



ПІДПИСАНО

заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗНУ «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Сергій ГОРДІЄНКО

«28» серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО» (ОК14)

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»). **Галузь знань:** G Інженерія, виробництво та будівництво (13 Механічна інженерія). **Спеціальність:** G11 Машинобудування (133 Галузеве машинобудування). **Освітньо-професійна програма:** «Комп'ютерні технології у машинобудуванні».

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методологічне обґрунтування: Навчальна дисципліна «Матеріалознавство» (шифр за освітньо-професійною програмою — ОК14) є нормативним (обов'язковим) компонентом циклу фундаментальної професійної підготовки здобувачів фахової передвищої освіти першого року навчання. Цей курс є ключовим системоутворюючим етапом у формуванні професійного інженерно-технологічного світогляду майбутнього фахівця машинобудівної галузі за спеціальністю G11 Машинобудування.

Дисципліна виступає критично важливою сполучною ланкою між фундаментальними природничими науками — фізикою (ОК10) та прикладною хімією (ОК12) з одного боку, та спеціалізованими прикладними дисциплінами, такими як «Технологія машинобудування» (ОК21), «Технологічна оснастка та пристосування» (ОК18) і «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК» (ОК22) — з іншого. Без глибокого розуміння атомно-кристалічної будови матеріалів, фазових перетворень у залізобетонних сплавах та теорії термічної обробки неможливий коректний вибір інструменту, призначення режимів різання на верстатах з ЧПК, а також забезпечення надійності та довговічності деталей в умовах сучасних високотехнологічних виробництв (таких як ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "ДАЗ" та ін.).

Освітній процес чітко структурований та збалансований: він інтегрує масивний теоретичний базис із розширеним лабораторно-практичним інструментарієм, що дозволяє здобувачам трансформувати абстрактні фізико-хімічні моделі у конкретні алгоритми вибору та модифікації матеріалів для реальних машинобудівних та мехатронних систем.

Найменування показників	Детальна академічна та структурна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	3 кредити ЄКТС (ОК14 – обов'язковий освітній компонент, що формує ключові аналітичні та загальноінженерні компетентності фахівця з оцінки працездатності конструкційних та інструментальних матеріалів).
Загальна кількість годин	90 академічних годин (повний обсяг навчального часу, виділений на всебічне засвоєння фундаментальних закономірностей будови та властивостей матеріалів).
Рік підготовки (курс)	I курс (базовий етап формування фізико-хімічного та інженерно-аналітичного мислення майбутнього машинобудівника).

Семестр викладання	2-й семестр. Вивчення здійснюється єдиним інтенсивним фундаментом утворюючим блоком перед переходом до циклу спеціальних технологічних дисциплін.
Інтенсивність викладання	3 академічні години на тиждень (забезпечує систематичне занурення в предмет та безперервність когнітивного процесу дослідження мікроструктурних перетворень).
Аудиторні години (всього)	48 годин (контактна робота з викладачем, що становить понад 53% від загального обсягу курсу та зосереджена на формуванні практичних навичок матеріалознавчого аналізу).
з них: Аудиторні години (лекції)	32 години (16 лекційних пар у 3-му семестрі). Науково-теоретичний базис, що охоплює теорію кристалізації, побудову та аналіз діаграми стану Fe-C, процеси пластичної деформації, а також теорію термічної (відпал, гартування, відпуск) та хіміко-термічної обробки. Орієнтований на глибоке розуміння природи властивостей металів та сплавів.
з них: Аудиторні години (практичні)	16 годин (8 практичних/лабораторних пар у 3-му семестрі). Розширений практико-орієнтований інженерний блок. Спрямований на розв'язання прикладних задач: макро- та мікроаналіз сплавів, вивчення мікроструктур рівноважних сталей та чавунів, розшифровка марок матеріалів за стандартами ДСТУ/EN, призначення режимів термічної обробки для деталей конкретного призначення (валів, зубчастих коліс, фрез) з урахуванням специфіки реальних підприємств-партнерів (ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ", ТОВ "Альтстрім").
Самостійна робота здобувача (СРС)	42 години (у 3-му семестрі). Спрямована на автономне епістемологічне дослідження: виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (РГР) з вибору матеріалів, глибоке опрацювання нормативної бази на металопрокат, підготовку до модульних тестувань. Враховуючи інклюзивну парадигму сучасного освітнього середовища, організація СРС передбачає гнучкі та асинхронні графіки звітності, що повністю адаптовані для ветеранів, військовослужбовців та осіб, які проходять медико-психологічну реабілітацію.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Головна мета (Фундаментально-онтологічна): Фундаментальною метою вивчення нормативної навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) є цілеспрямоване формування у здобувачів фахової передвищої освіти комплексної, науково обґрунтованої системи теоретичних знань про внутрішню будову, фізико-хімічні та механічні властивості металів, сплавів і неметалевих матеріалів. Курс покликаний розкрити глибинні закономірності взаємозв'язку між атомно-кристалічною структурою матеріалу, його хімічним складом та експлуатаційними характеристиками, а також процесами їх зміни під впливом теплового, хімічного та механічного навантажень. Дисципліна закладає непорушний онтологічний базис для розуміння природи фазових перетворень, що є критично необхідним для підготовки фахівців, здатних розв'язувати складні технологічні та конструкторські задачі машинобудівної галузі в умовах певної невизначеності.

Спеціальна мета (Адаптаційна та практико-орієнтована): У контексті освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології у машинобудуванні» (спеціальність G11 / 133), спеціальна мета дисципліни полягає у забезпеченні майбутнього фахового молодшого бакалавра надійним інженерним інструментарієм для економічно та технічно раціонального вибору конструкційних та інструментальних матеріалів. Дисципліна виступає

безальтернативним методологічним базисом для успішного опанування сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва, оскільки коректне використання CAD/CAM/CAE систем та програмування верстатів з ЧПК вимагає точного розуміння фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, його оброблюваності різанням та реакції на термічний вплив. Крім того, враховуючи стратегічний вектор на відбудову України, дисципліна орієнтує фахівців на створення безвідмовних та безпечних механізмів, що гарантують безпеку праці на виробництві, що є особливо важливим при адаптації та роботі ветеранів, членів їх сімей та осіб, які постраждали від війни, на машинобудівних підприємствах.

Основні завдання дисципліни: Для досягнення поставленої мети навчальна дисципліна «Матеріалознавство» вирішує комплекс взаємопов'язаних когнітивних, аналітичних та праксеологічних завдань, які безпосередньо корелюють із вимогами Стандарту та ОПП щодо компетентностей випускника:

- **Фундаментально-теоретичне завдання (Когнітивний домен):** Глибоке опанування теорії атомно-кристалічної будови матеріалів, вивчення процесів кристалізації, алотропії, дислокаційної теорії та механізмів пластичної деформації. Засвоєння теорії сплавів та фундаментальне дослідження діаграми стану «залізо-вуглець» (Fe-C), що дозволяє фахівцю прогнозувати структуру та властивості сталей і чавунів за будь-яких температурних умов, розуміючи природу утворення фериту, аустеніту, цементиту, перліту та ледебуриду.
- **Інженерно-прикладне завдання (Праксеологічний домен):** Формування міцних практичних навичок макроскопічного та мікроскопічного аналізу металів і сплавів. Завдання безпосередньо забезпечує здатність майбутнього фахівця здійснювати розшифровку марок вуглецевих і легованих сталей, чавунів, кольорових металів (алюмінієвих, мідних, титанових сплавів) та сучасних композиційних матеріалів згідно з чинними стандартами (ДСТУ, ГОСТ, EN). Це гарантує готовність обирати потрібні матеріали, обладнання та інструменти для виготовлення і ремонту вузлів на реальних виробничих потужностях підприємств-партнерів (наприклад, ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ТОВ "Аксор індастрі", ПП "Висотпромсервіс").
- **Технологічне завдання (Домен модифікації властивостей):** Системне вивчення технологічних процесів термічної (відпал, нормалізація, гартування, відпуск) та хіміко-термічної обробки (цементация, азотування, ціанування, дифузійна металізація). Особлива увага приділяється вмінню обґрунтовувати вибір конструкційних та інструментальних матеріалів (зокрема, легованих і високоякісних сталей типу 40X13) та призначати раціональні режими їх термообробки для досягнення заданих показників твердості (HRC), міцності та зносостійкості з урахуванням специфіки умов їх майбутньої експлуатації.
- **Методологічне завдання інтеграції (Домен міждисциплінарних зв'язків):** Розвиток навичок застосування природничо-наукових методів для комплексного розв'язання практичних проблем галузевого машинобудування. Завдання передбачає формалізацію інженерного мислення здобувачів: вміння пов'язати мікроструктуру матеріалу з його макроскопічними механічними властивостями та технологічністю (зварюваністю, оброблюваністю різанням), готуючи надійний базис для подальшого вивчення процесів формоутворення, різального інструменту, мехатроніки та автоматизації.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ

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

Робоча програма обов'язкової навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) є засадничим нормативним документом Закладу професійної освіти «Дніпровський професійний технологічний коледж» (ДПТНЗ «Дніпровський ЦПТО»), розробленим із суворим дотриманням чинного законодавства України, галузевих інженерних стандартів та сучасних європейських норм технічної освіти. Програма концептуально та структурно базується на таких фундаментальних документах:

- Закон України «Про освіту» та Закон України «Про фахову передвищу освіту» (який визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування системи фахової передвищої освіти).
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія» освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» (затверджений Наказом Міністерства освіти і науки України від 01.04.2022 р. № 288).
- Освітньо-професійна програма (ОПП) «Комп'ютерні технології у машинобудуванні» (спеціальність G11 / 133) для підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший бакалавр».
- Національна рамка кваліфікацій (НРК) України (5 рівень, що відповідає короткому циклу вищої освіти FQ-EHEA та рівню EQF-LLL).

3.2. Кваліфікаційні, соціально-демографічні та психологічні вимоги до кандидатів на підготовку (Вхідні критерії)

- **Освітній ценз (Академічний бекграунд):** Наявність документа державного зразка про повну загальну середню освіту або документа про освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник». Для успішного опанування курсу кандидати повинні володіти міцним базовим фундаментом з природничих дисциплін («Фізика», «Хімія»), оскільки матеріалознавство вимагає розуміння атомно-молекулярної взаємодії, кристалографії та термодинаміки фазових перетворень.
- **Категорія слухачів (Цільова аудиторія):** Здобувачі фахової передвищої освіти другого курсу, а також дорослі особи, які проходять процедуру перекваліфікації або здобувають другу освіту за грантовими проєктами (наприклад, Skills4Recovery). Враховуючи загальнонаціональні пріоритети та інституційну політику коледжу, освітнє середовище є інклюзивним, безбар'єрним та цілковито адаптованим для ветеранів, членів їх сімей, учасників бойових дій та осіб, які постраждали від наслідків війни. Це передбачає впровадження гнучких графіків самостійної роботи та застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що виключає авторитарний тиск та забезпечує психологічний комфорт.
- **Спеціальні (особистісні) вимоги:** Високий рівень академічної доброчесності, здатність до аналітичного мислення, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між мікроструктурою на рівні кристалічної ґратки та макроскопічними експлуатаційними властивостями деталі.

3.3. Структурно-логічна організація освітнього процесу та міждисциплінарні зв'язки

Згідно зі структурно-логічною схемою Освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології у машинобудуванні», дисципліна ОК14 «Матеріалознавство» вивчається у 2-му семестрі (другого курсу) і є стрижневим елементом, що переводить здобувача від фундаментальних наук до спеціалізованого машинобудівного циклу.

- **Пререквізити (Попередні дисципліни):** Успішне вивчення матеріалознавства базується на знаннях з дисциплін «Фізика» (ОК10), «Прикладна хімія» (ОК12) та просторової уяви, закладеної в курсі «Інженерна графіка» (ОК13).
- **Постреквізити (Наступні дисципліни):** Засвоєні знання про властивості матеріалів, їх маркування та термообробку є абсолютною базою для подальшого вивчення

ключових інженерних дисциплін: «Технологія машинобудування» (ОК21), «Інструментальне забезпечення виробництва» (ОК17), «Технологічна оснастка та пристосування» (ОК18), «Металорізальні верстати та автоматичні лінії» (ОК19) та «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК» (ОК22). Без цих знань неможливо правильно призначити режими різання чи обрати різальний інструмент.

Освітній процес з дисципліни концептуально поділяється на три магістральні змістові етапи (модулі):

- **Етап 1 (Змістовий модуль 1): Будова металів та теорія сплавів. Залізобуглецеві сплави.** Охоплює кристалографію, процеси деформації, теорію сплавів та детальне вивчення діаграми стану Fe-C.
- **Етап 2 (Змістовий модуль 2): Термічна та хіміко-термічна обробка металів. Леговані сталі.** Сфокусований на модифікації властивостей сталей шляхом нагрівання та охолодження (гартування, відпуск, цементация), а також на вивченні впливу легуючих елементів.
- **Етап 3 (Змістовий модуль 3): Кольорові метали та неметалеві матеріали.** Присвячений аналізу сплавів на основі алюмінію, міді, титану, антифрикційних матеріалів, а також сучасних полімерів, пластмас і композитів.

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

Після успішного засвоєння повного курсу, здобувач фахової передвищої освіти трансформується у фахівця з чітко вираженим інженерно-технологічним світоглядом, демонструючи сформованість наступних складових:

Слухач повинен ЗНАТИ (Когнітивний та епістемологічний домен):

- Основи атомно-кристалічної будови металів, типи кристалічних ґраток, види дефектів (точкові, лінійні, поверхневі) та їх вплив на міцність.
- Механізм процесу кристалізації, алотропічні перетворення та явища, що супроводжують пластичну деформацію (наклеп, рекристалізація).
- Основи теорії сплавів (тверді розчини, хімічні сполуки, механічні суміші) та правило фаз.
- Діаграму стану «залізо-вуглець» (Fe-C): усі лінії, критичні точки, фази (аустеніт, ферит, цементит) та структурні складові (перліт, ледебурит).
- Класифікацію, маркування за стандартами ДСТУ/EN вуглецевих і легованих сталей (конструкційних, інструментальних, спеціальних) та чавунів.
- Сутність, призначення та технологію проведення основних видів термічної (відпал, нормалізація, гартування, відпуск) та хіміко-термічної обробки (цементация, азотування).
- Властивості та маркування основних кольорових сплавів (латуні, бронзи, дюралюмінію) та неметалевих матеріалів.

