

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Матеріалознавство та технологія матеріалів»

загальна обов'язкова,
денна форма здобуття освіти

за освітньо-професійною програмою «Техногенно-екологічна безпека»
підготовки бакалавра

у галузі знань 18 «Виробництво та технології»

за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Рекомендовано кафедрою прикладної
механіки та технологій захисту
навколишнього середовища
на 2023-2024 навчальний рік.
Протокол від «28» серпня 2023 року
№ 19

Силабус розроблений відповідно до робочої програми загального
обов'язкового освітнього компонента ОК 11 «Матеріалознавство та
технологія матеріалів»

Загальна інформація про навчальну дисципліну

Анотація навчальної дисципліни

Курс навчальної дисципліни «Матеріалознавство та технологія матеріалів» (МЗТМ) (загальний обов'язків компонент ОК 11 у освітньо-професійній програмі (ОПП) «Техногенно-екологічна безпека» (ТЕБ) за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (ТЗНС) у галузі знань 18 «Виробництво та технології») для здобувачів вищої освіти (ЗВО) за першим (бакалаврським) рівнем покликаний забезпечити теоретичну й практичну основи та усіляко сприяти формуванню у майбутнього фахівця у сфері ТЕБ, зокрема з ТЗНС, системи теоретичних знань і практичних навичок у сфері технології отримання та обробки конструкційних матеріалів (КМ) з метою отримання деталі чи елемента конструкції виконавчих пристроїв ТЗНС як готового виробу чи надання йому певних споживчих властивостей, які залежать від фізичних, хімічних, механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей оброблюваних КМ, а властивості – значною мірою – від методів виробництва КМ та їх обробки. При цьому кінцевим результатом навчання виступає набуття ЗВО першого (бакалаврського) рівня вищої освіти практичних навичок застосування фахових засад нових способів та засобів для забезпечення ТЕБ, оскільки з КМ виготовляють деталі та елементи конструкцій для виконавчих пристроїв відповідних ТЗНС.

В прискоренні науково-технічного прогресу важлива роль відводиться машинобудуванню. Сучасне машинобудування характеризується безперервним зростанням наукоємності, енергонапруженості, екстремальними параметрами (граничні механічні навантаження, високі та низькі температури, агресивні середовища, високий рівень радіації, вакуум тощо), тому в багатьох випадках тільки надання специфічних властивостей матеріалам, що застосовуються, можна забезпечити надійність та довговічність машин, будівель і конструкцій. Нові технології, що пов'язані з використанням надвисоких температур і тиску, лазерного випромінювання, плазми, порошкової металургії, енергії вибуху, електро- і магнітоімпульсної обробки тощо, дають змогу одержувати та синтезувати такі матеріали, яких раніше людство не лише не мало, але й не знало, або які взагалі в природному стані не зустрічаються (надтверді, надміцні, жаростійкі тощо).

Сучасне МЗТМ – це широка галузь наукових знань, кожна частина якої має свою лінію історичного розвитку. Ця дисципліна покликаний сформува-ти у майбутнього фахівця глибокі знання основ матеріалознавства, принципів вибору КМ, технології їх виробництва й обробки, уявлення про досягнення науково-технічного прогресу в галузі створення нових КМ, вдосконалення технологічних процесів, а також уміння і навички практичного визначення фізико-механічних властивостей КМ і спрямованого впливу на них.

Дисципліна виступає теоретичною базою для дисциплін професійного спрямування, які вивчають процеси, що відбуваються у деталях, елементах конструкцій виконавчих пристроїв ТЗНС.

Опанування обов'язкового загального навчального компоненту ОК 11

для денної форми здобуття освіти «Матеріалознавство та технологія матеріалів» займає 1 семестр, вміщує 4 кредити ЄКТС (120 годин) та здійснюється у 4 семестрі, тобто на 2 курсі підготовки, містить 40 годин аудиторних (20 занять) та 80 годин самостійної роботи, з яких 18 годин (9 занять) – лекції, 12 годин (6 занять) – практичні заняття, та 10 годин (5 занять) – лабораторні роботи, передбачає підготовку і захист 2 модульних контрольних робіт (МКР), завершується складанням диференційованого заліку.

