16) супроводжуються розгалуженою системою навчально-методичної та звітної документації. Ця документація забезпечує абсолютну прозорість критеріїв оцінювання, стандартизацію академічних вимог, дотримання принципів академічної доброчесності та повну відповідність освітнього процесу нормам внутрішньої системи забезпечення якості освіти закладу фахової передвищої освіти.

Перелік обов'язкових та рекомендованих форм документів для академічного супроводу даного курсу включає наступні позиції:

1. Силабус навчальної дисципліни (Syllabus) Надається здобувачам фахової передвищої освіти на першому вступному занятті в електронному та/або роздрукованому вигляді. Силабус є своєрідним освітнім «контрактом» між викладачем та слухачем, що деталізує маршрут вивчення курсу металознавства та містить:

- Детальний опис цілей, завдань та очікуваних програмних результатів навчання (РН11, РН16), сформульованих через компетентнісний підхід.
- Структурований тематичний план лекційних та практичних занять із зазначенням конкретних тем для самостійної роботи (наприклад, терміни подачі техніко-економічного порівняння теплоізоляційних матеріалів).
- Політику курсу: правила поведінки в лабораторії матеріалознавства (робота зі зразками металів, твердомірами, мікроскопами), політику щодо дедлайнів, умов асинхронного відпрацювання пропущених практичних занять.
- Політику академічної доброчесності: чіткі правила щодо самостійності виконання аналітичних звітів (CPC), регламентацію недопущення плагіату під час аналізу європейських стандартів (EN) на котельні сталі.
- Детальну шкалу та критерії нарахування балів за поточні та підсумкові види робіт (100-бальна шкала з переведенням у ЄКТС).

2. Журнал обліку навчальних занять (в електронній та/або паперовій формі) Основний документ поточного контролю, який ведеться викладачем для систематичної фіксації освітнього поступу здобувачів. Журнал забезпечує суворий облік:

- Відвідуваності аудиторних занять (лекцій та практичних).
- Поточних балів за виконання 11 практичних робіт (наприклад, розшифровка марок сталей, розрахунок міцності, аналіз мікроструктур).
- Результатів виконання завдань модульного контролю (тестування) після завершення кожного з трьох змістових модулів. Електронний журнал гарантує постійний, відкритий та прозорий доступ слухачів до своїх поточних академічних результатів.

3. Індивідуальний навчальний план здобувача освіти (Individual Study Plan) Офіційний документ, що розробляється для осіб, які навчаються за гнучким або індивідуальним графіком. Цей документ є критично важливим інструментом інклюзії, зокрема для ветеранів, військовослужбовців, осіб, які проходять лікування чи психологічну реабілітацію, або поєднують навчання з роботою за фахом. Він містить:

- Адаптований та узгоджений графік здачі аналітичних презентацій, графічних конспектів та інших завдань самостійної роботи.

- Визначені форми асинхронної звітності (наприклад, можливість надання цифрового портфоліо мікроструктур або відеопрезентації замість очного виступу в аудиторії для зниження стресового навантаження).

4. Портфоліо самостійної роботи здобувача (Student's Independent Work Portfolio)

Навчальний документ (у вигляді цифрового репозитарію, електронної папки або фізичного альбому), що акумулює всі результати самостійної аналітичної та творчої роботи слухача обсягом 48 годин протягом усього семестру. Портфоліо підлягає перевірці і традиційно включає:

- Візуальні довідники дефектів кристалічної решітки та альбоми мікроструктур залізо-вуглецевих сплавів.

- Аналітичні презентації щодо наслідків повзучості металу в парових турбінах та корозійного руйнування котельних труб.

- Техніко-економічні розрахунки доцільності заміни традиційної ізоляції на попередньо ізольовані труби (ПІТ ППУ).

5. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (Диференційована залікова відомість) Документ суворой фінансово-академічної звітності, який підтверджує факт проходження слухачем курсу та засвідчує рівень його успішності. Відомість містить:

- Сумарну кількість балів, набраних за поточну навчальну діяльність (робота на практичних заняттях, виконання СРС, модульний контроль).

- Бали, здобуті безпосередньо під час складання підсумкового контролю — диференційованого заліку.

- Підсумкову комплексну оцінку за 100-бальною шкалою з її обов'язковим переведенням у національну шкалу оцінювання та буквену шкалу ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів фахової передвищої освіти з дисципліни «Матеріалознавство» є багатовимірним, системним та безперервним процесом, що здійснюється за наскрізною 100-бальною шкалою. Система оцінювання розроблена з урахуванням специфіки інженерної підготовки, а також обов'язкового застосування принципів інклюзивності та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що гарантує психологічний комфорт та рівні академічні можливості для всіх слухачів, зокрема ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які проходять етапи фізичної чи психологічної реабілітації.

Підсумкова оцінка за семестр формується як сума балів, накопичених здобувачем за поточну роботу на 11 практичних заняттях (максимум 33 бали), виконання завдань самостійної роботи (максимум 22 балів), результати модульного тестування (максимум 45 балів). Згодом 100-бальна оцінка конвертується у національну шкалу та шкалу ЄКТС.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Період / Види навчальної роботи	Макс. бал
	Робота на практичних заняттях (11 занять):	33

	Оцінюється виконання практичних робіт із розшифровки марок котельних сталей, розрахунку міцності, мікроструктурного аналізу залізо-вуглецевих сплавів та вивчення видів корозії (до 4 балів за кожне заняття).	
	Самостійна робота слухача (СРС): Опрацювання нормативних баз (ДСТУ, EN), підготовка 11 ґрунтовних аналітичних звітів (конспектів) (по 2 балів за кожен звіт (конспект)).	22
	Модульний контроль (Комп'ютерне тестування): Проведення контрольних зрізів знань. Змістовий модуль (максимум по 15 балів).	45
РАЗОМ	(Підсумкова оцінка, що вноситься в Додаток до диплома)	100

10.2. РУБРИКАТОР (МАТРИЦЯ) ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУХАЧІВ

Рубрикатор є стандартизованим інструментом, що забезпечує абсолютну прозорість, об'єктивність та валідність кваліметричних показників під час оцінювання кожного виду робіт.

10.2.1. Оцінювання роботи на практичних заняттях Максимальна кількість балів за семестр: 33 (11 занять по 3 бали). Оцінюванню підлягають точність виконання розрахунків міцності, правильність роботи з мікроскопами та металографічними шліфами, а також безпомилковість дешифрування марок сталей.