Слухач повинен ВМІТИ (Праксеологічний домен та навички інженерного вибору):

- Здійснювати макроскопічний та мікроскопічний аналіз металів і сплавів за допомогою мікроскопа.
- Користуватися діаграмою стану Fe-C для визначення структури сталі чи чавуну при заданій температурі та концентрації вуглецю.
- Безпомилково розшифровувати вітчизняні та міжнародні марки металів і сплавів, визначаючи за маркуванням їхній хімічний склад та приблизні механічні властивості.

- Обґрунтовувати вибір конкретної марки матеріалу (зокрема, легованих сталей типу 40X13, 65Г, інструментальних твердих сплавів) для виготовлення типових деталей машин (валів, шестерень, пружин, різального інструменту) із урахуванням умов їх експлуатації.
- Призначати оптимальні режими термічної обробки (температуру нагрівання, час витримки, середовище охолодження) для отримання заданої структури та твердості (наприклад, HRC).

Слухач повинен ВОЛОДІТИ (Домен автономії, відповідальності та інтеграції):

- Інженерно-технологічним апаратом для самостійного пошуку інформації в технічній літературі, марочниках сталей, довідниках та базах даних ДСТУ/EN.
- Культурою технічного мислення: здатністю критично оцінювати вплив обраного матеріалу та його обробки на надійність, довговічність та економічну доцільність виготовлення виробу, запобігаючи руйнуванням та аваріям на виробництві (ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "Аксор індастрі" та ін.).
- Професійною відповідальністю: чітким усвідомленням того, що помилка на етапі вибору матеріалу або призначення термообробки невідворотно призводить до браку під час механічної обробки на верстатах з ЧПК або до передчасного виходу з ладу цілих агрегатів під час експлуатації.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Методологічне обґрунтування компетентнісного підходу: Вивчення нормативної (обов'язкової) навчальної дисципліни «Матеріалознавство» (освітній компонент ОК14) фундаментально спирається на сучасну парадигму компетентнісно-орієнтованої освіти, яка є основоположною для європейського освітнього простору (ЕНЕА) та регламентована Стандартом фахової передвищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Відповідно до концептуальної матриці Освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології у машинобудуванні» (Спеціальність G11), ця дисципліна виступає критичним системоутворюючим фактором у формуванні чітко визначеного кластера загальних та спеціальних (фахових) компетентностей.

Специфіка «Матеріалознавства» полягає в тому, що вона не просто надає набір довідкових даних про марки сталей, а трансформує когнітивну структуру мислення здобувача, навчаючи його встановлювати глибинні причинно-наслідкові зв'язки між атомно-кристалічною будовою, хімічним складом та макроскопічними експлуатаційними властивостями металів. Успішне засвоєння цього курсу є абсолютною, безальтернативною передумовою для здатності розв'язувати складні інженерно-технологічні задачі у сфері проєктування, обробки на верстатах з ЧПК та забезпечення надійності роботи сучасного промислового обладнання на таких підприємствах, як ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс" та ін.

Зважаючи на інклюзивність освітнього середовища, формування компетентностей щодо аналізу причин руйнування матеріалів (втома, крихке руйнування) здійснюється з урахуванням принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що гарантує суто технічний та психологічно безпечний розгляд цих явищ для здобувачів-ветеранів та осіб, які постраждали від війни.

4.1. Загальні та спеціальні компетентності (ЗК та СК) Згідно з Матрицею відповідності компетентностей випускника компонентам освітньо-професійної програми, вивчення дисципліни ОК14 «Матеріалознавство» безпосередньо забезпечує формування та еволюційний розвиток наступних компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- **ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.** *(Реалізація в межах дисципліни):* Перенесення фундаментальних знань з кристалографії та термодинаміки у площину розв'язання реальних машинобудівних задач. Здобувач набуває здатності застосовувати діаграму стану «залізо-вуглець» не як абстрактний графік, а як практичний інструмент для визначення температур нагрівання сталі під час гартування або відпалу на реальному виробництві.
- **ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.** *(Реалізація в межах дисципліни):* Здобувач глибоко усвідомлює, що матеріал є основою будь-якої конструкції, розуміє термінологію (аустеніт, мартенсит, легування, наклеп) та її зв'язок з технологічними процесами машинобудування (оброблюваність різанням, зварюваність).
- **ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.**
- **ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.**

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

- **СК9. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на базових знаннях та розумінні основних механічних теорій та практик, а також суміжних наук.**

4.2. Програмні результати навчання (РН) Відповідно до Матриці відповідності результатів навчання освітнім компонентам ОПП «Комп'ютерні технології у машинобудуванні», після всебічного теоретичного та практичного засвоєння курсу ОК14, здобувач гарантовано досягає наступних результатів:

- **РН 1. Застосовувати набуті знання з технічних та природничих наук для вирішення завдань галузевого машинобудування.**
 - *Індикатори досягнення:* Здобувач вільно оперує знаннями з фізики та хімії для пояснення процесів кристалізації, дифузії вуглецю в металі під час хіміко-термічної обробки, розуміє механізми пластичної деформації на рівні дислокацій та використовує це для розрахунку параметрів зміцнення.
- **РН7. Володіти методами конструювання та розрахунку типових вузлів та механізмів технічних об'єктів галузевого машинобудування, виконувати конструкторські розрахунки окремих елементів вузлів та машин (розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість, витривалість), пропонувати зміни в конструкторську та технологічну документацію.***Індикатори досягнення:* Здобувач здатен обґрунтовано обрати необхідний вид термічної обробки (нормалізація для поліпшення оброблюваності різанням, гартування з низьким відпуском для отримання максимальної твердості). Здатний використовувати металографічні мікроскопи та твердоміри (Брінелля, Роквелла) для контролю якості металу.
- **РН 15. Уміти обґрунтовувати вибір конструкційних та інструментальних матеріалів (зокрема, легованих і високоякісних сталей типу 40X13) для виготовлення деталей та інструментів із урахуванням умов їх експлуатації та специфіки подальшої термічної обробки.**
 - *Індикатори досягнення:* Це спеціалізований, профільний результат ОПП. Здобувач алгоритмізує процес вибору: від аналізу умов роботи інструменту (тертя, нагрів, агресивне середовище) до вибору конкретної марки. Наприклад, обґрунтовує використання мартенситної нержавіючої сталі 40X13 завдяки наявності хрому ($\approx 13\%$), що забезпечує високу твердість після гартування та відмінну корозійну стійкість, що є критичним для медичного чи різального інструменту, який працює в умовах зношування.

4.3. Інтегрована матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН) та компетентностей (Для освітнього компонента ОК14 «Матеріалознавство» в межах спеціальності G11 / 133 «Галузеве машинобудування»)

Ця матриця візуалізує строгий системний зв'язок між задекларованими результатами навчання та відповідними загальними й спеціальними компетентностями, що послідовно формуються під час аудиторної та самостійної роботи здобувачів.

Програмні результати навчання (РН / ПРН)	ЗК 3	ЗК 4	ЗК 5	ЗК 7	СК 9
РН 1. Застосовувати набуті знання з технічних та природничих наук для вирішення завдань галузевого машинобудування.	+	+			+
РН7. Володіти методами конструювання та розрахунку типових вузлів та механізмів технічних об'єктів галузевого машинобудування, виконувати конструкторські розрахунки окремих елементів вузлів та машин (розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість, витривалість), пропонувати зміни в конструкторську та технологічну документацію.	+	+			
РН 15. Уміти обґрунтовувати вибір конструкційних та інструментальних матеріалів (зокрема, легованих і високоякісних сталей типу 40X13)....	+	+		+	

Примітка: Знак «+» означає, що відповідна компетентність цілеспрямовано і повноцінно формується за рахунок освітнього компонента ОК14 для забезпечення досягнення вказаного програмного результату навчання згідно з матрицями ОПП «Комп'ютерні технології у машинобудуванні».

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ ТА РОЗПОДІЛ ЧАСУ

Методологічне обґрунтування структури навчального плану: Навчальна програма обов'язкової нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) розроблена за модульним принципом із застосуванням сучасних підходів кредитно-модульної системи організації освітнього процесу, що повністю відповідає європейським стандартам (ЕНЕА) та вимогам вітчизняної системи фахової передвищої освіти. Архітектура курсу забезпечує комплексний розвиток інженерно-технологічного мислення завдяки ретельно вивіреному та збалансованому розподілу аудиторного навантаження (лекційного концептуального матеріалу та практичного лабораторного тренінгу) і самостійної дослідницької роботи здобувачів.

Згідно з Освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології у машинобудуванні», програма охоплює 2 семестр першого курсу навчання (2-й семестр загалом). Інтенсивність викладання становить 3 академічні години на тиждень, що створює оптимальні умови для рівномірного та глибокого когнітивного занурення у складний фізико-хімічний апарат металознавства. Аудиторна контактна робота (48 годин) домінує над самостійною (42 години), що продиктовано необхідністю безпосередньої роботи з мікроскопами, твердомірами та зразками матеріалів під час 16 годин практичних занять.

5.1. Зведений розрахунок навчального часу Загальний обсяг дисципліни жорстко регламентований Освітньо-професійною програмою (ОПП) для спеціальності G11 / 133 і становить 3 кредити ЄКТС. Підсумковим контролем, що завершує вивчення курсу, є диференційний залік.

Вид навчальної та аналітичної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
--------------------------------------	-----------------	-------------------------

УСЬОГО ЗА КУРСОМ (3 кредити ЄКТС)	90	100%
Аудиторні заняття (Контактна робота, всього)	48	53,33%
з них: Лекційні заняття (16 пар)	32	35,56%
з них: Практичні заняття (8 пар)	16	17,77%
Самостійна робота слухача (СРС)	42	46,67%
Форма підсумкового контролю:	-	Диференційований залік

5.2. Деталізований розподіл годин за модулями та темами (Структурно-логічний план)

Методологічне пояснення до структури: Навчальний процес організовано за класичною академічною моделлю, де базовою обліковою одиницею аудиторного часу є одна пара, що дорівнює 3 академічним годинам. Розподіл навчального часу суворо підпорядкований логіці формування спеціальної інженерної компетентності фахового молодшого бакалавра машинобудування. Матеріал структуровано еволюційно: від базової абстракції (кристалічна ґратка) до складного системного аналізу (вплив легуючих елементів та призначення режимів хіміко-термічної обробки). *Загальний обсяг дисципліни ОК14 — 90 годин (32 год. лекцій, 16 год. практичних занять, 42 год. самостійної роботи).*

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Будова металів та теорія сплавів. Залізовуглецеві сплави.

Фундаментальний базис для розуміння природи властивостей матеріалів та їх поведінки під час експлуатації та обробки різанням). Фундаментальний базис для розуміння природи властивостей матеріалів та їх поведінки під час експлуатації та обробки різанням). Загальний обсяг модуля: 32 години (Лекції — 12 год. / 6 пар; Практичні — 6 год. / 3 пари; СРС — 14 год.

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
1.1	Лекція 1 (2 год / 1 пара). Вступ. Атомно-кристалічна будова металів. Типи кристалічних ґраток. Анізотропія та поліморфізм (алотропія).	2 год
1.2	Лекція 2 (2 год / 1 пара). Процеси кристалізації. Дефекти кристалічної будови (точкові, лінійні, поверхневі). Будова сталевих злитку.	2 год
1.3	Практичне заняття 1 (2 год / 1 пара). Макроскопічний та мікроскопічний аналіз. Будова металографічного мікроскопа, підготовка шліфів.	2 год
1.4	Лекція 3 (2 год / 1 пара). Пластична деформація та механічні властивості. Наклеп, рекристалізація. Твердість, міцність, ударна в'язкість.	2 год
1.5	Лекція 4 (2 год / 1 пара). Основи теорії сплавів. Тверді розчини, хімічні сполуки, механічні суміші. Правило фаз.	2 год
	СРС 1. Опрацювання нормативної літератури (ДСТУ) щодо методів випробування металів на розтяг та твердість (за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом).	4 год
1.6	Лекція 5 (2 год / 1 пара). Діаграма стану «Залізо-Вуглець» (Fe-C). Компоненти, фази та структурні складові (ферит, аустеніт, цементит).	2 год
1.7	Практичне заняття 2 (2 год / 1 пара). Побудова кривих охолодження та аналіз перетворень у сплавах системи Fe-C із застосуванням правила відрізків.	2 год
1.8	Лекція 6 (2 год / 1 пара). Вуглецеві сталі та чавуни. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості. Класифікація та маркування.	2 год
1.9	Практичне заняття 3 (2 год / 1 пара). Вивчення мікроструктур вуглецевих сталей і білих, сірих, ковких та високоміцних чавунів у рівноважному стані.	2 год
	СРС 2. Виконання Розрахунково-графічної роботи (РГР) №1: «Аналіз структури залізовуглецевого сплаву заданої концентрації». Модульний контроль №1.	10 год

МІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Термічна та хіміко-термічна обробка металів. Леговані сталі.

Дослідження методів модифікації структури та властивостей сталей для забезпечення експлуатаційної надійності деталей машин). Загальний обсяг модуля: 30 годин (Лекції — 10 год. / 5 пар; Практичні — 6 год. / 3 пари; СРС — 14 год.