Інформація про науково-педагогічних працівників

Загальна інформація	Кондратенко Олександр Миколайович, професор кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки, доктор технічних наук, доцент
Контактна інформація	м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 604. Робочий номер телефону – 707-34-07.
E-mail	kondratenko@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	<ul style="list-style-type: none"> – екологічна безпека процесу експлуатації енергоустановок з поршневим ДВЗ; – критеріальне оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – матеріалознавство у галузі наноматеріалів та напівпровідників; – технології захисту навколишнього середовища від газоподібних та аерозольних викидів транспорту; – метрологічні аспекти оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – прикладна механіка текучих середовищ у технологіях захисту навколишнього середовища; – актуальні питання пакувальної індустрії
Професійні здібності	<ul style="list-style-type: none"> – навички аналізу науково-технічної, довідникової, нормативної та патентної літератури; – навички аналітичних (розрахунки та моделювання) досліджень, пов'язаних з критеріальним оцінюванням показників рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергоустановок з поршневим ДВЗ; – навички експериментальних досліджень, пов'язаних з визначенням техніко-економічних та екологічних показників роботи енергоустановок з поршневим ДВЗ; – проектування та побудова випробувальних стендів, експериментальних діючих зразків, комплексів засобів вимірювальної техніки
Наукова діяльність за освітнім компонентом	<p>Профіль у Google Scholar: https://scholar.google.com.ua/citations?user=0PbJMCAAJ Профіль у ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9687-0454 Профіль у SCOPUS: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57144373800 Профіль у Web of Science: https://publons.com/researcher/1965346/alexandr-m-kondratenko/</p>

Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу у очному, дистанційному чи змішаному форматі. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться впродовж семестру у час та в кабінеті (аудиторії) за розкладом консультацій або у форматі відеоконференції у системі Zoom (посилання надається викладачем окремо). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета вивчення навчальної дисципліни

Сформувати у ЗВО у сфері ТЕБ знання про структуру, фізичні, механічні, хімічні технологічні та експлуатаційні властивості КМ для виготовлення деталей і елементів конструкції для виконавчих пристроїв ТЗНС – на основі металів та неметалів; сучасні методи та основи технології виробництва та обробки КМ для їх подальшого використання у виробництві, професійній діяльності, формування навичок здійснення теоретичних і експериментальних досліджень показників властивостей КМ для деталей та елементів конструкцій для виконавчих пристроїв ТЗНС.

Місце навчальної дисципліни «Матеріалознавство та технологія матеріалів» у ОПП визначається тим, що результати навчання, набуті ЗВО під час її опанування, а саме теоретичні та практичні аспекти застосування КМ для побудови виконавчих пристроїв ТЗНС, стануть в нагоді при опануванні навчальних дисциплін ОК 17 «Ґрунтознавство та рекультивация земель», а також при здійсненні досліджень за окремими розділами кваліфікаційної роботи та при підготовці до її захисту.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	обов'язкова загальна	
Рік підготовки	2-й	
Семестр	4-й	
Обсяг дисципліни:		
- в кредитах ЄКТС	4	
- кількість модулів	2	
- загальна кількість годин	120	
Розподіл часу за навчальним планом:		
- лекції (годин)	18	

- практичні заняття (годин)	12	
- семінарські заняття (годин)	–	
- лабораторні заняття (годин)	10	
- курсовий проект (робота) (годин)	–	
- інші види занять (годин)	–	
- самостійна робота (годин)	80	
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	–	
- підсумковий контроль	диференційований залік	

Передумови для вивчення дисципліни

Раніше мають бути вивчені дисципліни: ОК 06 «Фізика», ОК 09 «Технічна механіка», ОК 10 «Хімія з основами біогеохімії», ОК 14 «Термодинаміка і теплопередача».