Кількість балів	Дескриптор (критерії досягнення результатів)
3 бали (Відмінно)	Здобувач демонструє глибокі теоретичні знання та відмінні практичні навички. Безпомилково розшифровує марки котельних сталей (напр., 12X1МФ), точно аналізує мікроструктури та виконує розрахунки міцності. Активно бере участь в обговоренні, професійно оперує інженерною термінологією.
2 бали (Добре)	Завдання практичної роботи виконано в повному обсязі, проте наявні незначні неточності в алгоритмах розрахунку або одиничні помилки під час роботи з довідниками (ДСТУ) для ідентифікації європейських аналогів матеріалів.
1 бали (Задовільно)	Здобувач володіє базовим теоретичним матеріалом, але практичне завдання виконує невпевнено, потребує постійних підказок викладача. Аналіз мікроструктур поверхневий, розшифровка марок містить суттєві помилки.
0 балів (Незадовільно)	Повна відсутність знань, відмова від виконання практичного завдання (роботи з обладнанням) без поважних причин. Порушення правил техніки безпеки в лабораторії матеріалознавства.
Trauma-Informed підхід	Якщо слухач-ветеран або особа з наслідками бойової травми відчуває психологічний дискомфорт під час колективного обговорення або усного захисту практичної роботи, відмова відповідати усно не

<i>(Особлива умова)</i>	карається зниженням балів. Викладач забезпечує можливість асинхронної письмової здачі звіту через систему LMS.
-------------------------	---

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (СРС) Максимальна кількість балів за семестр: 22. Оцінюється якість опрацювання нормативних баз та підготовка комплексних звітів/презентацій та тесту (по 2 бали) щодо сучасних теплоізоляційних (наприклад, ПІТ ППУ) та вогнетривких матеріалів для обмурівки котлів.

Кількість балів	Дескриптор (критерії досягнення результатів)
2 бали <i>(Відмінно)</i>	Здобувач демонструє глибокі теоретичні знання та відмінні практичні навички. Безпомилково розшифровує марки котельних сталей (напр., 12Х1МФ), точно аналізує мікроструктури та виконує розрахунки міцності. Активно бере участь в обговоренні, професійно оперує інженерною термінологією.
1.5 бали <i>(Добре)</i>	Завдання практичної роботи виконано в повному обсязі, проте наявні незначні неточності в алгоритмах розрахунку або одиничні помилки під час роботи з довідниками (ДСТУ) для ідентифікації європейських аналогів матеріалів.
1 бали <i>(Задовільно)</i>	Здобувач володіє базовим теоретичним матеріалом, але практичне завдання виконує невпевнено, потребує постійних підказок викладача. Аналіз мікроструктур поверхневий, розшифровка марок містить суттєві помилки.
0 балів <i>(Незадовільно)</i>	Повна відсутність знань, відмова від виконання практичного завдання (роботи з обладнанням) без поважних причин. Порушення правил техніки безпеки в лабораторії матеріалознавства.
Trauma-Informed підхід <i>(Особлива умова)</i>	Якщо слухач-ветеран або особа з наслідками бойової травми відчуває психологічний дискомфорт під час колективного обговорення або усного захисту практичної роботи, відмова відповідати усно не карається зниженням балів. Викладач забезпечує можливість асинхронної письмової здачі звіту через систему LMS.

10.2.3. Оцінювання модульного контролю (Тестування). Максимальна кількість балів: 15. Проводиться у формі закритого комп'ютерного тестування.

Бали за 1 звіт (макс. 10)	Рівень	Дескриптор (критерії досягнення результатів)
10-15 балів	Відмінно	Аналітичний звіт або презентація виконані бездоганно. Здобувач провів глибоке техніко-економічне порівняння матеріалів (наприклад, скловати та пінополіуретану), використав актуальні ДСТУ та фотографії. Повна відсутність плагіату. Дедлайни дотримано.
7-9 балів	Добре	Матеріал опрацьовано якісно, але аналітична частина (порівняння переваг/недоліків) є недостатньо глибокою. Наявні незначні огріхи в оформленні документа чи візуалізації теплоізоляційних матеріалів.
4-6 балів	Задовільно	Звіт має репродуктивний (описовий) характер. Здобувач обмежився копіюванням загальновідомої інформації без прив'язки до реальних потреб теплоенергетичної галузі. Власні висновки відсутні.
0-3 бали	Незадовільно	Завдання не виконано, або виявлено грубий академічний плагіат. Робота не відповідає темі (наприклад, розглянуто побутову ізоляцію замість промислових вогнетривких бетонів).

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Вибір та імплементація методів навчання для нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК16) базується на концепції практично-орієнтованого підходу, що є фундаментальним для підготовки висококваліфікованих фахівців за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Методологія курсу органічно поєднує класичну інженерну дидактику із сучасними інноваційними технологіями, принципами інклюзивної освіти та андрагогіки (навчання дорослих).

Враховуючи соціально-демографічну специфіку інтегрованих навчальних груп, до складу яких входять дорослі здобувачі, особи, які проходять перекваліфікацію, ветерани, члени їхніх сімей та особи, які постраждали від наслідків війни, освітній процес вимагає максимальної гнучкості. Тому базовою умовою реалізації всіх методів є беззаперечне застосування trauma-informed підходу (педагогіки, обізнаної з травмою) для гарантування психологічної безпеки та безбар'єрності освітнього середовища.

11.1. Проблемно-орієнтовані та практичні методи (Engineering Problem-Based Learning) Ця група методів є ключовою для формування здатності здобувачів розв'язувати реальні спеціалізовані задачі в галузі експлуатації теплотехнічного устаткування.

- **Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning):** Замість сухого викладу теорії, вивчення матеріалу будується навколо розгляду реальних виробничих випадків (інженерних кейсів). Здобувачі аналізують конкретні ситуації катастрофічного руйнування котельних труб, запірної арматури чи лопаток турбін через розвиток кисневої корозії, повзучість металу або його термічну втому.

- **Практичне моделювання (Practical Modeling):** Відпрацювання навичок самостійної роботи з нормативно-технічною документацією. Студенти здійснюють моделювання виробничих процесів підбору матеріалів-аналогів за довідниками та базами стандартів (ДСТУ, EN) під час планування ремонту обладнання котелень чи магістральних теплових мереж.

- **Метод технічної діагностики та лабораторного аналізу:** Практичне застосування методів визначення твердості металів (за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом) та візуальної ідентифікації видів корозійного руйнування (виразки, свищі) безпосередньо на натурних зразках.

11.2. Візуально-орієнтовані та когнітивні методи (Visually-Oriented & Cognitive Teaching)

Враховуючи високу складність фізико-хімічних процесів, що розглядаються в курсі (кристалізація, фазові перетворення, дифузія), пріоритет надається візуалізації інформації для зниження когнітивного навантаження.

- **Візуально-орієнтоване викладання:** Активне та систематичне використання на лекційних заняттях насичених мультимедійних слайд-презентацій. Матеріал подається з мінімумом суцільного тексту, натомість застосовуються чіткі, структуровані короткі тези, об'ємні схеми кристалізації, анімовані діаграми стану (Fe-Fe₃C) та високоякісні зображення мікрошліфів (фериту, перліту, мартенситу). Це максимально сприяє глибокому розумінню та запам'ятовуванню складної технічної інформації.