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
2.1	Лекція 7 (2 год / 1 пара). Основи термічної обробки. Перетворення аустеніту при нагріванні. Дифузійне та бездифузійне (мартенситне) перетворення.	2 год
2.2	Лекція 8 (2 год / 1 пара). Технологія відпалу та нормалізації. Види відпалу першого та другого роду. Їх вплив на оброблюваність різанням.	2 год
2.3	Практичне заняття 4 (2 год / 1 пара). Аналітичний розрахунок температур нагрівання для різних видів відпалу та нормалізації вуглецевих сталей.	2 год
2.4	Лекція 9 (2 год / 1 пара). Технологія гартування сталі. Охолоджувальні середовища, прогартовуваність. Дефекти гартування.	2 год
2.5	Лекція 10 (2 год / 1 пара). Відпуск сталі (низький, середній, високий). Поверхнєве гартування СВЧ. Термомеханічна обробка.	2 год
2.6	СРС 3. Самостійне опрацювання технологій хіміко-термічної обробки: цементация, азотування, ціанування та дифузійна металізація.	4 год
2.7	Практичне заняття 5 (2 год / 1 пара). Призначення режимів гартування та відпуску. Аналіз мікроструктур термічно обробленої сталі (мартенсит, троостит).	2 год
2.8	Лекція 11 (2 год / 1 пара). Вплив легуючих елементів на структуру та властивості сталей. Класифікація та маркування легованих сталей.	2 год
2.9	Практичне заняття 6 (2 год / 1 пара). Обґрунтування вибору матеріалів та термообробки для конкретних деталей (напр., вибір сталі 40Х13 для інструменту).	2 год
	СРС 4. Виконання РГР №2: «Проектування технологічного циклу термічної обробки для валу-шестірні». Модульний контроль №2.	10 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Кольорові метали та неметалеві матеріали Вивчення спеціальних сплавів та сучасних полімерних композитів, що застосовуються в передових машинобудівних комплексах). Загальний обсяг модуля: 28 годин (Лекції — 10 год. / 5 пар; Практичні — 4 год. / 2 пари; СРС — 14 год.

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
3.1	Лекція 12 (2 год / 1 пара). Інструментальні сталі та тверді сплави. Сталі для різального та вимірювального інструменту, штампові сталі.	2 год
3.2	Лекція 13 (2 год / 1 пара). Алюміній та його сплави. Дюралюміні, силуміні. Термічна обробка алюмінієвих сплавів (старіння).	2 год
3.3	Лекція 14 (2 год / 1 пара). Мідь та її сплави (латуні, бронзи). Титан, магній та їх сплави. Маркування та сфера застосування.	2 год
3.4	Практичне заняття 7 (2 год / 1 пара). Розшифровка марок кольорових металів. Вибір антифрикційних матеріалів (бабітів, бронз) для підшипників ковзання.	2 год
	СРС 5. Опрацювання технологій порошкової металургії та виготовлення металокерамічних твердих сплавів (ВК, ТК, ТТК).	6 год
3.5	Лекція 15 (2 год / 1 пара). Неметалеві матеріали. Полімери, пластмаси (термопласти, реактопласти), гума. Особливості будови та властивостей.	2 год
3.6	Лекція 16 (2 год / 1 пара). Композиційні матеріали, технічна кераміка. Застосування в машинобудуванні та сучасній робототехніці.	2 год
3.7	Практичне заняття 8 (2 год / 1 пара). Комплексний інженерний кейс. Підсумковий контроль (розв'язання задачі з вибору матеріалу для заданих умов роботи).	2 год
	СРС 6. Консолідація матеріалу за весь курс. Оформлення звітів з	8 год

	лабораторно-практичних робіт. Підготовка до підсумкового Диференційованого Заліку.	
--	--	--

5.3. Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС) Методологічне обґрунтування організації СРС: Самостійна робота здобувачів (загальним обсягом 42 академічні години) є фундаментальною та невід'ємною складовою вивчення обов'язкової дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14). У контексті технологічної підготовки ця робота вимагає інтенсивного аналітичного тренінгу з роботи із нормативною документацією (ДСТУ, EN) та довідниками.

Враховуючи інклюзивний характер освітнього середовища та залучення до навчання ветеранів і осіб, які проходять перекваліфікацію (в т.ч. за програмами Skills4Recovery), організація СРС базується на принципах педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це означає максимальну гнучкість форм звітності: формування індивідуального цифрового портфоліо у системі управління навчанням (LMS Moodle/Google Classroom), асинхронна здача розрахунково-графічних робіт у вигляді електронних звітів, відсутність жорстких стресових дедлайнів під час періодів фізичної чи психологічної реабілітації.

Деталізований план самостійної роботи слухачів (СРС)

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Будова металів та теорія сплавів (14 годин)		
1.1. Стандартизація методів випробувань. Опрацювання нормативної літератури (ДСТУ) для методів випробування металів на розтяг, ударну в'язкість та твердість.	4	Конспект + тестування
1.2. Виконання РГР №1: «Аналіз структури залізвуглецевого сплаву». Розрахунок кількості фаз за правилом відрізків для заданого вмісту вуглецю, побудова кривої охолодження.	8	Конспект + тестування
1.3. Підготовка до модульного контролю №1. Систематизація знань щодо ліній діаграми Fe-C та перетворень.	2	Конспект + тестування
МОДУЛЬ 2. Термічна та хіміко-термічна обробка (14 годин)		
2.1. Дослідження хіміко-термічної обробки. Складання порівняльної таблиці процесів цементації, азотування, ціанування.	4	Конспект + тестування
2.2. Виконання РГР №2: «Проектування технологічного циклу термічної обробки». Індивідуальне завдання з побудови графіків температурного режиму гартування та відпуску для конкретної марки сталі (наприклад, 40X13).	8	Конспект + тестування
2.3. Підготовка до модульного контролю №2. Повторення впливу легуючих елементів.	2	Конспект + тестування
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Кольорові метали та неметалеві матеріали (14 годин)		
3.1. Порошкова металургія та тверді сплави. Опрацювання технології виготовлення інструментальних керамічних та металокерамічних матеріалів для CNC верстатів.	6	Конспект + тестування
3.2. Аналіз композиційних матеріалів. Дослідження застосування склопластиків, вуглепластиків у сучасному машинобудуванні.	4	Конспект + тестування
3.3. Підготовка до підсумкового Заліку. Консолідація знань, підготовка до розв'язання комплексних практичних кейсів з вибору матеріалу.	4	Конспект + тестування

РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ (СРС):	42	Оцінювання здійснюється за рубрикатором як складова поточної успішності.
---	----	--

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма нормативної обов'язкової дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) побудована за модульним принципом і складається з трьох фундаментальних змістових модулів, які логічно та послідовно вивчаються протягом 2-го навчального семестру (другого семестру першого курсу). Програма охоплює 16 лекцій (32 години) та 8 практичних/лабораторних занять (16 годин), забезпечуючи комплексний розвиток інженерно-технологічного мислення здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю G11 / 133 «Галузеве машинобудування».

Розроблена академічна структура курсу інтегрує глибоке засвоєння фундаментальних теоретичних (фізико-хімічних) знань із практичним мікроструктурним аналізом та моделюванням інженерних ситуацій щодо вибору матеріалів, характерних для галузі проєктування, виготовлення та експлуатації машинобудівних і мехатронних систем.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. БУДОВА МЕТАЛІВ ТА ТЕОРІЯ СПЛАВІВ. ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВІ СПЛАВИ

(18 аудиторних годин: Лекції № 1–6, Практичні заняття № 1–3)

Цей модуль закладає епістемологічний та методологічний базис для розуміння природи властивостей конструкційних матеріалів. Основна мета — вивчення атомно-кристалічної будови, механізмів формування структури металів під час кристалізації та деформації, а також опанування фундаментальної діаграми стану «залізо-вуглець», що є основою для подальшого аналізу сталей та чавунів.

Тема 1.1. Вступ. Атомно-кристалічна будова металів. Предмет і завдання матеріалознавства в контексті галузевого машинобудування. Класифікація сучасних матеріалів. Особливості металевого зв'язку. Ідеальна та реальна будова кристалічних тіл. Типи кристалічних ґраток (ОЦК, ГЦК, ГЦП) та їх параметри (період, координатне число, базис, щільність упаковки). Поняття про анізотропію та ізотропію. Поліморфізм (алотропія) металів на прикладі заліза, титану. *Практичний аспект:* Побудова моделей кристалічних ґраток. Розрахунок атомного радіуса та щільності пакування для різних типів структур.

Тема 1.2. Процеси кристалізації та дефекти будови.

Термодинамічні основи кристалізації. Криві охолодження ідеальних та реальних металів. Ступінь переохолодження. Механізм утворення зародків (центрів кристалізації) та їх ріст. Дендритна кристалізація. Модифікування металів і сплавів. Будова сталевих злитків. Класифікація дефектів кристалічної будови: точкові (вакансії, дислоковані атоми), лінійні (крайові та гвинтові дислокації), поверхневі. Вплив дефектів на механічні властивості.

Тема 1.3. Пластична деформація та механічні властивості металів. Пружна та пластична деформація. Дислокаційний механізм пластичної деформації. Зміна структури і властивостей при холодній пластичній деформації: наклеп (нагартовка) та текстура деформації. Вплив нагрівання на структуру і властивості деформованого металу: повернення, полігонізація, первинна та збірна рекристалізація. Холодна і гаряча пластична деформація. Основні механічні властивості (твердість, міцність, пластичність, ударна в'язкість). *Практичний*

аспект: Макроскопічний та мікроскопічний аналіз металів. Будова металографічного мікроскопа, підготовка мікрошліфів (шліфування, полірування, травлення).

Тема 1.4. Основи теорії сплавів. Правило фаз.

Поняття про сплави, компоненти, фази та систему. Термодинамічна рівновага. Правило фаз (закон Гіббса). Будова металевих сплавів: тверді розчини (впровадження, заміщення), хімічні сполуки, механічні суміші. Побудова діаграм стану двокомпонентних сплавів за кривими охолодження. Зв'язок між типом діаграми стану та властивостями сплаву (правило Курнакова).

Тема 1.5. Діаграма стану «Залізо-Вуглець» (Fe-C). Компоненти та фази залізовуглецевих сплавів: ферит, аустеніт, цементит (первинний, вторинний, третинний). Геометрія діаграми Fe-Fe₃C: лінії ліквідус та солідус, критичні точки (A₁, A₂, A₃, A₄, A_{cm}). Перетворення у твердому стані. Евтектичне (ледебурит) та евтектоїдне (перліт) перетворення. Структура доевтектоїдних, евтектоїдних та заевтектоїдних сталей; доевтектичних, евтектичних та заевтектичних чавунів при нормальній температурі. *Практичний аспект:* Робота з діаграмою Fe-Fe₃C. Застосування правила відрізків для розрахунку кількісного співвідношення фаз і структурних складових при заданій температурі. Побудова кривих охолодження для сплавів різної концентрації.

Тема 1.6. Вуглецеві сталі та чавуни. Класифікація та маркування. Вплив вуглецю на структуру і властивості сталі. Вплив постійних домішок (марганець, кремній, сірка, фосфор), прихованих домішок (газів) та легуючих елементів, що випадково потрапили до складу. Класифікація вуглецевих сталей: за призначенням (конструкційні, інструментальні), за якістю (звичайної якості, якісні, високоякісні), за ступенем розкислення (киплячі, напівспокійні, спокійні). Маркування за ДСТУ. Чавуни: білі, сірі, високоміцні, ковкі. Умови графітизації чавунів. *Практичний аспект:* Вивчення мікроструктур вуглецевих сталей і чавунів у рівноважному (відпаленому) стані. Візуальна ідентифікація фериту, перліту, цементиту та графітних включень під мікроскопом.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ТЕРМІЧНА ТА ХІМІКО-ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ. ЛЕГОВАНІ СТАЛІ

(16 аудиторних годин: Лекції № 7–11, Практичні заняття № 4–6)

Модуль присвячений дослідженню технологічних процесів цілеспрямованої зміни структури і властивостей матеріалів шляхом теплового та хімічного впливу, що є критично необхідним для забезпечення їхньої надійності в умовах високих експлуатаційних навантажень.

Тема 2.1. Основи термічної обробки. Фазові перетворення.

Сутність термічної обробки. Фазові перетворення в сталях при нагріванні: механізм та кінетика утворення аустеніту, ріст зерна аустеніту (спадкове зерно). Перетворення аустеніту при охолодженні. Діаграма ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту (C-подібні криві). Перлітне, сорбітне, трооститне перетворення. Бездифузійне (мартенситне) перетворення. Властивості мартенситу. Бейнітне перетворення.

Тема 2.2. Технологія відпалу та нормалізації. Відпал першого роду (гомогенізаційний, рекристалізаційний, для зняття внутрішніх напружень) — фазові перетворення відсутні або не відіграють головної ролі. Відпал другого роду (повний, неповний, ізотермічний, сфероїдизуючий). Мета, температурні режими та структура сталі після відпалу. Нормалізація сталі: призначення, відмінності від відпалу, вплив на оброблюваність різанням. *Практичний*

аспект: Аналітичний розрахунок температур нагрівання для відпалу і нормалізації доєвтектоїдних та заєвтектоїдних сталей з використанням діаграми Fe-C.

Тема 2.3. Технологія гартування сталі. Призначення гартування. Температурний режим нагрівання. Охолоджувальні середовища (вода, масло, полімерні розчини) та їх охолоджувальна здатність. Способи гартування: в одному середовищі, у двох середовищах, ступінчасте, ізотермічне, з самовідпуском. Прогартовуваність і гартуваність сталі. Критична швидкість гартування. Дефекти гартування (внутрішні напруження, деформації, тріщини, знеуглецювання, окислення) та заходи щодо їх запобігання. Розгляд причин руйнування металу з суворим дотриманням принципів *Trauma-Informed Approach* (виключно технічний, сухий аналіз без емоційної драматизації).

Тема 2.4. Відпуск сталі. Поверхнєве гартування. Хіміко-термічна обробка.

Перетворення мартенситу та залишкового аустеніту при нагріванні. Низький, середній та високий відпуск: температурні інтервали, отримувані структури (мартенсит, троостит, сорбіт відпуску) та властивості. Відпускна крихкість. Термомеханічна обробка (ВТМО, НТМО). Поверхнєве гартування струмами високої частоти (СВЧ). Хіміко-термічна обробка: цементация, азотування, ціанування, дифузійна металізація (алітування, хромування, силіціювання). Механізм дифузії та формування поверхневого шару.