Для вивчення дисципліни необхідні наступні результати навчання: застосовувати необхідні для здійснення професійної діяльності знання природничих наук.

Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньо-професійної програми «Техногенно-екологічна безпека» вивчення навчальної дисципліни ОК 11 «Матеріалознавство та технологія матеріалів» повинно забезпечити:

– досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	ПРН
Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому.	ПР04
Обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.	ПР06
Здійснювати науково-обґрунтовані технічні, технологічні та організаційні заходи щодо запобігання забруднення довкілля.	ПР07
Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації.	ПР09
Вміти застосувати знання з вибору та обґрунтування	ПР11

методів та технологій збирання, сортування, зберігання, транспортування, видалення, знешкодження і переробки відходів виробництва й споживання; оцінювати їх вплив на якісний стан об'єктів довкілля та умови проживання і безпеку людей.	
Обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх технокотехнологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки.	ПР12
Вміти застосовувати основні закономірності безпечних, ресурсоефективних і екологічно дружніх технологій в управлінні природоохоронною діяльністю, в тому числі, через системи екологічного керування відповідно міжнародним стандартам.	ПР13
Дисциплінарні результати навчання	Абревіатура
Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних матеріалів та обирати методи дослідження їх властивостей	ДРН01
Знати методи виробництва конструкційних матеріалів та методи їх обробки – термічної, хіміко-термічної, механічної	ДРН02
Кваліфіковано обирати матеріали для деталей пожежної та аварійно-рятувальної техніки, елементів конструкцій машин і споруд як потенційно небезпечних об'єктів	ДРН03

– формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, узагальнень, аналізу та синтезу	ЗК01
Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності	ЗК02
Здатність приймати обґрунтовані рішення	ЗК05
Прагнення до збереження навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку суспільства	ЗК07
Очікувані компетентності з дисципліни	аббревіатура
Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів	ОКД01
Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства	ОКД02
Здатність застосовувати навички роботи з випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань	ОКД03

Програма навчальної дисципліни

Теми навчальної дисципліни:

МОДУЛЬ № 1 «Конструкційні матеріали та заготівельне виробництво»

Тема 1.1. Класифікація та властивості конструкційних матеріалів
Метали та неметали, кристалічні та аморфні тіла. Атомно-кристалічна структура. Найбільш розповсюджені типи кристалічних ґраток, їх основні параметри. Структура реальних кристалів, дефекти кристалічної структури. Анізотропія та ізотропія металів і неметалів. Перекристалізація у твердому стані. Явище поліморфізму. Напруження та деформації. Механічні й технологічні властивості конструкційних матеріалів. Визначення механічних властивостей металічних сплавів при статичному, динамічному та знакозмінному навантаженні. Твердість металів та сплавів. Властивості металевих матеріалів, які визначають довговічність деталей виробу та засоби їхнього визначення. Шляхи підвищення міцності деталей машин і механізмів. Основні види конструкційних матеріалів, що застосовуються в пожежній та аварійно-рятувальній техніці.

Тема 1.2. Теорія сплавів

Кристалізація металів з рідкого агрегатного стану до твердого. Термічні криві нагрівання і охолодження при кристалізації чистих металів. Основні поняття: система, сплав, фаза, компонент. Правило фаз. Способи отримання сплавів типів твердого розчину, хімічного з'єднання, механічної суміші. Правила побудови діаграм стану двокомпонентних сплавів. Діаграми стану I, II, III та IV типів. Утворення механічної суміші кристалів – евтектики. Утворення твердих розчинів. Обмежена розчинність компонентів у твердому стані з евтектикою. Утворення хімічного з'єднання. Зв'язок між структурою і властивостями конструкційних матеріалів.