- **Метод наочної демонстрації:** Використання на заняттях реальних фізичних зразків. Викладач демонструє макети кристалічних ґраток, колекції мінералів, натурні зразки котельних сталей, чавунів, кольорових металів, а також фрагменти шамотних цеглин та попередньо ізольованих труб (ПІТ) з пінополіуретаном.

- **Структурно-логічне конспектування:** Залучення здобувачів до створення власних графічних конспектів, порівняльних матриць (наприклад, порівняння режимів термічної обробки: відпал проти нормалізації) та карток-шпаргалок для дешифрування маркування сплавів.

11.3. Інклюзивний та Trauma-Informed підхід (Створення психологічно безпечного середовища)

Адаптація освітніх методів до психологічного стану та життєвого досвіду здобувачів є критичною вимогою сучасного навчального процесу.

- **Валідація життєвого та бойового досвіду:** Викладач ставиться з глибокою повагою до практичного досвіду дорослих слухачів та ветеранів. Їхнє розуміння надійності техніки, роботи механізмів у стресових умовах або характеристик металів органічно інтегрується в академічну дискусію (наприклад, обговорення балістичних чи міцнісних характеристик сталей та композитів), за умови психологічної готовності здобувача до такого обговорення.

- **Модерація тригерних тем (Правило екологічності):** Розглядаючи інженерні катастрофи (розриви котлів, аварії на ТЕЦ через втому металу), викладач подає інформацію виключно в сухому технічному ключі, уникаючи надмірної драматизації чи деталізації наслідків, які можуть стати психологічним тригером для осіб із посттравматичним досвідом. Здобувач має право тимчасово покинути заняття без пояснення причин, якщо обговорення викликає дискомфорт.

- **Альтернативна та адаптивна валідація знань:** Заміна стресових методів контролю (публічний виступ, захист біля дошки) на більш комфортні формати (захист у

форматі бесіди «один на один», подання візуальних звітів через електронні платформи) для осіб, які відчувають комунікативні труднощі у зв'язку з проходженням реабілітації.

11.4. Методи самостійної, проєктної та електронної роботи (E-learning & Autonomous Learning)

Для розвитку навичок безперервної освіти та самостійного епістемологічного пошуку інтенсивно застосовуються цифрові технології.

- **Метод проєктів та техніко-економічного аналізу:** Здобувачі самостійно виконують комплексні розрахункові та аналітичні завдання. Наприклад, проведення самостійного порівняльного техніко-економічного аналізу ефективності використання традиційної скловати та сучасних шкаралуп із пінополіуретану для теплової ізоляції магістральних трубопроводів.
- **Змішане навчання (Blended Learning):** Інтеграція аудиторної роботи з ресурсами систем управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom). Здобувачі мають змогу асинхронно опрацьовувати лекційний матеріал, переглядати відео мікроструктурного аналізу металів та проходити тренувальні модульні тестування в зручний для них час.
- **Метод реферативного огляду:** Самостійне опрацювання нормативних баз (ДСТУ, EN) та наукової літератури для підготовки структурованих аналітичних звітів (наприклад, реферативний огляд проблеми впливу накипу на температурний режим і жароміцність екранних труб водогрійних котлів).

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Політика вивчення нормативної дисципліни «Матеріалознавство» є фундаментальною та невід'ємною складовою внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти. Вона ґрунтується на принципах студентоорієнтованого та проблемно-орієнтованого навчання, академічної доброчесності, інклюзивності та беззаперечної психологічної і фізичної безпеки. Усі учасники освітнього процесу зобов'язані неухильно дотримуватися цих правил для створення максимально сприятливого, прозорого та ефективного академічного середовища.

12.1. Політика академічної доброчесності (Academic Integrity Policy)

Забезпечення дотримання академічної доброчесності є критичною вимогою до всіх здобувачів освіти під час підготовки інженерних кадрів. Будь-які прояви академічної недоброчесності (плагіат, фабрикація даних, списування) суворо переслідуються:

- **Самостійність виконання:** Здобувачі зобов'язані абсолютно самостійно виконувати практичні роботи (зокрема розшифровку марок сталей) та індивідуальні завдання СРС.
- **Заборона плагіату:** Плагіат з інтернет-джерел при підготовці аналітичних звітів, графічних конспектів та техніко-економічних порівнянь категорично не допускається. Усі запозичені дані з технічної літератури або каталогів виробників (наприклад, характеристики теплоізоляційних матеріалів) повинні мати коректні посилання на першоджерела.
- **Регламентация використання штучного інтелекту (AI Tools):** Використання систем генеративного штучного інтелекту дозволяється виключно як допоміжного інструменту (для швидкого пошуку європейських стандартів EN, перевірки розрахункових формул міцності або фактчекінгу). Використання ШІ для повної генерації фінального звіту СРС або відповідей на модульному контролі суворо заборонено. У разі виявлення такого факту робота анулюється (0 балів) з обов'язковою вимогою перескладання.

12.2. Політика безпеки та охорони праці в лабораторії (Health & Safety Policy)

Специфіка вивчення матеріалознавства вимагає безпосереднього контакту з промисловим обладнанням та зразками металів, що зумовлює підвищені вимоги до дисципліни:

- **Безпека життєдіяльності:** Під час роботи в лабораторії матеріалознавства (зокрема під час роботи з важкими натурними зразками, металографічними мікроскопами, твердомірами та реактивами для травлення шліфів) обов'язкове суворе дотримання правил техніки безпеки.
- **Допуск до роботи:** Перед початком циклу лабораторно-практичних занять кожен слухач проходить цільовий інструктаж із техніки безпеки. Особи, які порушують правила безпечного поводження з обладнанням або ігнорують засоби індивідуального захисту, негайно усуваються від виконання практичної роботи.

12.3. Trauma-Informed підхід та психологічна безпека (Trauma-Informed Approach)

Враховуючи наявність в аудиторіях слухачів із різним життєвим досвідом (ветеранів, учасників бойових дій, осіб, які постраждали від наслідків війни та проходять реабілітацію), дисципліна викладається з обов'язковим дотриманням принципів педагогіки, обізнаної з травмою:

- **Правило «Стоп-слова» (Екологічність контенту):** Вивчення втоми металів, корозії та повзучості часто супроводжується аналізом реальних промислових аварій (руйнування котельних установок, вибухи паропроводів). Кожен здобувач має беззаперечне право зупинити обговорення певної теми або тимчасово покинути аудиторію, якщо візуальний чи текстовий матеріал викликає психологічний дискомфорт (тригер). Це не потребує жодних пояснень та не впливає на академічну успішність.
- **Адаптивність форм контролю:** Якщо публічний захист звіту СРС або усна відповідь на практичному занятті викликають надмірний стрес, викладач забезпечує можливість альтернативної письмової або асинхронної звітності (через систему LMS).