Тема 2.5. Вплив легуючих елементів. Леговані сталі. Принципи легування. Вплив легуючих елементів на поліморфізм заліза (аустеніто- та феритоутворювачі). Вплив легування на кінетику фазових перетворень (зміщення критичних точок, зміна положення С-подібних кривих). Карбідоутворюючі та некарбідоутворюючі елементи. Класифікація та маркування легованих сталей. Конструкційні (цементовані, поліпшувані, високоміцні), пружинно-ресорні, підшипникові сталі. Сталі з особливими фізико-хімічними властивостями (корозійностійкі, жароміцні). *Практичний аспект:* Комплексний аналіз та обґрунтування вибору матеріалів. Проектування технологічного циклу для конкретних деталей. Практичний розбір інженерного кейса: обґрунтування вибору хромистої мартенситної сталі 40Х13 для виготовлення зносостійких деталей машин або інструменту, призначення повного циклу термообробки для досягнення заданої твердості (HRC) та корозійної стійкості.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ ТА НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

(14 аудиторних годин: Лекції № 12–16, Практичні заняття № 7–8)

Модуль присвячений спеціалізованим інструментальним сталям, кольоровим сплавам та сучасним неметалевим матеріалам, що є незамінними у сучасному машинобудуванні, авіабудуванні, робототехніці та при проектуванні різального інструменту для CNC-систем.

Тема 3.1. Інструментальні сталі та тверді сплави.

Вуглецеві та леговані інструментальні сталі. Штампові сталі (для холодного і гарячого деформування). Швидкорізальні сталі (Р6М5, Р18): особливості хімічного складу, червоностійкість (теплостійкість), складна термічна обробка (високотемпературне гартування та багаторазовий відпуск). Металокерамічні тверді сплави (вольфрамова, титано-вольфрамова, титано-тантало-вольфрамова групи), їх отримання методом порошкової металургії та маркування (ВК, ТК, ТТК). Мінералокераміка та надтверді матеріали.

Тема 3.2. Алюміній та його сплави. Титан та його сплави.

Властивості технічного алюмінію. Деформівні алюмінієві сплави, що не зміцнюються та зміцнюються термічною обробкою (дюралюміні). Сутність процесів гартування та старіння

(природного, штучного) дюралюмініїв. Ливарні алюмінієві сплави (силуміни), модифікування силумінів. Титан та титанові сплави (α , β , $\alpha+\beta$ сплави): унікальне співвідношення питомої міцності та корозійної стійкості, складнощі при механічній обробці.

Тема 3.3. Мідь та її сплави. Антифрикційні матеріали. Властивості технічної міді. Латуні (прості та подвійні): структура, маркування, властивості, сезонне розтріскування. Бронзи (олов'яні, алюмінієві, свинцеві, берилієві): структура, маркування та галузі застосування. Вимоги до антифрикційних матеріалів. Бабіти (олов'яні та свинцеві): макро- та мікроструктура (тверді включення у м'якій матриці), призначення. Металофторопластові стрічки та спечені антифрикційні матеріали. *Практичний аспект:* Розшифровка марок кольорових металів і сплавів згідно з вітчизняними та європейськими стандартами. Вибір антифрикційних матеріалів для підшипників ковзання в агрегатах важкого машинобудування.

Тема 3.4. Неметалеві матеріали: полімери, пластмаси, гума.

Особливості будови полімерів (лінійні, розгалужені, просторові макромолекули). Термопластичні та термореактивні полімери. Пластмаси: склад (зв'язуюча речовина, наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори), класифікація та властивості. Поліетилен, фторопласт (тефлон), капрон, текстоліт, гетинакс. Каучук та гума. Процес вулканізації. Властивості та застосування гумових технічних виробів у машинобудуванні (амортизатори, ущільнювачі).

Тема 3.5. Композиційні матеріали та технічна кераміка. Сутність композиційних матеріалів (матриця + армуючий компонент). Металеві та неметалеві матриці. Волокнисті, шаруваті та дисперсно-зміцнені композити. Вуглепластики, склопластики, бороволокнисті: їх висока питома міцність та жорсткість. Технічна (конструкційна) кераміка. Перспективи застосування сучасних композитів у мехатроніці та автоматизованих лініях. *Практичний аспект:* Комплексний інженерний розрахунковий кейс. Розв'язання задачі з вибору матеріалу (металевого або композиційного) та методу його обробки для деталі машинобудівного комплексу на основі заданих умов роботи (навантаження, швидкість, середовище), що є підготовкою до підсумкового контролю.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Методологічне обґрунтування забезпечення курсу: Висока якість фахової підготовки здобувачів освіти зі спеціальності G11 / 133 «Галузеве машинобудування» за нормативною дисципліною ОК14 «Матеріалознавство» гарантується наявністю потужної, сучасної та диверсифікованої навчально-методичної бази. Забезпечення курсу розроблено з урахуванням європейських стандартів інженерної освіти (ESG), вимог до інклюзивності освітнього процесу, принципів студентоцентрованого навчання, а також необхідності тісної інтеграції теоретичного металознавства з реальними потребами передових машинобудівних підприємств регіону (ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ", ТОВ "Альтстрім").

Організація навчального процесу спирається на розгалужену систему методичної, нормативної та цифрової документації, що повністю відповідає Ліцензійним умовам провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти.

7.1. Навчально-методичний комплекс (НМК) дисципліни

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

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Документи, що прозоро регламентують зміст, обсяг, графік вивчення тем, політику (зокрема, академічну доброчесність) та деталізовані критерії оцінювання курсу. Силабус додатково містить правила інклюзивної комунікації, алгоритми академічної підтримки та умови асинхронного відпрацювання матеріалу (особливо актуально для дорослих слухачів, ветеранів та осіб, які проходять реабілітацію).
- **Опорні конспекти лекцій (Теоретичний базис):** Структуровані академічні тексти з глибокою візуалізацією (2D та 3D схеми кристалічних ґраток, мікрофотографії структур сталей та чавунів, анімовані діаграми ізотермічного перетворення аустеніту). Конспекти мінімізують когнітивне перевантаження при сприйнятті складної термодинаміки фазових перетворень.
- **Методичні вказівки до виконання практичних і лабораторних робіт:** Деталізовані покрокові алгоритми (Guidelines) для:
 - проведення макро- та мікроаналізу металів і сплавів;
 - роботи з металографічними мікроскопами та підготовки мікрошліфів;
 - читання діаграми стану Fe-C та застосування правила відрізків;
 - призначення температурних режимів для відпалу, нормалізації, гартування та відпуску легованих сталей (наприклад, типу 40X13).
- **Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи (CPC):** Структуровані інструкції та банки індивідуальних завдань для виконання розрахунково-графічних робіт (РГР) з проектування технологічного циклу термічної обробки та розшифровки марок сталей.
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів (Assessment Tools):** Рецензована цикловою комісією база тестових завдань для комп'ютерного модульного контролю, а також строгі матриці (рубрикатори) оцінювання.

7.2. Рекомендована література та нормативно-технічна документація Перелік літератури базується на фундаментальних академічних виданнях, адаптованих для технологічних спеціальностей машинобудування, та офіційній нормативній документації.

- **Базова (основна) література:**
 1. Пахольок А.П., Пахольок О.А. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали. – Львів: Світ. (Фундаментальний підручник, що містить вичерпну інформацію з теорії сплавів та термічної обробки).
 2. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. – Суми: Університетська книга. (Орієнтований на взаємозв'язок матеріалу та технології його подальшої механічної обробки).
 3. Бойко В.М. Матеріалознавство та технологія металів. – Київ: Либідь.
- **Нормативно-технічна документація (Стандарти):**
 1. Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування (Наказ МОН від 01.04.2022 № 288).
 2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології у машинобудуванні» спеціальності G11 Машинобудування.
 3. Актуальні вітчизняні (ДСТУ) та європейські (EN, ISO) стандарти на класифікацію та маркування вуглецевих, легованих сталей, чавунів і кольорових сплавів — документація є абсолютно обов'язковою для виконання практичних робіт з розшифровки матеріалів.

7.3. Цифрове, інформаційне та візуальне забезпечення (Digital & E-learning Support)

Враховуючи необхідність візуально-орієнтованого викладання процесів кристалізації та мікроструктурних перетворень, курс інтенсивно використовує сучасні цифрові інструменти:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Використання цифрових освітніх платформ (Moodle, Google Classroom) як єдиного хмарного середовища для адміністрування освітнього процесу. Платформа забезпечує безперебійне асинхронне навчання (доступ до лекцій, баз мікрофотографій, завантаження звітів), що є критично важливим інструментом інклюзії та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), гарантуючи гнучкість навчального графіка для вразливих категорій здобувачів.
- **Електронні марочники сталей та сплавів:** Застосування спеціалізованих цифрових баз даних (наприклад, WinSteel, онлайн-довідники) для оперативного пошуку хімічного складу, механічних (границя міцності, текучості) та технологічних властивостей матеріалів.
- **Інтерактивне візуальне моделювання:** Застосування мультимедійних аплетів для динамічної демонстрації побудови діаграми стану Fe-C. Анімація процесів дифузії вуглецю під час цементації або бездифузійного мартенситного перетворення під час гартування дозволяє подолати когнітивний бар'єр абстрактності.

7.4. Матеріально-технічне забезпечення аудиторної та практичної роботи

Для повноцінної реалізації практично-орієнтованого підходу та подолання розриву між теорією металознавства і реальною виробничою практикою, освітній процес супроводжується безпосередньою роботою в лабораторіях:

- **Металографічне обладнання:** Парк інструментальних металографічних мікроскопів (типу МІМ) для візуального дослідження мікроструктур металів при збільшеннях від $\times 100$ до $\times 1000$.
- **Колекції мікрошліфів:** Набори стандартизованих мікрошліфів вуглецевих сталей (доевтектоїдних, евтектоїдних, заевтектоїдних), чавунів (білих, сірих, ковких, високоміцних) та кольорових сплавів у рівноважному стані та після різних видів термічної обробки.
- **Вимірювальне обладнання:** Твердоміри Брінелля (ТШ) та Роквелла (ТК) для визначення твердості зразків до та після термічної обробки, що дозволяє емпірично підтвердити ефективність призначених режимів гартування.
- **Термічне обладнання:** Лабораторні муфельні печі для проведення показових процесів нагрівання зразків під час відпалу, нормалізації та гартування з подальшим охолодженням у різних середовищах (вода, мінеральне масло).
- **Натурні зразки від партнерів-роботодавців:** Зразки реальних машинобудівних деталей, заготовок, лиття та різального інструменту, надані підприємствами-партнерами. Їх використання на практичних заняттях дозволяє здобувачам здійснювати візуальний макроаналіз зламів, ідентифікувати види термічної чи хіміко-термічної обробки на реальних виробах та готує до розв'язання виробничих кейсів.

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

Методологічне обґрунтування кадрової політики: Фундаментальна навчальна дисципліна «Металознавство» (ОК14) відрізняється надзвичайно високим рівнем фізико-хімічної абстракції та когнітивної складності. Вона формує базовий інженерно-технологічний світогляд майбутнього фахівця-машинобудівника за спеціальністю G11 / 133, трансформуючи базове розуміння природничих процесів у професійний апарат керування властивостями металів та сплавів. Зважаючи на цю специфіку, якість викладання дисципліни та ефективність формування компетентностей гарантується жорсткими критеріями добору науково-педагогічних та педагогічних працівників.

Кадрове забезпечення освітнього процесу з дисципліни повністю відповідає вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти

(затверджених постановою КМУ від 30.12.2015 № 1187 зі змінами від 24.03.2021 р. № 365) та європейським стандартам внутрішнього забезпечення якості (ESG). До реалізації програми залучаються фахівці, які відповідають наступним кваліфікаційним, професійним та психолого-педагогічним параметрам:

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

- **Базова академічна освіта:** Викладання дисципліни здійснюється виключно спеціалістами, які мають повну вищу освіту (освітній ступінь «Магістр» або освітньо-кваліфікаційний рівень «Спеціаліст») за профільним напрямом. Допускається наявність дипломів за спеціальностями: «Матеріалознавство», «Металургія», «Галузеве машинобудування», «Прикладна механіка» або «Технологія машинобудування» за умови наявності відповідного інженерного чи дослідницького досвіду.
- **Кваліфікаційна категорія:** Для забезпечення високого науково-методичного рівня викладання, до проведення лекційних та лабораторно-практичних занять допускаються викладачі, яким присвоєно кваліфікаційну категорію не нижче ніж «спеціаліст першої категорії». Наполегливо рекомендується залучення викладачів категорії «спеціаліст вищої категорії», викладачів-методистів або осіб, які мають науковий ступінь кандидата технічних наук чи доктора філософії (PhD) у галузі металознавства чи механічної інженерії.

8.2. Практичний, науково-дослідний та інженерний досвід (Practical and Analytical Experience) Матеріалознавство не повинно викладатися як суто абстрактна довідкова дисципліна. Викладач зобов'язаний демонструвати безпосередній зв'язок кожної мікроструктури з реальними експлуатаційними властивостями машинобудівних деталей:

- **Інженерно-технологічна експертиза:** Викладачі повинні мати підтверджений практичний або проєктно-аналітичний досвід роботи з вибором конструкційних матеріалів, розробкою режимів термічної обробки або проведенням металографічного контролю дефектів на реальних виробництвах. Здатність обґрунтовувати вибір матеріалу з урахуванням технологічних потужностей ключових підприємств-партнерів регіону (таких як ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ") є критично важливою.
- **Володіння нормативною базою:** Глибоке знання державних та міжнародних стандартів (ДСТУ, ГОСТ, EN, ISO, DIN), що регламентують хімічний склад, механічні випробування (на розтяг, твердість, ударну в'язкість) та маркування металів, сплавів і полімерних композитів.
- **Науково-методична активність:** Систематичне проходження стажування або підвищення кваліфікації (не рідше одного разу на 5 років) на базі передових машинобудівних підприємств, дослідницьких лабораторій або технічних університетів, участь у наукових конференціях з питань фізики металів, інноваційних матеріалів чи сучасних методик викладання технічних дисциплін.