Тема 1.3. Діаграма стану сплавів Fe–C

Залізовуглецеві сплави. Чорні і кольорові метали. Поліморфізм заліза, термічні криві нагріву та охолодження чистого заліза, його критичні точки. Діаграма стану залізо – вуглець (Fe–C). Компоненти, фази та структури, що складають цю систему. Діаграма стану залізо – цементит. Вплив кількості вуглецю і постійних домішок на властивості сталі. Кристалізація залізовуглецевих сплавів (сталей та чавунів). Визначення їхньої структури при різноманітних температурах і сталих значеннях вмісту вуглецю. Діаграма стану залізо – графіт. Зміщена кристалізація.

Тема 1.4. Класифікація і маркування сталей та чавунів. Кольорові метали і сплави. Неметалеві конструкційні матеріали

Леговані та вуглецеві сталі. Класифікація сталей. Класифікація та маркування вуглецевих сталей. Конструкційні сталі звичайної якості та якісні. Інструментальні сталі якісні та високоякісні. Вплив вмісту легуючих елементів на межі існування поліморфних форм заліза та рівноважну структуру сталі. Фази, що утворюються ними з залізом та вуглецем. Діаграми стану залізо-легуючий елемент. Класифікація і маркування легованих сталей. Конструкційні

та інструментальні леговані сталі. Леговані сталі з особливими фізико-хімічними властивостями. Будівельні сталі для споруд і будівель. Арматурні сталі для ненапружених та попередньо напружених залізобетонних конструкцій. Дротова холоднотягнута арматура. Класифікація та маркування чавунів. Властивості та призначення білого, сірого, ковкого і високоміцного чавуну. Структура різних видів чавуну. Сплави кольорових металів. Алюміній і його сплави. Класифікація і маркування сплавів алюмінію. Особливості термічної обробки алюмінієвих сплавів. Мідь та її сплави. Класифікація і маркування сплавів міді. Особливості термічної обробки мідних сплавів. Класифікація і маркування сплавів титану. Класифікація і маркування сплавів магнію. Підшипникові сплави та матеріали. Неметалічні конструкційні матеріали. Класифікація, структура і властивості неметалічних конструкційних матеріалів. Типові термопластичні та термореактивні матеріали. Гумові матеріали. Вулканізація. Гумові вироби. Скло. Деревина.

Модульна контрольна робота № 1 «Конструкційні матеріали та заготівельне виробництво»

МОДУЛЬ № 2 «Термічна та механічна обробка матеріалів, способи отримання не рознімних з'єднань»

Тема 2.1. Термічна і темо-хімічна обробка металічних сплавів. Корозія металів

Основи теорії термічної обробки сталі. Сутність термічної обробки. Фазові перетворення сталі при нагріві та охолодженні. Зростання зерна аустеніту при нагріві та вплив розміру зерна на механічні властивості сталі. Перекристалізація і рекристалізація сталі. Перетворення переохолодженого аустеніту. Діаграма ізотермічного розпаду аустеніту (С-діаграма). Механічні властивості продуктів і особливості перебігу перлітного, мартенситного та проміжного перетворення. Мартенсит його структура і властивості. Перетворення аустеніту при безупинному помірному охолодженні. Вплив вмісту легуючих елементів на зростання зерна аустеніту, на перебіг ізотермічного розпаду аустеніту і мартенситного перетворення. Критична швидкість охолодження сталі. Чинники, що впливають на неї. Технологія термічної обробки сталі. Класифікація виглядів термічної обробки сталі. Технологічний процес відпалу сталі. Технологічний процес нормалізації сталі. Технологічний процес гартування сталі. Способи і обладнання для гартування. Дефекти після гартування та їх усунення. Поверхнєве гартування. Технологічний процес відпуску сталі. Особливості термічної обробки легової сталі та чавунів. Хіміко-термічна обробка залізовуглецевих сплавів. Цементация, азотування, ціанування сталі. Властивості сталі після хіміко-термічної обробки. Зв'язок між діаграмою стану та структурою дифузійного шару. Термічна обробка сталі після цементации. Корозія металів та їх сплавів. Методи боротьби з корозією сталей та чавунів.

Тема 2.2. Виплавка металів та ливарне виробництво

Пірометалургія заліза і його сплавів. Види і родовища залізної руди. Види і родовища кам'яного вугілля для виплавки чавуну. Шихта і флюси.