12.4. Етика комунікації та інклюзивність (Communication Ethics and Inclusivity)

Освітнє середовище базується на принципах рівності, колегіальності та взаємоповаги, що імітує сучасну корпоративну культуру енергетичних компаній:

- **Валідація практичного досвіду:** Викладач та слухачі ставляться з глибокою повагою до виробничого, життєвого та бойового досвіду один одного. Залучення практичного досвіду ветеранів до обговорення міцнісних характеристик сталей або їхньої поведінки в екстремальних умовах всебічно заохочується.
- **Академічний діалог:** Дискусії щодо техніко-економічної ефективності різних матеріалів (наприклад, вибір між скловатою та ПІТ ППУ) повинні вестися виключно аргументовано, з використанням професійної інженерної термінології. Будь-які прояви дискримінації, ейджизму або знецінювання знань колег є категорично неприпустимими.

12.5. Політика відвідування та асинхронного навчання (Attendance Policy)

Відвідування аудиторних занять є критично важливим для формування інженерного мислення, проте політика курсу є максимально адаптивною:

- **Відпрацювання практичних занять:** Відпрацювання пропущених практичних занять є суворо обов'язковим. Здобувач повинен самостійно проаналізувати мікроструктури чи виконати розрахунки за індивідуальним варіантом і захистити роботу викладачу під час консультацій.
- **Компенсація лекційного матеріалу:** Пропуски лекційних занять компенсуються самостійним опрацюванням теоретичного матеріалу (конспектів, відеоматеріалів, презентацій), які розміщені в електронній системі дистанційного навчання (LMS).

- **Поважні причини:** Пропуски через військову службу, медичне лікування, реабілітацію або повітряні тривоги вважаються поважними і не тягнуть за собою жодних штрафних санкцій.

12.6. Політика щодо дедлайнів та перескладання (Deadline and Retake Policy)

Для забезпечення ефективного тайм-менеджменту та систематичності освітнього процесу впроваджено наступні алгоритми:

- **Гнучкі дедлайни:** Завдання для самостійної роботи (СРС), створення візуальних довідників дефектів та альбомів мікроструктур здаються за узгодженими дедлайнами.
- **Пролонгація термінів:** Для здобувачів, які перебувають у кризових ситуаціях або проходять лікування, терміни подачі аналітичних звітів пролонгуються в індивідуальному порядку без втрати рейтингових балів.
- **Необґрунтоване порушення термінів:** Систематична затримка здачі практичних робіт без поважної причини та без попереднього інформування викладача може призвести до пропорційного зниження максимального бала за відповідне завдання.
- **Перескладання (Покращення результату):** Здобувач освіти має право на перескладання модульного комп'ютерного тестування для підвищення свого рейтингового бала у спеціально відведений час (до початку екзаменаційної/залікової сесії).

12.7. Корпоративна культура та використання гаджетів (Digital & Corporate Culture)

Атмосфера на лекціях та практичних заняттях з матеріалознавства максимально наближена до професійного середовища інжинірингових компаній:

- **Цільове використання гаджетів:** Використання смартфонів, планшетів чи ноутбуків на заняттях всебічно заохочується, якщо вони застосовуються як інструменти освітнього пошуку. Дозволяється доступ до цифрових каталогів ДСТУ/EN для дешифрування марок сталей, пошуку теплофізичних властивостей вогнетривів або використання LMS платформи.
- **Етикет:** Використання електронних пристроїв для розваг, соціальних мереж чи неакадемічного спілкування під час роботи з мікроскопами або викладу теоретичного матеріалу є грубим порушенням академічної етики.

13. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ (СРС)

Методологічне обґрунтування: Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС) є фундаментальною та невід'ємною складовою сучасного освітнього процесу, що спрямована на поглиблення теоретичних знань, розвиток навичок автономного епістемологічного пошуку та формування здатності розв'язувати комплексні інженерно-технічні задачі в галузі експлуатації теплоенергетичного обладнання.

Загальний обсяг самостійної роботи становить 48 академічних годин. Методологія виконання індивідуальних завдань базується на принципах проєктно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning) та інтегрує елементи дуальної освіти. Враховуючи інклюзивний характер навчальних груп, до складу яких входять дорослі здобувачі, ветерани, учасники бойових дій та особи, які проходять перекваліфікацію або психологічну реабілітацію, форми звітності за СРС є максимально гнучкими. Застосування trauma-informed підходу дозволяє здобувачам презентувати результати своїх досліджень в асинхронному цифровому форматі (створення візуальних довідників, техніко-економічних звітів), що нівелює академічний стрес та забезпечує комфортне індивідуальне просування освітньою траєкторією.

Навчальний матеріал для СРС чітко структурований за чотирма магістральними напрямками, що забезпечують системний професійний розвиток майбутнього теплоенергетика.

НАПРЯМ 1: Аналітичне опрацювання нормативно-технічної документації та галузевих стандартів (12 годин)

Цей напрям орієнтований на формування стійких навичок роботи з чинною нормативною базою, довідниками та міжнародними стандартами якості. Фахівець повинен вміти вільно орієнтуватися у маркуванні металопродукату та вогнетривів.

- **Завдання 1.1. Аналітичне порівняння котельних сталей.**
 - *Зміст завдання:* Складання порівняльних таблиць характеристик трубних сталей для теплових мереж (ПТ) українського та європейського виробництва.
 - *Деталізація:* Здобувачі здійснюють порівняльний аналіз вітчизняних марок (наприклад, 20К, 22К, 12Х1МФ) та їхніх європейських аналогів за стандартами EN. У рамках підготовки до дуальної форми здобуття освіти, особлива увага приділяється вивченню специфікацій матеріалів трубного прокату, що виробляються або використовуються на підприємствах-партнерах машинобудівної галузі, таких як ТОВ «Інтерпайп».
 - *Форма звітності:* Зведена порівняльна електронна таблиця із зазначенням хімічного складу, межі плинності, межі міцності та умов зварюваності матеріалів.
- **Завдання 1.2. Дослідження вогнетривких матеріалів котелень.**
 - *Зміст завдання:* Опрацювання маркування вогнетривких виробів за сучасними стандартами та підбір матеріалів для футеровки камери згоряння твердопаливного котла.
 - *Деталізація:* Вивчення класифікації шамотних, динасових та високоглиноземних виробів, аналіз діючих ДСТУ щодо їх вогнетривкості та термостійкості.
 - *Форма звітності:* Графічний конспект-довідник, що містить ілюстрації різних типів цеглин та жароміцних бетонів із розшифровкою їхнього буквено-цифрового маркування.