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

- **Візуально-орієнтована дидактика:** Здатність викладача ефективно долати когнітивний бар'єр здобувачів при вивченні складних процесів (наприклад, дислокаційного механізму пластичної деформації або ізотермічного перетворення аустеніту). Це вимагає вільного володіння методами візуалізації: створення динамічних мультимедійних презентацій, 3D-моделей кристалічних ґраток, анімацій процесу кристалізації та росту дендритів.
- **Адміністрування електронного навчання (E-learning):** Бездоганне володіння системами управління навчанням (LMS Moodle, Google Workspace for Education) для

організації безперебійного змішаного (blended learning) та асинхронного навчання, оперативної перевірки цифрових звітів з розрахунково-графічних робіт та надання зворотного зв'язку здобувачам.

- **Використання симуляційних технологій:** Здатність інтегрувати в освітній процес віртуальні металографічні мікроскопи, цифрові бази даних (марочники сталей) та симулятори термічної обробки для відпрацювання навичок в умовах відсутності фізичного доступу до високотемпературного обладнання.

8.4. Психолого-педагогічні вимоги та інклюзивна етика (Trauma-Informed Approach & Andragogy) Враховуючи сучасний соціально-демографічний профіль здобувачів фахової передвищої освіти (наявність ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій, осіб на етапі перекваліфікації, зокрема за грантовими програмами Skills4Recovery, та осіб, які постраждали від наслідків війни), до педагогічного персоналу висуваються посилені вимоги щодо емоційного інтелекту:

- **Принципи Андрагогіки:** Здатність викладача відмовитися від авторитарної директивної педагогіки на користь партнерської суб'єкт-суб'єктної взаємодії. Викладач має вміти інтегрувати наявний виробничий чи життєвий досвід дорослих слухачів у процес розв'язання прикладних задач з підбору матеріалів.
- **Педагогіка, обізнана з травмою (Trauma-Informed Care):** Курс матеріалознавства передбачає вивчення дефектів кристалічної будови, причин крихкого та втомного руйнування металів, а також аналіз властивостей високоміцних спеціальних (у т.ч. броньових) сталей. Викладач зобов'язаний подавати цей матеріал виключно в сухому, інженерно-технологічному та аналітичному ключі. Необхідно професійно запобігати виникненню психологічних тригерів, категорично уникаючи надмірної драматизації при аналізі реальних катастроф (наприклад, руйнування конструкцій, мостів чи бронетехніки).
- **Модерація безпечного середовища:** Викладач повинен створювати в аудиторії та у віртуальному просторі атмосферу абсолютної психологічної безпеки та академічної толерантності. Це включає гнучке управління дедлайнами для вразливих категорій здобувачів, здатність адаптувати форми контролю (наприклад, заміна стресового усного опитування на асинхронну перевірку цифрового звіту), а також заохочення культури, де помилка в розшифровці марки сплаву сприймається як невід'ємна частина когнітивного процесу інженерного пошуку, а не як провал.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Методологічне обґрунтування організації документообігу: Організація, системний контроль, облік та безперервний моніторинг якості освітнього процесу з нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) супроводжуються розгалуженою, строго регламентованою системою навчально-методичної та академічної звітної документації. Згідно з вимогами внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти, ця документація покликана гарантувати абсолютну прозорість критеріїв оцінювання, стандартизацію академічних вимог, дотримання принципів академічної доброчесності та валідацію сформованості інженерно-технологічних компетентностей здобувачів.

Перелік обов'язкових та рекомендованих форм документів розроблено з урахуванням специфіки матеріалознавчого спрямування дисципліни та включає наступні позиції:

1. Силабус навчальної дисципліни (Syllabus) Головний орієнтир для здобувача, що надається йому в електронному та/або роздрукованому вигляді на першому вступному занятті. Силабус виступає своєрідним освітнім «контрактом» між викладачем та слухачем, деталізуючи маршрут вивчення металознавства. Документ обов'язково містить:

- Детальний опис цілей, завдань та очікуваних програмних результатів навчання (зокрема РН7, РН15), сформульованих через компетентнісний підхід.
- Структурований тематичний план лекційних та лабораторно-практичних занять із зазначенням конкретних тем для самостійної роботи.
- Жорсткий графік (дедлайни) видачі та здачі розрахунково-графічних робіт (РГР) з теорії сплавів, аналізу діаграми Fe-C та проєктування режимів термічної обробки.
- Політику курсу: правила використання допоміжних матеріалів (марочників сталей, довідників ДСТУ, цифрових баз даних), умови асинхронного відпрацювання пропущених практичних занять, правила інклюзивної комунікації.
- Політику академічної доброчесності: чітку регламентацію щодо недопущення плагіату під час підготовки звітів з мікроструктурного аналізу та заборону копіювання індивідуальних технологічних розрахунків.
- Детальну шкалу та критерії нарахування балів за поточні та підсумкові види робіт (максимум 100 балів за семестр).

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

- Відвідуваності аудиторних занять (32 години лекцій та 16 годин практик).
- Поточних балів за роботу на 8 лабораторно-практичних заняттях (оцінюється здатність ідентифікувати мікроструктури, користуватися діаграмою залізо-вуглець, призначати температури гартування).
- Результатів виконання завдань модульного комп'ютерного тестування після завершення кожного з трьох змістових модулів. Електронний формат журналу (в системі LMS Moodle або Google Classroom) гарантує постійний, відкритий та прозорий доступ слухачів до своїх поточних академічних результатів, дозволяючи їм коригувати траєкторію навчання.

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 та реалізації принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що є особливо актуальним для здобувачів-ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій та осіб, які проходять медичну чи соціально-психологічну реабілітацію. Він містить:

- Адаптований та узгоджений індивідуальний графік здачі звітів з практичних робіт та РГР.
- Визначені форми асинхронної звітності (наприклад, дозвіл на подання деталізованих письмових аналітичних звітів з розшифровки марок металів через платформу дистанційного навчання замість обов'язкового очного експрес-опитування біля дошки, що сприяє суттєвому зниженню стресового екзаменаційного навантаження).

4. Портфоліо самостійної роботи Звітна навчальна документація здобувача, що акумулює результати його самостійної аналітичної роботи (загальним обсягом 42 години) протягом усього 2-го семестру. Портфоліо підлягає ретельній перевірці викладачем і включає обов'язкові інженерні звіти (РГР з вибору матеріалу та термообробки), конспекти опрацювання державних стандартів (ДСТУ) та результати проходження електронних тренувальних тестів.

5. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (Залікова відомість) Документ суворої фінансово-академічної звітності, який підтверджує факт проходження слухачем курсу «Матеріалознавство» та офіційно засвідчує рівень його компетентності. 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).

6. Рубрикатор (матриця) оцінювання навчальної діяльності (Assessment Rubric)

Важливий внутрішній документ, який є невід'ємною частиною робочої програми та забезпечує абсолютну об'єктивність і прозорість оцінювання. Він містить чіткі критерії нарахування балів (дескриптори досягнення результатів) за кожний вид діяльності:

- Робота з мікроскопами та твердомірами на практичних заняттях (точність вимірювань, дотримання техніки безпеки).
- Виконання СРС (глибина аналізу, якість візуалізації дефектів, економічна обґрунтованість висновків).
- Відповіді на заліку. Рубрикатор дозволяє уникнути суб'єктивізму та чітко розмежовує бали за теоретичне знання і здатність його практичного застосування.

7. Лист реєстрації змін та доповнень до робочої програми Завершальний елемент нормативної документації курсу, який забезпечує гнучкість та постійну актуальність навчального матеріалу. Оскільки технології теплоізоляції (наприклад, впровадження нових полімерів) та стандарти металопрокату стрімко змінюються, викладач фіксує у цьому листі оновлення списку нормативних ДСТУ/EN, додавання нових тем (наприклад, інноваційні жароміцні бетони) або коригування практичних кейсів відповідно до новітніх викликів теплоенергетичної галузі. Зафіксовані зміни щорічно погоджуються головою методичної комісії.

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.
- Згідно з нормативними вимогами до диференційованого заліку, підсумкова оцінка за семестр формується з двох складових: частка поточного та модульного контролю становить 70% (максимум 70 балів), а частка підсумкового контрольного заходу — 30% (максимум 30 балів). Згодом здобута 100-бальна оцінка обов'язково конвертується у національну шкалу та літерну шкалу ЄКТС.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Період / Види навчальної та аналітичної роботи	Макс. бал
	Робота на практичних заняттях (8 занять): Оцінюється здатність проводити мікроструктурний аналіз, працювати з металографічним мікроскопом, розраховувати фазовий склад за діаграмою Fe-C, розшифровувати марки сталей і сплавів. Нараховується до 3 балів за кожне успішно відпрацьоване заняття.	24
	Самостійна робота слухача (СРС): Виконання 4-х комплексних розрахунково-графічних робіт (РГР) та індивідуальних завдань з	16

	проектування технології термообробки та вибору матеріалів (до 4 балів за кожну роботу).	
	Модульний контроль (Комп'ютерне тестування): Проведення трьох контрольних зрізів знань у системі LMS. Змістовий модуль 1 «Будова металів» (20 балів), Змістовий модуль 2 «Термічна обробка» (20 балів), Змістовий модуль 3 «Кольорові та неметалеві матеріали» (20 балів).	60
РАЗОМ	(Підсумкова рейтингова оцінка, що конвертується у Залік та вноситься в Додаток до диплома)	100

10.2. РУБРИКАТОР (МАТРИЦЯ) ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУХАЧІВ

Рубрикатор є стандартизованим інструментом, що регламентує релевантність, надійність та прозорість оцінювання, повністю виключаючи суб'єктивний фактор.

10.2.1. Оцінювання роботи на практичних заняттях Максимальна кількість балів за семестр: 24 (8 занять по 3 бали). Оцінюванню підлягає правильність розпізнавання мікроструктур, точність застосування правила відрізків на діаграмі стану, а також коректність призначення температур гартування.

Кількість балів	Дескриптор (критерії досягнення інженерно-технологічних результатів)
3 бали	Здобувач демонструє відмінні аналітичні навички. Самостійно та безпомилково ідентифікує структурні складові (перліт, ледебурит, мартенсит) під мікроскопом. Правильно визначає критичні точки (A_{c1} , A_{c3} , A_{cm}) за діаграмою Fe-C, обґрунтовує режими відпалу та гартування. Повністю та правильно розшифровує марку легованої сталі згідно з ДСТУ.
2 бали	Завдання виконано в цілому правильно. Здобувач розуміє принципи фазових перетворень, проте припускається незначних неточностей при розрахунку кількісного співвідношення фаз або неповністю описує вплив певного легуючого елемента на властивості матеріалу.
1 бали	Базовий рівень. Здобувач здатний розшифрувати лише прості марки вуглецевих сталей, відчуває труднощі при роботі з діаграмою ізотермічного перетворення аустеніту. Потребує суттєвих підказок викладача при виборі охолоджувального середовища для гартування.
0.5 бал	Виконано лише мінімальну частину завдання з критичними концептуальними помилками (наприклад, плутає ферит із цементитом або не розрізняє температури гартування для доєвтектоїдних і заєвтектоїдних сталей).
0 балів	Абсолютне нерозуміння фізико-хімічної суті завдання. Відмова від виконання або пропуск заняття без поважної причини.
Траума-Informed підхід (Особлива умова)	Якщо здобувач відчуває психологічний дискомфорт під час колективного аналізу мікрошліфів або експрес-опитування біля дошки, відмова від публічного виступу не карається зниженням балів. Викладач забезпечує можливість перевірки знань індивідуально в зошиті здобувача на його робочому місці або через електронну систему (LMS Moodle).

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (РГР та індивідуальні кейси)

Максимальна кількість балів за семестр: 16 (4 комплексні роботи по 4 балів). Оцінюється здатність до автономного інженерного пошуку (вибір матеріалу для конкретної деталі), дотримання стандартів оформлення технічної документації та економічна обґрунтованість вибору.

Бали за 1	Рівень	Дескриптор (критерії досягнення результатів PH8, PH15)
-----------	--------	--

РГР (макс. 4)		
4 балів	Відмінно	Робота виконана бездоганно. Здобувач самостійно проаналізував умови роботи деталі, обрав оптимальну марку сталі/сплаву (із посиланням на ДСТУ/EN), правильно розрахував і побудував графік режиму термообробки. Звіт оформлено згідно з ЄСКД.
3 балів	Добре	Матеріал обрано правильно, але наявні неточності в аргументації або дрібні помилки в побудові температурного графіка термообробки (наприклад, не враховано швидкість нагрівання). 80% правильність виконання.
2 бали	Задовільно	Завдання виконано частково. Матеріал обрано без урахування специфічних умов експлуатації (наприклад, обрано не корозійностійку сталь для роботи у вологому середовищі). Робота потребує значних пояснень під час захисту.
1 бали	Низький	Критичні помилки у виборі матеріалу (обрано матеріал, що призведе до швидкого руйнування деталі). Режим термообробки призначені навмання.
0 балів	Незадовільно	Робота не виконана, не відповідає виданому варіанту, або виявлено грубий академічний плагіат (повне копіювання чужого технологічного процесу).

10.2.3. Оцінювання модульного контролю (Комп'ютерне тестування) Максимальна кількість балів: 60 (Три змістові модулі по 20 балів). Проводиться у хмарному середовищі LMS для формативного оцінювання теоретичних знань з кристалографії, теорії сплавів та металознавства.

Кількість балів	Відсоток правильних відповідей	Критерії досягнення
10 балів	90% - 100%	Бездоганне знання атомно-кристалічної будови, теорії фазових перетворень, типів діаграм стану. Швидке та точне розв'язання тестових задач на застосування правила фаз Гіббса та правила відрізків.
9 балів	75% - 89%	Добре розуміння теоретичного матеріалу. Допущені одиничні помилки у найбільш складних питаннях (наприклад, щодо дислокаційного механізму деформації або впливу рідкісноземельних елементів).
7 - 8 балів	60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні, проте достатні для ідентифікації основних структурних складових (фериту, перліту, мартенситу) та призначення стандартних видів відпалу.
0 - 6 балів	Менше 60%	Матеріал модуля не засвоєно. Здобувач плутає фази з механічними сумішами, не розуміє принципу побудови діаграми Fe-C. Потребує обов'язкового перескладання тесту за допомогою додаткових консультацій.