Підготовка компонентів шихти до плавки. Вогнетривкі матеріали. Доменний процес виплавки чавуну. Доменна піч. Мартенівський процес виплавки сталі. Мартенівська піч. Бессемерівський процес виплавки сталі. Конверторний процес виплавки сталі. Кисневі конвертори. Електротермічний процес виплавки сталі. Електричні дугові, індукційні та дуплекс плавильні печі. Гідрометалургія. Електрошлаковий і вакуумно-дуговий переплав сталі. Хімічне рафінування сталі. Способи виготовлення ливарних деталей та їхня класифікація. Виготовлення відливок у піщаних формах. Виготовлення відливок у оболонкові форми. Виготовлення відливок по моделях, що виплавляються. Виготовлення відливок у кокіль. Виготовлення відливок під тиском. Відцентрове виготовлення відливок. Безупинне виготовлення відливок. Виготовлення деталей з білого, сірого, високоміцного та ковкого чавуну. Особливості металургії кольорових металів. Ливарні дефекти та засоби їх виправлення.

Тема 2.3. Основи технології механічної обробки тиском конструкційних матеріалів. Отримання нерознімних з'єднань

Фізичні основи перетворень у металевих сплавах при їх пластичному деформуванні. Вплив температури нагрівання таких матеріалів на перебіг процесу пластичного деформування. Класифікація способів обробки металів тиском. Прокатка. Пресування. Волочіння. Ковка. Штампування. Обладнання для обробки матеріалів тиском. Фізична сутність і класифікація технологічного процесу зварювання. Зварюваність однорідних, різноманітних матеріалів. Термічне зварювання. Дугове зварювання, зварювання електрошлакове, зварювання у атмосфері захисних газів, лазерне, термітне і газове зварювання. Термомеханічне та механічне зварювання. Контактне та холодне зварювання. Особливості зварювання вуглецевих, легованих сталей та чавунів. Особливості зварювання сплавів алюмінію, міді, титану. Обладнання для зварювання матеріалів. Пайка металів і сплавів. Припої. Сутність і схема процесу, засоби пайки. Контроль якості. Обладнання для пайки матеріалів. Склеювання конструкційних матеріалів. Клеї. Металеві порошки і способи виробництва виробів з них. Формування металевих порошків. Спикання порошкових формовок. Області застосування виробів з металевих порошків.

Тема 2.4. Основи технології механічної обробки різанням конструкційних матеріалів

Фізико-механічні основи обробки металів різанням. Режими різання. Види стружки та сили різання. Зносостійкість різального інструменту. Металорізальні верстати. Класифікація. Приводи та передачі, що застосовуються у верстатах. Механізми верстатів. Обробка деталей на токарних верстатах. Типи токарних верстатів. Види різців. Геометрія різців. Інструментальні матеріали. Обробка деталей на свердлильних та розточувальних верстатах. Типи свердлильних та розточувальних верстатів. Види кінцевого різального інструменту. Геометрія спірального свердла. Обробка деталей на стругальних, довбальних та протяжних верстатах. Типи стругальних, довбальних та протяжних верстатів. Інструменти для стругання і довбання. Обробка деталі на фрезерувальних верстатах. Типи фрезерувальних верстатів. Види і геометрія фрез. Обробка деталей зубчастих коліс на зуборізних верстатах. Типи зубо-

різних верстатів. Види зуборізального інструменту. Основні вузли та рухи. Обробка деталей на шліфувальних верстатах. Види абразивних матеріалів. Форми абразивних інструментів. Типи шліфувальних верстатів. Шліфувальні круги. Зношування та правка шліфувальних кругів.