НАПРЯМ 2: Техніко-економічний аналіз та інжиніринг енергозбереження (12 годин)

Даний блок завдань вимагає від здобувача освіти синтезу знань з матеріалознавства, теплотехніки та економіки виробництва для розробки ефективних стратегій зниження тепловтрат.

- **Завдання 2.1. Економічне обґрунтування теплової ізоляції.**
 - *Зміст завдання:* Аналіз теплоізоляційних матеріалів: розрахунок економічної ефективності заміни традиційної скловати на шкаралупи з пінополіуретану для заданої ділянки теплотраси.
 - *Деталізація:* Проведення комплексного розрахунку техніко-економічної ефективності (Feasibility Study). Здобувач повинен аргументувати переваги попередньо ізольованих труб (ПТ ППУ) з погляду гідроскопічності, коефіцієнта теплопровідності та довговічності.
 - *Форма звітності:* Аналітична таблиця (матриця переваг та недоліків) доповнена розрахунковою частиною термінів окупності модернізації заданої ділянки мережі.
- **Завдання 2.2. Оптимізація вибору матеріалів для запірної арматури.**
 - *Зміст завдання:* Дослідження властивостей сірих, ковких чавунів та кольорових сплавів (латуней, бронз) в умовах експлуатації теплообмінників та арматури.

- *Деталізація:* Ознайомлення з реальними промисловими сортаментами підприємств-партнерів (наприклад, ТОВ «ДАЗ», ТОВ «Аксор індастрі» або ТОВ «НВП РГЧ»). Аналіз стійкості цих матеріалів до кавітації та гідроударів.

- *Форма звітності:* Технічна презентація «Каталог деталей котельні», що включає фотографії засувок, вентилів та насосів із детальним обґрунтуванням використаного сплаву.

НАПРЯМ 3: Науково-дослідницька робота та аналіз експлуатаційних дефектів (12 годин)

Цей етап орієнтований на розвиток здатності виявляти причинно-наслідкові зв'язки між порушенням температурних режимів та деградацією мікроструктури металу.

- **Завдання 3.1. Дослідження впливу накипоутворення.**

- *Зміст завдання:* Підготовка реферативного огляду на тему: «Вплив накипу на температурний режим і жароміцність екранних труб водогрійних котлів».

- *Деталізація:* Глибокий аналіз теплофізичних процесів, що відбуваються на межі середовищ «метал-накип-вода». Здобувач має пояснити механізм локального перегріву металу (утворення віддулин, свищів), що призводить до катастрофічного зниження його межі міцності та повзучості.

- *Форма звітності:* Структурований академічний звіт (реферативний огляд) обсягом 5-7 сторінок із обов'язковим списком використаних наукових джерел.

- **Завдання 3.2. Візуальний моніторинг корозійного руйнування.**

- *Зміст завдання:* Самостійне вивчення етіології кисневої та вуглекислотної корозії в системах теплопостачання.

- *Деталізація:* Збір візуальних даних щодо видів хімічної та електрохімічної корозії металів, що застосовуються в теплоенергетиці.

- *Форма звітності:* Цифровий альбом-каталог дефектів. Здобувач формує презентацію з фотографіями уражених корозією труб, доповнюючи кожне зображення коротким описом механізму руйнування та тезами щодо сучасних методів антикорозійного захисту (пасивація, водопідготовка).

НАПРЯМ 4: Систематизація знань та підготовка до підсумкових контрольних заходів (12 годин)

Завершальний етап самостійної роботи, що має на меті загальну консолідацію вивченого матеріалу та академічну підготовку до фінального етапу оцінювання.

- **Завдання 4.1. Систематизація теорії металознавства.**

- *Зміст завдання:* Консолідація знань щодо атомно-кристалічної будови, дефектів кристалічної решітки та методів термічної обробки зварних з'єднань.

- *Деталізація:* Відпрацювання вміння читати діаграму стану залізо-вуглецевих сплавів (Fe-Fe₃C), ідентифікувати критичні точки та фазові перетворення (аустеніт, ферит, цементит, перліт).

- *Форма звітності:* Виконання серії тренувальних лексико-технічних тестів у системі управління навчанням (LMS Moodle/Google Classroom) для самоперевірки.

- **Завдання 4.2. Підготовка до розв'язання інженерного кейса.**

- *Зміст завдання:* Підготовка до комплексного диференційованого заліку.

- *Деталізація:* Самостійне моделювання виробничих ситуацій щодо обґрунтування вибору матеріалу для специфічних вузлів енергетичного обладнання (наприклад, вибір марки сталі для пароперегрівника, що працює за температури 540 °C). Здобувач вчиться аргументувати свої інженерні рішення, описуючи не лише переваги

обраного матеріалу, але й його обмеження та необхідність спеціальної хіміко-термічної обробки.

○ *Форма звітності:* Успішне проходження диференційованого заліку із захистом обґрунтування.

14. ОРІЄНТОВНИЙ КОМПЛЕКСНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ТА ПРАКТИЧНИХ КЕЙСІВ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Методологічне обґрунтування підсумкового контролю: Екзаменаційний (заліковий) комплекс з обов'язкової навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК16) спрямований на багатовимірну, об'єктивну та комплексну верифікацію набутих здобувачами освіти загальних і спеціальних компетентностей (ЗК5, ЗК7, СК1, СК2, СК8, СК12), а також програмних результатів навчання (РН11, РН16) відповідно до вимог Стандарту фахової передвищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Структура білета підсумкового контролю побудована на принципах проблемно-орієнтованого навчання (Problem-Based Learning) і дозволяє оцінити не лише репродуктивне відтворення теорії, а й глибину інженерного мислення, здатність аналізувати технічну інформацію та готовність приймати обґрунтовані рішення щодо вибору матеріалів для експлуатації теплотехнічного устаткування. Екзаменаційна (залікова) процедура передбачає безумовне застосування trauma-informed підходу: для здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які проходять лікування або психологічну реабілітацію, передбачена можливість заміни усного захисту на виконання письмового інженерного кейса без жорстких часових обмежень.

Екзаменаційний (заліковий) білет складається з чотирьох фундаментальних блоків, кожен з яких охоплює специфічний вимір професійної діяльності фахового молодшого бакалавра з теплоенергетики.

БЛОК 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ ДОМЕН: ФУНДАМЕНТАЛЬНЕ МЕТАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕРМІЧНА ОБРОБКА

Цей блок вимагає від здобувача глибокого розуміння фізико-хімічної природи матеріалів, механізмів формування їхніх властивостей та методів структурної модифікації.