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методологічне та епістемологічне обґрунтування вибору дидактичного інструментарію:

Навчальна дисципліна «Матеріалознавство» (ОК14) є концептуальним ядром, що формує детермінований інженерно-технологічний світогляд майбутнього фахівця за спеціальністю G11 / 133 «Галузеве машинобудування». Враховуючи необхідність інтеграції абстрактних фізико-хімічних закономірностей із суто прикладними завданнями вибору матеріалів для CNC-обробки, методологія курсу базується на синергії класичної університетської інженерної дидактики та інноваційних студентоцентризованих технологій.

Пріоритетом є реалізація діяльнісного підходу: трансформація здобувача з пасивного реципієнта довідкової інформації в активного суб'єкта епістемологічного пошуку, здатного прогнозувати властивості сплавів. Окрім того, враховуючи наявність в аудиторіях здобувачів-ветеранів, членів їх сімей, учасників бойових дій та осіб, які проходять соціально-психологічну реабілітацію (зокрема за програмами Skills4Recovery), архітектура методів навчання суворо підпорядкована принципам педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це гарантує безбар'єрність, емпатичність та абсолютну психологічну безпеку освітнього простору.

11.1. Аналітико-дедуктивні та феноменологічні методи (Analytical & Phenomenological Methods) Цей кластер методів є стрижневим для засвоєння матеріалознавства як точної науки, забезпечуючи розвиток здатності до глибокого абстрактного мислення, аналізу мікроструктур та синтезу знань (ЗК 3).

- **Метод наукової абстракції та ідеалізації:** Фундаментальний прийом, під час якого викладач навчає здобувачів моделювати ідеальні кристалічні ґратки, абстрагуючись від макроскопічних розмірів деталі, а потім поступово вводити поняття реального кристала з його точковими та лінійними дефектами (дислокаціями). Це дозволяє перевести задачу з площини емпіричного спостереження за металом у площину точного аналізу його атомно-молекулярної будови.
- **Дедуктивно-номологічний метод:** Вивчення курсу здійснюється шляхом дедуктивного виводу — від універсальних законів термодинаміки (правило фаз Гіббса, кристалізація) до часткових інженерних випадків (поведінка конкретної марки легованої сталі при гартуванні). Це формує розуміння того, що всі матеріали підпорядковуються єдиним універсальним законам природи.
- **Феноменологічний аналіз:** Встановлення стійких причинно-наслідкових зв'язків між мікроструктурними перетвореннями (наприклад, розпадом аустеніту) та макроскопічними змінами (підвищенням твердості, виникненням внутрішніх напружень чи крихкості).

11.2. Проблемно-орієнтовані та праксеологічні методи (Engineering Problem-Based Learning) Формування спеціальних компетентностей (СК 2, СК 3) неможливе без інтенсивного лабораторного та розрахункового тренінгу з використанням бази підприємств-партнерів.

- **Алгоритмізація розумової діяльності:** Впровадження жорстких покрокових евристичних алгоритмів (Guidelines). Наприклад, алгоритм роботи з діаграмою Fe-C безальтернативно включає: 1) визначення концентрації вуглецю; 2) проведення ординати сплаву; 3) ідентифікацію точок перетину з лініями діаграми; 4) визначення фазового складу за правилом відрізків; 5) призначення температур нагрівання для термічної обробки.
- **Метод інженерних виробничих кейсів (Case Study):** Відмова від абстрактних завдань на користь реалістичних машинобудівних ситуацій. Здобувачі розв'язують кейси, розроблені на основі виробничих процесів ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ" та ТОВ "Альтстрім". Наприклад, здійснюють підбір зносостійкої сталі для штампової оснастки, розраховують цикл цементації для зубчастого колеса або обирають антифрикційний матеріал для підшипників ковзання конвеєрної лінії.
- **Лабораторно-емпіричний метод:** Самостійна робота з металографічними мікроскопами, твердомірами та муфельними печами. Синхронне поєднання теоретичних знань із візуальним спостереженням реальних мікроструктур (перліту, ледебуриту) на підготовлених мікрошліфах.

11.3. Візуально-когнітивні та мультимедійні технології (Visually-Oriented Teaching) З метою подолання когнітивного перевантаження (Cognitive Load), пов'язаного зі сприйняттям багатовимірних фазових діаграм та складних дифузійних процесів.

- **Динамічна мультимедійна репрезентація:** Використання на лекціях насичених 2D/3D презентацій, інтерактивних аплетів та GIF-анімацій. Викладач візуалізує в реальному часі процеси росту дендритів, переміщення дислокацій під час пластичної деформації (наклепу) та кінетику перетворення аустеніту в мартенсит. Це критично для розвитку здатності розуміти динаміку структурних змін.
- **Метод натурної демонстрації:** Демонстрація реальних фізичних зразків матеріалів, макрошліфів (для вивчення будови злитку чи зварного шва), зламів деталей (крихке та в'язке руйнування). Це забезпечує тактильне та візуальне підтвердження теоретичних постулатів про міцність та пластичність.

11.4. Інклюзивний та Trauma-Informed підхід (Створення безпечної академічної екосистеми) Усвідомлюючи соціально-психологічний бекграунд здобувачів (військовослужбовці, ветерани, ВПО), методична парадигма курсу адаптована для гарантування психоемоційної стабільності.

- **Андрагогічна валідація життєвого та бойового досвіду:** Інтеграція практичного, виробничого та військового досвіду здобувачів у дидактичний процес. Розуміння ветеранами властивостей броньових сталей, балістичної стійкості матеріалів, поведінки металів в екстремальних температурних умовах застосовується як цінна емпірична база для вивчення процесів легування та термічної обробки. Суб'єкт-суб'єктна взаємодія повністю виключає авторитарний тиск.
- **Модерація тригерного контенту (Екологічність викладання):** Дисципліна, що вивчає дефекти, втому металів, крихкість та руйнування матеріалів, неминуче торкається аналізу інженерних катастроф (руйнування конструкцій, розриви труб, злами валів). Викладач зобов'язаний розкривати ці теми виключно через сухий фізико-хімічний та матеріалознавчий аналіз (розгляд фрактографії зламу), категорично уникаючи емоційної драматизації, аудіовізуальних ефектів або натуралістичних описів аварій, що можуть виступати каталізаторами ПТСР.
- **Адаптивна та диверсифікована валідація знань:** Нівелювання академічного стресу через варіативність звітності. Замість обов'язкового публічного усного захисту результатів розшифровки марок сталей, здобувачам надається право індивідуального захисту «один на один», подання розгорнутих аналітичних звітів з мікроструктурного аналізу в цифровому форматі через LMS (Moodle / Google Classroom) або проходження асинхронного комп'ютерного тестування.

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (АКАДЕМІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ)

Методологічне обґрунтування інституційної політики: Політика вивчення фундаментальної нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) є інваріантною та невід'ємною складовою внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж». Вона формує не просто звід адміністративних правил, а єдиний епістемологічний та етичний простір, що моделює корпоративну культуру сучасних передових машинобудівних та інжинірингових підприємств (таких як ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ", ТОВ "Альтстрім").

Враховуючи високу відповідальність інженера за вибір матеріалу, а також глибоку соціально-демографічну диверсифікацію навчальних груп (наявність дорослих здобувачів освіти, ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій, осіб, які постраждали від наслідків війни, та слухачів, що проходять рескілінг за міжнародними грантовими проектами

на кшталт Skills4Recovery), політика курсу ґрунтується на парадигмі студентоцентрованого навчання, безкомпромісній академічній доброчесності та принципах абсолютної інклюзивності.

12.1. Політика академічної доброчесності (Academic Integrity Policy) Забезпечення дотримання академічної доброчесності є критичною, фундаментальною вимогою під час підготовки фахівців за спеціальністю G11 / 133 «Галузеве машинобудування». Оскільки помилки у виборі марки сплаву або режиму термічної обробки призводять до реального браку на виробництві або катастрофічних руйнувань під час експлуатації, будь-які прояви академічної недоброчесності є несумісними зі статусом майбутнього фахівця:

- **Імператив абсолютної самостійності:** Здобувачі зобов'язані виключно самостійно виконувати аудиторні лабораторно-практичні роботи (макро- та мікроаналіз) та всі індивідуальні розрахунково-графічні роботи (РГР) за своїм унікальним варіантом. Копіювання чужих висновків щодо мікроструктури, плагіат технологічних графіків термообробки або результатів розшифровки марок металу класифікується як грубе порушення.
- **Регламентація використання штучного інтелекту (AI Tools) та цифрових баз:** Інтеграція сучасних технологій вітається, але жорстко регламентується. Використання електронних марочників сталей (WinSteel), баз даних ДСТУ/EN, а також систем генеративного штучного інтелекту дозволяється виключно як допоміжного інструменту для пошуку інформації, фактчекінгу або перевірки правильності розрахунку вуглецевого еквівалента. Генерація повного інженерного звіту РГР за допомогою ШІ без глибокого самостійного аналізу діаграми Fe-C суворо заборонена.
- **Санкції за порушення:** У разі виявлення факту плагіату або списування під час комп'ютерного модульного тестування, робота негайно анулюється (0 балів) з обов'язковою вимогою перескладання за новим, суттєво ускладненим індивідуальним варіантом.

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

Враховуючи наявність в аудиторіях слухачів із різним життєвим, виробничим та бойовим досвідом, викладання матеріалознавства здійснюється з обов'язковим та беззаперечним дотриманням принципів педагогіки, обізнаної з травмою.

- **Правило «Екологічності контенту» (Стоп-сигнал):** Вивчення матеріалознавства неминуче супроводжується аналізом дефектів кристалічної будови, причин втомного та крихкого руйнування металів, а також розглядом промислових аварій (наприклад, руйнування зварних швів, розрив газопроводів, вихід з ладу броньових листів). Якщо візуальний (фрактографія зламу) чи текстовий аналіз таких катастроф викликає у здобувача психологічний дискомфорт або флешбеки, він має беззаперечне право зупинити обговорення або тимчасово покинути заняття без жодних академічних санкцій.
- **Адаптивність форм контролю та зниження стресу:** Якщо традиційний публічний захист роботи (опитування біля дошки) викликає надмірний екзаменаційний стрес, викладач зобов'язаний забезпечити можливість альтернативної звітності. Це може бути подання деталізованого аналітичного звіту в електронному вигляді через систему LMS (Moodle / Google Classroom) або асинхронна письмова відповідь.
- **Толерантність до помилок (Error Tolerance Culture):** Формується академічна культура, де помилка в ідентифікації перліту під мікроскопом або неточність у визначенні температури нормалізації розглядається не як провал, а як цінний етап когнітивного процесу інженерного пошуку.

12.3. Етика комунікації та інклюзивність (Communication Ethics and Inclusivity) Освітнє середовище на заняттях з матеріалознавства базується на принципах абсолютної рівності,

колегіальності та взаємоповаги, що є еталоном для сучасних інжинірингових корпорацій та міжнародних грантових ініціатив.

- **Андрагогічна валідація практичного досвіду:** Викладач ставиться з глибокою повагою до виробничого та бойового досвіду дорослих здобувачів. Залучення досвіду ветеранів щодо поведінки металів в екстремальних температурних чи балістичних умовах, або досвіду діючих працівників машинобудівних підприємств щодо оброблюваності конкретних сталей, всебічно заохочується і стає органічною частиною лекційної дискусії.
- **Культура академічного діалогу:** Будь-які дискусії щодо вибору раціональної марки матеріалу або методу його термообробки повинні вестися виключно аргументовано, з посиланням на ДСТУ та фахову термінологію. Прояви дискримінації чи ейджизму є категорично неприпустимими.

12.4. Політика щодо відвідування та асинхронного навчання (Attendance and Asynchronous Learning Policy) Присутність на лабораторно-практичних заняттях є критично важливою, оскільки саме там формуються навички роботи з металографічними мікроскопами та твердомірами. Проте, реагуючи на виклики сьогодення, політика курсу є максимально адаптивною:

- **Відпрацювання практичних занять:** Пропуск лабораторно-практичного заняття вимагає обов'язкового відпрацювання в лабораторії (робота зі шліфами, розшифровка марок за індивідуальним варіантом) під час запланованих консультацій.
- **Компенсація лекційного матеріалу:** Усі опорні конспекти, презентації, мікрофотографії структур та бази ДСТУ розміщені в електронній системі дистанційного навчання (LMS Moodle/Google Classroom) для забезпечення асинхронного доступу.
- **Поважні причини та форс-мажори:** Пропуски занять, зумовлені виконанням військового обов'язку, медичним лікуванням, проходженням реабілітації, волонтерськими місіями, а також через перебої з електропостачанням чи повітряні тривоги, вважаються абсолютно поважними. Вони не тягнуть за собою жодних штрафних санкцій.

12.5. Політика дедлайнів та перескладання (Deadline and Retake Policy)

- **Гнучкість (Пролонгація термінів):** Для здобувачів, які перебувають у кризових життєвих ситуаціях або проходять лікування, терміни подачі звітів з мікроструктурного аналізу та РГР пролонгуються в індивідуальному порядку без втрати рейтингових балів.
- **Право на перескладання:** Здобувач освіти має право на перескладання будь-якого комп'ютерного модульного тестування (одна спроба для кожного модуля) для підвищення свого рейтингового бала у спеціально відведений час до початку залікового тижня.

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

Атмосфера на заняттях з матеріалознавства максимально наближена до професійного високотехнологічного середовища відділів головного металурга:

- **Цільове використання гаджетів (BYOD - Bring Your Own Device):** Використання смартфонів, планшетів чи ноутбуків під час аудиторних занять всебічно вітається, якщо вони застосовуються як інструменти інженерного пошуку. Дозволяється вільний

доступ до цифрових електронних марочників сталей, баз ДСТУ/EN, інженерних калькуляторів (для розрахунку вуглецевого еквівалента) або доступу до LMS.

- **Цифровий етикет:** Використання пристроїв для розважального контенту чи геймінгу під час аналізу мікрошліфів або викладу викладачем складного матеріалу розцінюється як грубе порушення корпоративної академічної етики.

13. КОМПЛЕКСНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ТЕМ ТА ПРАКТИЧНИХ КЕЙСІВ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (РОЗШИРЕНА АКАДЕМІЧНА ВЕРСІЯ)

Цей розділ розроблено з урахуванням сучасних вимог компетентнісного підходу, оновленої нормативно-правової бази у сфері професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти, а також принципів інклюзивності, зокрема вимог щодо організації безпечного та адаптованого робочого і навчального середовища для ветеранів, членів їхніх сімей та осіб, які постраждали внаслідок бойових дій.

Матеріали призначені для використання **методичними комісіями** при проведенні підсумкової державної атестації, кваліфікаційних іспитів та захисту дипломних проєктів.

I. ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК (МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ РІВЕНЬ)

Перелік теоретичних питань сформовано за ключовими напрямками інженерної механіки, автоматизації та експлуатації транспорту.

1.1. Матеріалознавство, прикладна механіка та опір матеріалів (Спец. 131, 133)

1. Класифікація та маркування сучасних конструкційних, легованих та композитних матеріалів, що застосовуються у машинобудуванні.
2. Теорія напруженого стану: побудова епюр поздовжніх сил, крутних та згинальних моментів для ступінчастого вала.
3. Технології термічної та хіміко-термічної обробки металів: вплив на структуру та механічні властивості деталей машин.
4. Розрахунки на міцність та жорсткість при складному опорі (згин з крутінням) елементів машинобудівних конструкцій.
5. Фізико-хімічні процеси при зварюванні плавленням: формування зварного шва, термічний цикл та зони термічного впливу.

1.2. Автоматизація, мехатроніка та робототехніка (Спец. 174, професія 3115 "Технік-мехатронік")

1. Архітектура автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСУ ТП): датчики, виконавчі механізми, контролери.
2. Принципи програмування промислових логічних контролерів (ПЛК). Стандарти IEC 61131-3 (Ladder Diagram, Structured Text).
3. Пневматичні та гідравлічні приводи в мехатронних системах: читання принципових схем, розрахунок зусиль та швидкодії.
4. Промислова робототехніка: кінематика маніпуляторів, системи технічного зору та інтеграція роботів у виробничу лінію.
5. Протоколи промислового зв'язку (PROFINET, Modbus, EtherCAT) та їх роль у концепції Індустрії 4.0.

1.3. Технології обробки матеріалів (Професія 8211 "Верстатник широкого профілю")

1. Основи теорії різання: геометрія різального інструменту, сили різання, теплові явища та зношення інструменту.

2. Програмування верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК): структура G- та M-кодів, системи координат.
3. Вибір та оптимізація режимів різання при токарній та фрезерній обробці складних деталей з урахуванням якості поверхні.

1.4. Експлуатація та обслуговування систем (Спец. 274, 192)

1. Сучасні методи комп'ютерної діагностики електронних систем керування двигуном внутрішнього згоряння (OBD-II, CAN-шини).
2. Технологічні процеси технічного обслуговування та поточного ремонту ходової частини автомобілів.
3. Енергоефективність в цивільній інженерії: сучасні будівельні матеріали та технології теплоізоляції конструкцій.

II. БЛОК ПРАКТИЧНИХ СИТУАЦІЙНИХ КЕЙСІВ (ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ)

Кейси спрямовані на перевірку здатності здобувачів освіти аналізувати нештатні ситуації, ухвалювати інженерні рішення та працювати з технічною документацією.

✂ Кейс 1: Діагностика та відновлення роботи мехатронної лінії (Спец. 174)

Ситуація: На автоматизованій лінії складання деталей (конвеєр оснащений ПЛК Siemens S7-1200, пневмоциліндрами Festo та оптичними датчиками) сталася аварійна зупинка. Панель оператора (НМІ) видає помилку "Time-out: датчик позиції B2 не підтвердив висування штока циліндра 1.0". **Завдання для студента:**

1. Скласти алгоритм пошуку несправності (від механічної частини до програмної).
2. Описати процедуру перевірки оптичного датчика та електропневматичного розподільника.
3. Запропонувати превентивні заходи для уникнення подібних збоїв у майбутньому (налаштування системи діагностики ПЛК).

⚙ Кейс 2: Проектування технологічного процесу для верстатів з ЧПК (Проф. 8211)

Ситуація: Підприємство-партнер отримало замовлення на серійне виготовлення деталі "Вал-шестірня" зі сталі 40Х. Деталь має шліцьові поверхні та потребує гартування струмами високої частоти (СВЧ). **Завдання для студента:**

1. Розробити маршрутну технологію виготовлення деталі (від заготівлі до фінішного контролю).
2. Підібрати різальний інструмент для токарної операції з ЧПК та розрахувати базові режими різання.
3. Сформулювати фрагмент керуючої програми (G-коди) для чорнового обточування зовнішнього контуру.

□ Кейс 3: Інклюзивна інженерія та ергономіка робочого простору (Соціально-адаптаційний модуль)

Ситуація: На машинобудівне підприємство працевлаштовується ветеран війни на посаду оператора автоматизованого зварювального комплексу. Працівник має часткові обмеження рухливості нижніх кінцівок внаслідок поранення. **Завдання для студента:**

1. Спираючись на сучасні нормативи з охорони праці та ергономіки, запропонувати інженерно-технічні зміни робочого місця (адаптація панелі керування, підйомні механізми, сенсорне дублювання педалей).
2. Описати протокол забезпечення психологічної безпеки та комунікації в бригаді, враховуючи принципи етики взаємодії з людьми з бойовим травматичним досвідом.
3. Запропонувати алгоритм гнучкого графіка технічного обслуговування обладнання, який би знижував фізичне навантаження на оператора.

III. ПРОЄКТНО-АНАЛІТИЧНІ ТЕМИ ДЛЯ ПІДСУМКОВИХ/ДИПЛОМНИХ РОБІТ

1. Модернізація системи автоматичного керування насосною станцією з використанням частотно-регульованого приводу та інтеграцією в SCADA-систему.
2. Проєкт організації дільниці діагностики гібридних автомобілів: вибір обладнання, розрахунок площ та економічне обґрунтування.
3. Розробка роботизованого зварювального комплексу для виготовлення просторових металоконструкцій: кінематичний розрахунок та підбір зварювальних режимів.
4. Технологія відновлення зношених деталей сільськогосподарської або спеціальної техніки методами плазмового наплавлення.
5. Проєктування адаптивного, інклюзивного робочого місця техніка-мехатроніка для працівників з особливими освітніми та фізичними потребами.

IV. КРИТЕРІЇ ТА РУБРИКИ ОЦІНЮВАННЯ (ДЛЯ МЕТОДИЧНИХ КОМІСІЙ)

Оцінювання здійснюється за багатокритеріальною шкалою, що охоплює:

- **Фундаментальність знань (30%):** Володіння термінологією, знання фізичних процесів, нормативних документів та ДСТУ/ISO.
- **Практична компетентність (40%):** Здатність розв'язувати ситуаційні кейси, виконувати розрахунки, читати креслення/схеми та програмувати обладнання.
- **Критичне мислення та безпека (20%):** Вміння знаходити причини несправностей, дотримання правил охорони праці, розуміння принципів безпечного та інклюзивного виробництва.
- **Презентаційні навички (10%):** Здатність аргументовано захищати свої технічні рішення та вести фахову дискусію.

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

Методологічне обґрунтування процедур діагностики та оцінювання: Діагностика успішності навчання та академічного поступу здобувачів фахової передвищої освіти з обов'язкової нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14) є багатовимірним, валідним, системним та безперервним кваліметричним процесом. Вона спрямована не на формальну констатацію наявності довідкових знань про марки металів, а на об'єктивну епістемологічну валідацію набутих загальноінженерних (ЗК 3, ЗК 4) та спеціальних компетентностей (СК 2, СК 3, СК 8). Головною метою діагностики є підтвердження здатності майбутнього фахівця застосовувати фізико-хімічний апарат для розв'язання реальних проблем вибору матеріалів, призначення режимів термічної обробки та забезпечення надійності роботи деталей в умовах машинобудівних виробництв (РН 8, РН 15).

Організація контролю, метрики оцінювання та навчально-методичне забезпечення курсу цілком імплементовані у внутрішню систему забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти. Процедура оцінювання суворо дотримується принципів студентоцентрованості, академічної доброчесності, прозорості та педагогіки, обізнаної з

травмою (Trauma-Informed Approach), що гарантує рівні академічні можливості та психологічну безпеку для всіх слухачів, зокрема дорослих осіб, ветеранів та тих, хто проходить етапи соціально-психологічної реабілітації (в т.ч. за міжнародними програмами Skills4Recovery).

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

Для забезпечення максимальної об'єктивності, академічної транспарентності та всебічного безперервного моніторингу навчальної діяльності застосовується комплексний, багаторівневий підхід, що охоплює формативне (поточне), модульне та сумативне (підсумкове) оцінювання.

14.1.1. Засоби поточного та формативного контролю (Continuous & Formative Assessment) Цей рівень діагностики здійснюється на кожному аудиторному (лекційному та лабораторно-практичному) занятті. Його мета — надання оперативного зворотного зв'язку (Feedback) здобувачу та викладачу для своєчасного коригування освітньої траєкторії.

- **Інженерно-технологічні квізи (Micro-Quizzes):** Короткі (5-10 хвилин) бліц-опитування на початку занять (можуть проводитися за допомогою смартфонів у системі LMS). Діагностують рівень засвоєння кристалографії, розуміння різниці між фазами та структурними складовими, знання принципів розшифровки базових марок сталей за ДСТУ.
- **Діагностика праксеологічних навичок (Practical Skills Assessment):** Безперервне спостереження та оцінювання викладачем процесу роботи на практичних заняттях. Оцінюється здатність здобувача коректно налаштовувати металографічний мікроскоп, застосовувати правило відрізків на діаграмі стану Fe-C, знаходити критичні точки ($\$Ac_1\$$, $\$Ac_3\$$) та призначати температури для різних видів відпалу або гартування.
- **Метод взаємооцінювання (Peer Review / Cross-Check):** Здобувачі (в мікрогрупах або парах) обмінюються розробленими графіками термічної обробки або результатами розшифровки марок сплавів. Завдання — знайти технологічну, температурну або логічну помилку в розрахунковій схемі колеги. Це розвиває критичне мислення та відповідальність за перевірку інженерної документації.

14.1.2. Засоби модульного контролю (Modular Assessment) Спрямовані на комплексну верифікацію знань після завершення вивчення великих смислових блоків (Змістовий модуль 1 «Будова металів», Змістовий модуль 2 «Термічна обробка», Змістовий модуль 3 «Кольорові та неметалеві матеріали»).

- **Комп'ютерне тестування (CBT - Computer-Based Testing):** Здійснюється у хмарному середовищі системи управління навчанням (LMS Moodle або Google Classroom). Тести мають багаторівневу структуру: включають питання закритого типу, завдання на встановлення відповідності (наприклад, співвіднести марку сплаву з його застосуванням) та розрахункові міні-задачі, що вимагають визначення фазового складу.
- **Захист індивідуального портфоліо (РГР):** Оцінювання здатності до автономної інженерної роботи. Здобувач захищає чотири розрахунково-графічні роботи. Діагностика проводиться у форматі професійної інженерної бесіди: викладач вимагає аргументувати обрану марку матеріалу (наприклад, чому для зносостійкого інструменту обрано леговану сталь, а не вуглецеву), пояснити хід температурних розрахунків та результати верифікації. Оцінюється також якість графічного оформлення технологічних циклів згідно з ЄСКД.

14.1.3. Засоби підсумкового контролю (Summative Assessment)

- **Диференційований залік:** Проводиться наприкінці 3-го семестру у формі фіксації підсумкової накопичувальної оцінки (максимум 100 балів), отриманої здобувачем за результатами поточної роботи (виконання практичних робіт, захист РГР та проходження модульного контролю). Залік комплексно діагностує готовність здобувача до вивчення наступних фахових дисциплін циклу механічної інженерії («Технологія машинобудування», «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК»). Для здобувачів, які бажають підвищити рейтинговий бал, передбачена можливість розв'язання комплексного інженерного кейса (вибір та обґрунтування матеріалу і термообробки для заданої деталі).

14.2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Висока якість математичної, природничої та загальноінженерної підготовки гарантується наявністю потужної, сучасної навчально-методичної бази, що відповідає технологічним вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти.

14.2.1. Нормативно-методичний комплекс (НМК):

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Базові документи, що прозоро регламентують зміст курсу, графік вивчення тем, дедлайни здачі РГР та політику академічної доброчесності і психологічної безпеки.
- **Навчально-методичні посібники та конспекти лекцій:** Розроблені викладачами адаптовані теоретичні матеріали, що містять розширену візуалізацію (2D та 3D просторові схеми кристалічних ґраток, мікрофотографії структур, діаграми стану).
- **Методичні вказівки до організації лабораторно-практичної та самостійної роботи (СРС):** Структуровані інструкції, банки багатоваріантних індивідуальних завдань для виконання РГР, довідкові таблиці з маркування металів та алгоритми розв'язання типових задач із вибору режимів термообробки.
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів:** Валідована цикловою комісією база тестових завдань, практичних кейсів для підсумкового контролю та жорсткі матриці (рубрикатори) оцінювання.

14.2.2. Література та нормативно-технічна документація:

- **Фундаментальні підручники:** Пахолюк А.П., Пахолюк О.А. «Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали»; Попович В. В. «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство».
- **Стандарти (Нормативна база):** Актуальні ДСТУ, ГОСТ та європейські EN стандарти на сортимент та маркування вуглецевих, легованих сталей (в т.ч. типу 40X13), чавунів, кольорових сплавів та полімерних матеріалів.

14.2.3. Цифрове, інформаційне та матеріально-технічне забезпечення:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Електронні платформи Moodle або Google Classroom, що діють як цифровий хаб. Забезпечують цілодобовий асинхронний доступ до навчальних матеріалів, що критично важливо для працюючих здобувачів та осіб на етапі фізичної чи психологічної реабілітації.
- **Електронні марочники та симулятори:** Інтеграція елементів пошуку та перевірки за допомогою спеціалізованих цифрових баз даних (WinSteel) для ідентифікації хімічного складу та механічних властивостей сталей.
- **Матеріально-технічна база:** Лекційні аудиторії з мультимедійними проєкторами для демонстрації анімацій фазових перетворень; лабораторії, оснащені металографічними

мікроскопами, колекціями мікрошліфів, муфельними печами та твердомірами для тактильного та візуального дослідження властивостей матеріалів.