1. **Атомно-кристалічна будова:** Охарактеризуйте основні типи кристалічних ґраток металів. Поясніть явища анізотропії та поліморфізму (алотропії) на прикладі заліза.
2. **Дефекти будови:** Назвіть точкові, лінійні та поверхневі дефекти кристалічної решітки. Поясніть механізм впливу дислокацій на міцнісні та пластичні характеристики металів.
3. **Процес кристалізації:** Опишіть термодинамічні та кінетичні умови кристалізації металів. Як утворюється дендритна будова зливку і як вона впливає на експлуатаційні властивості деталей?
4. **Механічні властивості та їх випробування:** Дайте визначення міцності, твердості, пластичності та ударної в'язкості. Порівняйте методики випробування металів на твердість за Брінеллем, Роквеллом та Віккерсом.
5. **Теорія сплавів та фазові перетворення:** Сформулюйте поняття компонента, фази та структурної складової. Поясніть сутність правила відрізків та правила фаз Гіббса.
6. **Діаграма Fe-Fe₃C:** Відтворіть діаграму стану залізо-вуглецевих сплавів. Охарактеризуйте критичні точки та основні фази: аустеніт, ферит, цементит, перліт, ледебурит.
7. **Основи термічної обробки:** Поясніть мету та фізичну сутність термічної обробки. Зробіть порівняльний аналіз процесів відпалу та нормалізації.

8. **Гартування та відпуск:** Опишіть технологію гартування сталі та утворення мартенситної структури. Яке призначення видів відпуску (низький, середній, високий)?

9. **Хіміко-термічна обробка:** Розкрийте механізм процесів цементації та азотування. Обґрунтуйте доцільність їх застосування для підвищення зносостійкості деталей запірної арматури.

10. **Термообробка зварних швів:** Чому виникає необхідність призначення термічної обробки зварних з'єднань труб теплових мереж? Які режими використовуються для зняття залишкових напружень?

БЛОК 2. СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ДОМЕН: МАТЕРІАЛИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Блок орієнтований на перевірку здатності класифікувати, дешифрувати маркування та визначати сфери застосування промислових сплавів в умовах теплоенергетичного підприємства.

1. **Вуглецеві сталі:** Наведіть класифікацію вуглецевих сталей за якістю та призначенням. Як впливає вміст вуглецю на механічні та технологічні властивості (зварюваність) матеріалу?

2. **Леговані сталі:** Розкрийте вплив основних легуючих елементів (хром, нікель, молібден, марганець) на структуру та експлуатаційні властивості сталей.

3. **Котельні сталі:** Поясніть специфічні вимоги до матеріалів для виготовлення барабанів котлів та колекторів. Дешифруйте марки котельних сталей 20К, 22К та 12Х1МФ.

4. **Поведінка металу за високих температур:** Дайте визначення явищам повзучості (крипу) та релаксації напружень металів. Як ці процеси впливають на довговічність парових турбін та паропроводів високого тиску?

5. **Жароміцні та жаростійкі матеріали:** У чому різниця між жароміцністю та жаростійкістю (окалиностійкістю)? Охарактеризуйте жароміцні сталі аустенітного і мартенситного класів для труб пароперегрівників.

6. **Чавуни в котлобудуванні:** Наведіть класифікацію чавунів за формою графіту. Поясніть мікроструктуру білих, сірих, ковких та високоміцних чавунів.

7. **Експлуатація чавунних виробів:** Обґрунтуйте техніко-економічну доцільність використання сірого чавуну для масового виготовлення секційних чавунних котлів, засувки та корпусів насосів.

8. **Кольорові метали:** Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості міді, алюмінію та титану в контексті їх застосування в теплоенергетиці.

9. **Сплави на основі міді:** Дайте порівняльну характеристику латуней та бронз. Чому саме ці сплави є безальтернативними для виготовлення конденсаторних трубок та теплообмінного обладнання?

10. **Алюмінієві сплави:** Проаналізуйте переваги та недоліки використання алюмінієвих сплавів у сучасних системах опалення (радіаторах).

БЛОК 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ДОМЕН: НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ, ВОГНЕТРИВИ ТА КОРОЗІЯ

Блок перевіряє знання процесів деградації матеріалів та вміння добирати теплоізоляцію і вогнетривки для забезпечення максимальної енергоефективності.

1. **Основи корозії:** Розкрийте фізико-хімічну сутність хімічної (газової) та електрохімічної корозії металів у системах теплопостачання.

2. **Внутрішньокотельна корозія:** Поясніть етіологію та механізми розвитку кисневої та вуглекислотної корозії всередині екранних котельних труб.
3. **Методи антикорозійного захисту:** Перелічіть та охарактеризуйте сучасні методи захисту теплоенергетичного обладнання: технології пасивації металів, термічну деаерацію та хімічну водопідготовку.
4. **Вогнетривкі матеріали:** Наведіть класифікацію вогнетривів за хіміко-мінералогічним складом. Які нормативні вимоги висуваються до матеріалів для обмурівки (футеровки) топок котельних агрегатів?
5. **Типи вогнетривів:** Дайте порівняльну характеристику шамотних, динасових та високоглиноземних вогнетривів. Де застосовуються жароміцні бетони?
6. **Теплоізоляційні матеріали:** Охарактеризуйте традиційні неорганічні ізолятори: базальтове (кам'яне) волокно та скловату. Які їхні теплофізичні властивості та межі застосування?
7. **Сучасні технології ізоляції:** Поясніть конструкцію попередньо ізольованих труб (ПІТ) з шаром пінополіуретанової ізоляції (ППУ). У чому полягає стратегія енергозбереження при зниженні тепловтрат у теплових мережах?
8. **Вплив накипу:** Як відкладення накипу впливають на температурний режим, коефіцієнт теплопередачі та жароміцність екранних труб водогрійних котлів?

БЛОК 4. ПРАКТИЧНІ ІНЖЕНЕРНІ СИТУАЦІЇ ТА КЕЙСИ (Professional Engineering Case Studies)

Цей практичний блок вимагає від здобувача застосування набутих знань (PH11, PH16) для розв'язання реалістичних виробничих проблем машинобудівної та теплоенергетичної галузі. Кейси розроблено з урахуванням номенклатури деталей та технологічних процесів, характерних для підприємств-партнерів (наприклад, ТОВ «Інтерпайп», ТОВ «ДАЗ», ТОВ «НВП РІЧ» тощо).

Кейс 1: «Вибір матеріалу для магістрального теплопроводу»

- *Опис ситуації:* Під час проектування нової ділянки теплотраси для мікрорайону виникла необхідність обрати труби та тип ізоляції (температура теплоносія 115 °С, тиск 1,2 МПа). Відділ постачання пропонує використати труби зі сталі СтЗсп із традиційною мінераловатною ізоляцією в бетонних лотках або перехід на попередньо ізольовані труби (ПІТ ППУ) безканалного прокладання.
- *Завдання здобувачу:* Здійсніть комплексний техніко-економічний аналіз обох варіантів. Обґрунтуйте вибір типу сталі для труб та розрахуйте експлуатаційні переваги (гідроізоляція, тепловтрати) використання пінополіуретану порівняно зі скловатою.

Кейс 2: «Аварійна зупинка через руйнування лопаток турбіни»

- *Опис ситуації:* На теплоелектростанції під час планової ревізії виявлено мікротріщини та недопустиму залишкову деформацію лопаток циліндра високого тиску парової турбіни (робоча температура 540 °С). Матеріал лопаток — легована жароміцна сталь.
- *Завдання здобувачу:* Проведіть технічну діагностику проблеми. Яке фізичне явище призвело до деформації металу за високих температур? Поясніть механізм повзучості (крипу). Запропонуйте шляхи вирішення проблеми та поясніть роль легування (хромом, молібденом) у підвищенні жароміцності сталі.

Кейс 3: «Діагностика внутрішньокотельної корозії»

- *Опис ситуації:* Під час гідравлічних випробувань промислового водогрійного котла виявлено наскрізні свищі та глибокі виразки на внутрішній поверхні екранних труб (сталь 20К). Аналіз води показав високий вміст розчиненого кисню та агресивної вуглекислоти.
- *Завдання здобувачу:* Ідентифікуйте тип корозійного руйнування. Опишіть механізм кисневої корозії всередині труб під тиском. Складіть детальний алгоритм антикорозійного захисту, включаючи методи хімічної пасивації металів та обов'язкову водопідготовку (деаерацію) перед подачею теплоносія.

Кейс 4: «Проектування запірної арматури»

- *Опис ситуації:* На виробництві підприємства-партнера (наприклад, ТОВ «ДАЗ») надійшло замовлення на виготовлення партії промислових засувок діаметром 300 мм для магістральних теплових мереж. Замовник вимагає забезпечити високу корозійну стійкість, здатність гасити вібрації та економічну рентабельність виробу.
- *Завдання здобувачу:* Обґрунтуйте вибір матеріалу для корпусу засувки. Чому для цих цілей доцільно використовувати високоміцний або ковкий чавун замість вуглецевої сталі? Опишіть структуру обраного чавуну та призначте необхідні види термічної чи хіміко-термічної обробки для підвищення зносостійкості тертьових деталей.

15. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Методологічне обґрунтування: Діагностика успішності навчання та академічного поступу здобувачів фахової передвищої освіти з обов'язкової дисципліни «Матеріалознавство» (ОК16) є багатовимірним, системним та безперервним кваліметричним процесом. Вона спрямована на об'єктивну епістемологічну валідацію набутих інженерних компетентностей (ЗК5, ЗК7, СК1, СК2, СК8, СК12) та програмних результатів навчання (РН11, РН16), здатності застосовувати їх у реальному виробничому теплоенергетичному дискурсі. Організація контролю та методичне забезпечення курсу цілком відповідають вимогам внутрішньої системи забезпечення якості освіти закладу, принципам дуальної освіти (з урахуванням стандартів підприємств-партнерів) та студентоорієнтованого підходу.

15.1. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ (Diagnostic Tools & Assessment Methods)

Для забезпечення максимальної об'єктивності, академічної прозорості та всебічного моніторингу навчальної діяльності застосовується комплексний підхід, що включає формативне (поточне) та сумативне (підсумкове) оцінювання, суворо адаптоване до змішаних та інклюзивних академічних груп (з урахуванням потреб ветеранів та дорослих слухачів).

15.1.1. Засоби поточного та формативного контролю (Continuous & Formative Assessment):

- **Усне фронтальне та індивідуальне опитування:** Проводиться на кожному практичному занятті для оцінки рівня засвоєння фундаментальної теорії (наприклад, кристалізації, діаграми Fe-Fe₃C, видів корозії) під час обговорення фізико-хімічних властивостей матеріалів.
- **Інженерно-технічні квізи (Technical Quizzes):** Короткі (10-15 хвилин) тестові зрізи на початку або наприкінці заняття для перевірки здатності швидко ідентифікувати типи кристалічних ґраток, розпізнавати дефекти мікроструктури або дешифрувати маркування вуглецевих і легованих сталей (20К, 12Х1МФ).

- **Оцінювання практичних інструментальних навичок (Practical Skills Assessment):** Спостереження та оцінювання викладачем здатності здобувача працювати з лабораторним обладнанням (якщо застосовується) — твердомірами Брінелля, Роквелла, Віккерса, металографічними мікроскопами, а також коректно проводити візуальну ідентифікацію дефектів зварних швів чи корозійних виразок.

- **Захист індивідуальних проєктів (Project Defense):** Оцінювання самостійної роботи слухача (СРС), що включає презентацію візуальних довідників дефектів, техніко-економічного порівняння теплоізоляторів (скловата проти ПІТ ППУ) або аналітичних звітів щодо повзучості металу в турбінах.

15.1.2. Засоби модульного контролю (Modular Assessment):

- **Комп'ютерне тестування (Computer-Based Testing - CBT):** Проводиться в цифровому середовищі LMS (Moodle / Google Classroom) після завершення кожного змістового модуля. Тести включають завдання закритого типу (Multiple Choice, Matching) для перевірки теоретичних знань (загалом 20 балів за семестр).

- **Модульний інженерний зріз:** Виконання комплексного розрахунково-аналітичного завдання, що інтегрує знання з усього модуля (наприклад, побудова графіка термічної обробки з прив'язкою до критичних точок сталі).

15.1.3. Засоби підсумкового контролю (Summative Assessment):

- **Диференційований залік:** Комплексна багаторівнева перевірка (оцінюється у 16 балів), що складається з обґрунтування вибору матеріалу для конкретного елемента теплової схеми, розв'язання практичного кейса з діагностики руйнування обладнання та усної/письмової бесіди за пройденими темами матеріалознавства.

15.2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ (Methodological & Information Support)

Висока якість інженерної підготовки фахівців гарантується наявністю потужної, сучасної та диверсифікованої навчально-методичної бази, що регулярно оновлюється відповідно до розвитку світових технологій та європейських стандартів.

15.2.1. Навчально-методичний комплекс (НМК) дисципліни:

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Деталізовані нормативні документи, що прозоро регламентують зміст, обсяг, політику (зокрема академічну доброчесність та інклюзивність) і критерії оцінювання курсу.

- **Методичні вказівки для практичних занять:** Розроблені викладачем покрокові алгоритми виконання розрахунків міцності, правила роботи з мікрошліфами та інструкції з безпеки в лабораторії матеріалознавства.

- **Методичні рекомендації до організації СРС:** Інструкції щодо укладання графічних конспектів, правила маркування вогнетривів за ДСТУ, алгоритми пошуку європейських аналогів котельних сталей у міжнародних базах.

- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів:** Рецензована база тестових завдань, білетів для диференційованого заліку (з практичними інженерними кейсами) та матриць оцінювання (Assessment Rubrics).

15.2.2. Література та автентичні джерела (Literature & Authentic Sources):

- **Базові підручники:** Затверджені МОН підручники, зокрема: Попович В.В. «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство» (2016); «Матеріалознавство для енергетиків» за ред. О.М. Смирнова (2019).

- **Нормативно-технічна документація:** Оригінальні тексти чинних стандартів (ДСТУ, ГОСТ, EN, ISO) на котельні сталі, труби теплових мереж (ПІТ ППУ), чавунні вироби та теплоізоляційні матеріали.

- **Галузева періодика та каталоги:** Технічні паспорти (Datasheets) на вогнетривкі вироби, каталоги виробників запірної арматури (зокрема партнерів ТОВ «ДАЗ», ТОВ «Аксор індастрі»), статті з фахових журналів теплоенергетичної тематики.

15.2.3. Цифрове та програмне забезпечення (Digital & Software Support):

- **Системи управління навчанням (LMS):** Використання платформи Moodle або Google Classroom як єдиного цифрового хабу для зберігання навчальних матеріалів, презентацій, макро/мікрофотографій структури металів, а також для проведення асинхронного тестування і збору звітів СРС.

- **Бази візуальних даних (Visual Defect Logs):** Мультимедійні ресурси, що містять високоякісні зображення дефектів кристалічної решітки, наслідків повзучості металу, кисневої корозії, зруйнованих лопаток турбін. Це критично важливо для візуально-орієнтованого викладання.

- **Віртуальні лабораторії:** Застосування спеціалізованого програмного забезпечення або відео-симуляцій для демонстрації процесів випробування на розтягнення, вимірювання твердості та термічної обробки (у разі відсутності фізичного доступу до певних типів обладнання).

15.3. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА ШКАЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ БАЛІВ (Assessment Criteria & Grading Scale)

Оцінювання результатів навчання базується на компетентнісному підході та вимогах Стандарту фахової передвищої освіти (спеціальність 144 «Теплоенергетика»). Оцінювання здійснюється за 100-бальною системою з обов'язковим переведенням у національну шкалу та шкалу ЄКТС.

Оцінювання здійснюється за чотирма основними інженерними критеріями:

1. **Теоретична компетентність:** Точність розуміння атомно-кристалічної будови, фазових перетворень (діаграма Fe-Fe₃C), механізмів корозії та повзучості металів.

2. **Аналітична компетентність (Engineering Judgment):** Здатність технічно та економічно обґрунтувати вибір сталі, чавуну чи ізолятора для конкретних вузлів енергетичного обладнання (барабани котлів, турбіни, засувки).

3. **Нормативна компетентність:** Правильність розшифровки марок сплавів та вогнетривів за стандартами (ДСТУ, EN), розуміння їхніх експлуатаційних обмежень.

4. **Практична компетентність:** Навички роботи з візуальними схемами, здатність призначати режими термічної обробки та ідентифікувати дефекти (накип, свищі, тріщини).

Шкала оцінювання здобувачів фахової передвищої освіти (Національна та ЄКТС)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою (для диференційованого заліку)	Дескриптор рівня компетентності з матеріалознавства
90-100	A	Відмінно	Високий рівень (Excellent): Здобувач демонструє глибокі та ґрунтовні знання теорії сплавів, кристалізації та видів корозії. Безпомилково розшифровує марки

			котельних сталей та чавунів. Здатен професійно обґрунтувати вибір матеріалу для складних елементів теплової схеми, враховуючи тиск, температуру та агресивність середовища. Вільно призначає режими термічної обробки. Аналітичні звіти СРС виконані бездоганно.
82-89	B	Добре	Достатній рівень (Very Good): Здобувач має міцні знання програмного матеріалу. Правильно класифікує матеріали та ідентифікує дефекти мікроструктури, але допускає одиничні неточності під час складного техніко-економічного аналізу (наприклад, порівняння скловати та ПІТ ППУ). Здатний самостійно здійснювати розрахунки та працювати з ДСТУ.
74-81	C	Добре	Середній рівень (Good): Здобувач розуміє основні закономірності металознавства та принципи антикорозійного захисту. Відчуває труднощі з читанням діаграми Fe-Fe ₃ C або детальним описом механізму повзучості металу. Вибір матеріалів для котельного обладнання є здебільшого правильним, проте обґрунтування має шаблонний характер і потребує уточнюючих запитань викладача.
64-73	D	Задовільно	Задовільний рівень (Satisfactory): Здобувач володіє лише базовим (мінімальним) обсягом знань. Плутає класифікації легованих сталей та види термічної обробки. Розуміння процесів деградації матеріалів (втома, крип) є поверхневим. Для розв'язання інженерних практичних завдань постійно потребує допомоги викладача та довідкової літератури.
60-63	E	Задовільно	Мінімальний рівень (Sufficient): Знання ледь відповідають мінімальним вимогам програми. Здобувач здатний розпізнати лише

			загальновідомі матеріали (чавун, мідь, мінеральна вата), проте не може дешифрувати їх марки чи пояснити вплив легуючих елементів. Практичні завдання виконуються механічно, без розуміння фізико-хімічної суті процесів.
35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)	Низький рівень (Fail): Здобувач не володіє необхідним мінімумом знань з дисципліни. Не здатний ідентифікувати тип кристалічної ґратки, прочитати маркування сталі чи назвати види теплоізоляційних матеріалів. Допускає грубі технічні помилки, вибір матеріалів є технічно небезпечним для експлуатації. Потребує суттєвого доопрацювання матеріалу та повторного складання диференційованого заліку.
0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)	Критично низький рівень (Fail): Повна відсутність знань, компетенцій та навичок. Здобувач не здатний виконати жодного завдання ні на практичних заняттях, ні під час контролю. Систематичне ігнорування СРС та правил безпеки в лабораторії. Обов'язкове повторне вивчення навчальної дисципліни.

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Викладач суспільно-гуманітарних дисциплін

_____ / _____ (Прізвище, ініціали)

«__» _____ 2026 р.

ПОГОДЖЕНО ТА СХВАЛЕНО:

на засіданні методичної комісії суспільно-гуманітарних дисциплін

Протокол № ____ від «__» _____ 2026 р.

Голова методичної комісії

_____ / _____ (Прізвище, ініціали)

Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗПО «ДПТК»

_____ / Сергій ГОРДІЄНКО

«__» _____ 2026 р.

ЛИСТ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН ТА ДОПОВНЕНЬ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

№ з/п	Дата внесення змін	Розділ, пункт, до якого вносяться зміни	Короткий зміст змін	Підпис розробника (викладача)	Погодження (№ протоколу методичної комісії та дата)
1					
2					
3					