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

Оцінювання результатів навчання базується на компетентнісному підході та здійснюється за прозорою, накопичувальною 100-бальною системою з обов'язковим переведенням у національну шкалу (для форми контролю «Диференційований залік») та шкалу ЄКТС.

Оцінювання знань з матеріалознавства здійснюється за трьома критичними інженерними критеріями:

1. **Когнітивний критерій (Теорія):** Точність розуміння кристалічної будови, фізичного змісту процесів деформації, кристалізації, термодинаміки фазових перетворень. Здатність вільно орієнтуватися в лініях та точках діаграми Fe-C.
2. **Праксеологічний критерій (Алгоритмізація):** Правильність роботи з мікроскопом, безпомилкова ідентифікація мікроструктур (ферит, перліт, мартенсит), коректність розшифровки марок сплавів за ДСТУ/EN.
3. **Аналітико-обчислювальний критерій (Результат):** Технологічна точність призначення температур нагрівання для термообробки, економічна та технічна доцільність вибору конкретної марки матеріалу для заданих експлуатаційних умов.

Інтегрована шкала оцінювання здобувачів фахової передвищої освіти (Національна та ЄКТС)

Сума балів за всі види робіт (Поточний + Модулі)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою (для Заліку)	Комплексний дескриптор рівня компетентності з матеріалознавства
90-100	A	Зараховано (Відмінно)	Високий рівень (Excellent): Здобувач демонструє видатні здібності до фізико-хімічного аналізу. Безпомилково ідентифікує мікроструктури, вільно працює з діаграмою стану Fe-C. Ідеально розшифровує складні марки легованих сталей та кольорових сплавів. Звіти з РГР виконані бездоганно. Фахівець повністю готовий до вибору матеріалів та розробки маршрутних технологій обробки на CNC-верстатах.
82-89	B	Зараховано (Добре)	Достатній рівень (Very Good): Здобувач має міцні, ґрунтовні знання теоретичного базису. Правильно класифікує матеріали, розуміє принципи призначення відпалу, нормалізації та гартування. Можливі одиничні, некритичні неточності при обґрунтуванні вибору легуючих елементів для специфічних умов роботи.
74-81	C	Зараховано (Добре)	Середній рівень (Good): Здобувач впевнено оперує базовими поняттями (здатний розшифрувати вуглецеві сталі, визначити критичні точки). Проте відчуває певні когнітивні труднощі під час аналізу складних ізотермічних перетворень або при розрахунках фазового складу за правилом відрізків. Потребує незначного консультування.

64-73	D	Зараховано (Задовільно)	Задовільний рівень (Satisfactory): Володіння необхідним мінімальним обсягом теоретичних знань. Здатність розв'язувати лише найпростіші, стандартні (шаблонні) завдання з ідентифікації мікроструктур відпалених сталей. Практичні завдання виконуються репродуктивно (за конспектом чи довідником).
60-63	E	Зараховано (Задовільно)	Мінімальний рівень (Sufficient): Критично низький, пороговий рівень допуску. Знання ледь відповідають вимогам програми. Здобувач плутає структурні складові (наприклад, ферит із цементитом). Аналітичний апарат розвинений слабо. Допускаються серйозні помилки у виборі матеріалу, що може загрожувати якості майбутніх деталей.
35-59	FX	Не зараховано (з можливістю повторного складання)	Низький рівень (Fail): Компетентності (СК 2, СК 3) не сформовані. Здобувач не володіє необхідним апаратом для розшифровки марок металів і не розуміє діаграми стану. Недопуск до роботи зі спеціалізованими дисциплінами. Потребує суттєвого індивідуального доопрацювання матеріалу з викладачем та обов'язкового повторного складання диференційованого заліку.
0-34	F	Не зараховано (з обов'язковим повторним вивченням)	Абсолютно незадовільний рівень (Fail): Повне ігнорування освітнього процесу. Систематичне невиконання самостійної роботи (РГР не здані, мікроскопічний аналіз не проведено). Обов'язкове повторне вивчення навчальної дисципліни у повному обсязі в наступному навчальному році.

15. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ (СРС)

Методологічне та епістемологічне обґрунтування організації СРС: Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС), загальним детермінованим обсягом 42 академічні години, є фундаментальною, системоутворюючою та невід'ємною магістральною складовою вивчення обов'язкової нормативної дисципліни «Матеріалознавство» (ОК14). У контексті підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів за спеціальністю G11 / 133 «Галузеве машинобудування», самостійна робота виконує критично важливу функцію епістемологічного мосту між абстрактною фізико-хімічною теорією (лекційним матеріалом) та прикладним технологічним розрахунком режимів обробки реальних деталей машин.

Оскільки матеріалознавство вимагає формування стійких аналітичних навичок роботи зі стандартами та здатності до просторового мислення при аналізі кристалічних ґраток (ЗК 3, СК 2), оволодіння цим інструментарієм неможливе виключно через пасивне аудиторне прослуховування. Здобувач повинен пройти власний шлях когнітивного пошуку під час роботи з довідниками, марочниками сталей та діаграмами стану.

Методологія виконання індивідуальних завдань СРС концептуально базується на принципах проєктно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning) та вимагає створення індивідуального розрахунково-технологічного портфоліо. Враховуючи сучасний інклюзивний характер академічного середовища, наявність у групах здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій, осіб з інвалідністю внаслідок війни та здобувачів, які проходять соціально-психологічну реабілітацію (у тому числі за програмами Skills4Recovery), форми звітності за СРС є максимально адаптивними та гнучкими. Застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), дозволяє здобувачам

презентувати результати своїх глибоких матеріалознавчих досліджень в асинхронному форматі через системи управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom), що кардинально знижує фактор екзаменаційного стресу та сприяє комфортному, але безкомпромісно якісному засвоєнню складного матеріалу.

Навчальний матеріал для самостійного опрацювання чітко та логічно структурований за трьома магістральними напрямками (Будова металів, Термічна обробка, Спеціальні матеріали), що забезпечують системний професійний розвиток майбутнього фахівця та досягнення ключових програмних результатів навчання (РН 8, РН 14, РН 15).

НАПРЯМ 1: БУДОВА МЕТАЛІВ, ТЕОРІЯ СПЛАВІВ ТА АНАЛІЗ СТРУКТУР (14 годин) Цей блок завдань орієнтований на бездоганне формування спеціальної компетентності СК 2 (здатність оцінювати параметри працездатності металів). Фахівець повинен вміти вільно ідентифікувати фази та структурні складові, що є відправною точкою для розуміння міцності металу.

Завдання 1.1. Стандартизація методів випробувань металів (4 години).

- **Зміст завдання:** Самостійне опрацювання нормативної літератури (ДСТУ, ISO) щодо методів механічних випробувань металів, що застосовуються в лабораторіях підприємств-партнерів (наприклад, ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ").
- **Деталізація:** Здобувач повинен опрацювати стандарти на випробування на розтяг (визначення границі міцності σ_v та границі текучості σ_t), ударну в'язкість (K_{CU}) та твердість (методи Брінелля H_{BS} , Роквелла H_{RC} , Віккерса H_{VS}). Необхідно скласти порівняльну таблицю методів вимірювання твердості з вказівкою типів інденторів та сфер застосування кожного методу.
- **Форма звітності:** Структурований конспект-матриця + успішне проходження електронного тренувального тесту в LMS.

Завдання 1.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 1: «Аналіз структури залізовуглецевого сплаву заданої концентрації» (8 годин).

- **Зміст завдання:** Комплексне, графічно-аналітичне індивідуальне завдання, що видається за багатоваріантною матрицею. Робота полягає у детальному дослідженні процесу кристалізації та фазових перетворень конкретного сплаву системи Fe-C (сталі або чавуну).
- **Деталізація (Алгоритм виконання):** Для заданого вмісту вуглецю (наприклад, $C = 1.2\%$) здобувач повинен: 1) провести ординату сплаву на діаграмі стану; 2) побудувати криву охолодження (в координатах "Температура-Час"); 3) описати всі фазові перетворення, що відбуваються при перетині критичних ліній; 4) використовуючи правило відрізків, аналітично розрахувати кількісне (відсоткове) співвідношення фаз (аустеніт, вторинний цементит) та структурних складових (перліт, вторинний цементит) при нормальній температурі; 5) схематично намалювати мікроструктуру сплаву.
- **Форма звітності:** Строго структурований інженерний звіт, оформлений відповідно до вимог ЄСКД. Звіт повинен містити чітко накреслену діаграму стану (її фрагмент), криву охолодження та розгорнутий хід розрахунків. Очний захист або деталізована перевірка файлу викладачем.

Завдання 1.3. Підготовка до модульного контролю №1 (2 години).

- **Зміст завдання:** Систематизація знань з кристалографії (типи ґраток), дефектів будови та впливу постійних домішок на властивості вуглецевих сталей і чавунів.

- **Форма звітності:** Проходження серії тренувальних розрахункових квізів (Mock Exams) у системі управління навчанням (LMS) для самоперевірки та виявлення когнітивних прогалин перед офіційним зрізом знань.

НАПРЯМ 2: ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМІЧНОЇ ТА ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ (14 годин) Цей блок вимагає від здобувача освіти синтезу теоретичних знань про фазові перетворення для практичної зміни властивостей деталей машин (РН 8, РН 15).

Завдання 2.1. Аналіз технологій хіміко-термічної обробки (ХТО) (4 години).

- **Зміст завдання:** Самостійне опрацювання сучасних методів поверхневого зміцнення деталей (валів, зубчастих коліс), що піддаються інтенсивному зношуванню на підприємствах (ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "Аксор індастрі").
- **Деталізація:** Здобувач досліджує процеси цементації (газової, твердої), азотування та ціанування. Необхідно скласти порівняльний алгоритм: вказати температури процесів, тривалість, насичуючі середовища (карбюрізатори), кінцеву структуру поверхневого шару та серцевини, а також види подальшої термічної обробки (наприклад, гартування після цементації).
- **Форма звітності:** Розгорнута порівняльна блок-схема або матриця. Оцінюється асинхронно через LMS-платформу.

Завдання 2.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 2: «Проектування технологічного циклу термічної обробки для заданої деталі» (8 годин).

- **Зміст завдання:** Глибоке інженерне дослідження, що формує профільний результат навчання РН 15. Об'єктом виступає реальна машинобудівна деталь (наприклад, вал-шестірня, пружина, медичний скальпель або фреза).
- **Деталізація:** Завдання виконується для конкретної марки легованої сталі (наприклад, корозійностійкої сталі типу 40X13 або ресорно-пружинної 65Г). Здобувач повинен: 1) розшифрувати марку сталі за ДСТУ, вказавши її хімічний склад та призначення; 2) визначити за довідником критичні точки (A_{c1} , A_{c3}); 3) розрахувати температури нагрівання для гартування та відповідного відпуску; 4) обрати охолоджувальне середовище; 5) графічно побудувати повний температурно-часовий графік термічної обробки; 6) описати мікроструктуру та очікувану твердість (HRC) після кожної операції.
- **Форма звітності:** Розгорнутий технологічний звіт (Feasibility Study), який містить графік термообробки у суворому масштабі осей, обґрунтування вибору температур (з наведенням розрахункових формул, наприклад $T_{\text{гарт}} = A_{c3} + 30 \dots 50^{\circ}\text{C}$) та висновки щодо кінцевих експлуатаційних властивостей.

Завдання 2.3. Підготовка до модульного контролю №2 (2 години).

- **Зміст завдання:** Повторення кінетики розпаду аустеніту (C-подібні криві), впливу легуючих елементів на прогартуваність.
- **Форма звітності:** Складання структурно-логічної схеми перетворень (мартенситне, бейнітне, перлітне). Проходження тесту в LMS.

НАПРЯМ 3: СПЕЦІАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ВИБІР (14 годин)

Цей завершальний етап самостійної роботи має на меті загальну консолідацію вивченого матеріалу. Він спрямований на розвиток здатності приймати комплексні інженерні рішення щодо вибору нетрадиційних та інноваційних матеріалів для CNC-систем та робототехніки.

Завдання 3.1. Порошкова металургія та інструментальні тверді сплави (6 годин).

- **Зміст завдання:** Дослідження технологій виготовлення різального інструменту, що використовується на сучасних токарних і фрезерних центрах з ЧПК.
- **Деталізація:** Здобувач опрацьовує етапи порошкової металургії (одержання порошків, пресування, спікання). Здійснює розшифровку металокерамічних твердих сплавів вольфрамової (ВК), титано-вольфрамової (ТК) та титано-тантало-вольфрамової (ТТК) груп. Аналізує вплив кобальтової зв'язки на міцність та крихкість пластин.
- **Форма звітності:** Аналітичний конспект із наведенням хімічного складу (у відсотках) для 3-4 марок твердих сплавів та вказівкою їх раціонального застосування (чорнова чи чистова обробка).

Завдання 3.2. Сучасні композиційні та неметалеві матеріали (4 години).

- **Зміст завдання:** Опрацювання застосування полімерних композитів (склопластиків, вуглепластиків, кевлару) у сучасному машинобудуванні, авіації та протезуванні.
- **Деталізація:** Аналіз матричних матеріалів та армуючих волокон. Розрахунок переваг композитів за показником питомої міцності у порівнянні з традиційними металами (сталями, алюмінієвими сплавами).
- **Форма звітності:** Підготовка короткого реферату або цифрової презентації. Матеріал перевіряється під час допуску до підсумкового контролю.

Завдання 3.3. Підготовка до підсумкового контрольного заходу (Заліку) (4 години).

- **Зміст завдання:** Глобальна систематизація матеріалу за семестр. Тренінг з розв'язання комплексних практичних інженерних кейсів (вибір матеріалу + призначення термообробки).
- **Форма звітності:** Успішне проходження фінального симуляційного комп'ютерного тестування (Mock Exam) у системі дистанційного навчання (LMS). Оцінювання СРС здійснюється згідно з прозорим рубрикаторм (максимум 32 бали за семестр за 4 комплексні роботи).