Модульна контрольна робота № 2 «Термічна та механічна обробка матеріалів, способи отримання не рознімних з'єднань»

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

Назви модулів і тем	Очна (денна) форма навчання					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття (інші види занять)	самостійна робота	модульна контрольна робота	
2-й рік, 4-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1.1. Класифікація та властивості конструкційних матеріалів	10	2	0	2	2	4
Тема 1.2. Теорія сплавів	12	4	2	0	2	4
Тема 1.3. Діаграма стану сплавів Fe–C	16	2	2	4	4	4
Тема 1.4. Класифікація і маркування сталей та чавунів. Кольорові метали і сплави. Неметалеві конструкційні матеріали	12	2	2	4	2	2
Разом за модулем 1	50	10	6	10	10	14
2-й рік, 4-й семестр						
Модуль 2						
Тема 2.1. Термічна і термо-хімічна обробка металічних сплавів. Корозія металів	10	2	2	0	2	4

Тема 2.2. Виплавка металів та ливарне виробництво	10	2	2	0	2	4
Тема 2.3. Основи технології механічної обробки тиском конструкційних матеріалів. Отримання нерознімних з'єднань	10	2	2	0	2	4
Тема 2.4. Основи технології механічної обробки різанням конструкційних матеріалів	10	2	0	0	4	4
Разом за модулем 2	40	8	6	0	10	16
Разом	90	18	12	10	16	30

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми Очна (денна) форма навчання	Кількість годин
1	Тема 1.2. Теорія сплавів. OpenTest № 1 «Властивості конструкційних матеріалів і сплавів».	2
2	Тема 1.3. Аналіз діаграми стану сплавів Fe–C. OpenTest № 2 «Діаграма стану сплавів Fe–C».	2
3	Тема 1.4. Неметалеві конструкційні матеріали. Захист МКР № 1.	2
4	Тема 2.1. Хіміко-термічна обробка конструкційних матеріалів. OpenTest № 3 «Класифікація і маркування сталей та чавунів».	2
5	Тема 2.1. Корозія металів та методи захисту від неї. OpenTest № 4 «Термічна обробка залізовуглецевих сплавів».	2
6	Тема 2.3. Складальне виробництво. Захист МКР № 2. Диференційований залік.	2
	Разом	12

Теми лабораторних занять

№ з/п	Очна (денна) форма навчання	Кількість годин
1	Тема 1.1. Дослідження макроструктури металів та сплавів	2
2	Тема 1.1. Методика визначення механічних властивостей металів та сплавів	2
3	Тема 1.3. Дослідження структури сталі та чавуна	2
4	Тема 1.3. Стехіометричні дослідження залізовуглецевих сплавів	2

5	Тема 1.4. Визначення властивостей неметалевих матеріалів	2
	Разом	10

Теми семінарських занять. Не передбачено навчальним планом.

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань

Відповідно до робочого навчального плану передбачено особливий вид індивідуального завдання – виконання модульних контрольних робіт:

- Модуль № 1 «Конструкційні матеріали та заготівельне виробництво»,
- Модуль № 2 «Термічна та механічна обробка матеріалів, способи отримання не рознімних з'єднань».

Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засоби оцінювання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- диференційний залік, у разі не проходження усіх 4 етапів поточного тестування у системі онлайн-тестування OpenTest2 проводиться шляхом підсумкового тестування у системі онлайн-тестування OpenTest2 чи у письмовому вигляді;
- усне або письмове опитування на кожному практичному занятті;
- поточне тестування у системі онлайн-тестування OpenTest2 на 4 практичних заняттях;
- виконання та захист 5 лабораторних робіт;
- виконання та захист 2 модульних контрольних робіт.

Оцінювання рівня освітніх досягнень ЗВО за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України.

У разі вдалого складання диференційованого заліку, допуск на який можливий за отримання ЗВО повного набору формальних ознак – виконання і захист МКР № 1 і МКР № 2, Лр № 1 – № 6 та проходження усіх етапів тестового поточного контролю у системі онлайн-тестування OpenTest2 у відомість складання диференційованого заліку, журнал обліку успішності та відвідуваності групи (взводу), індивідуальний план (залікову книжку), електронну базу даних у ЄДЕБО та виписку до документу про вищу освіту державного зразка виставляється відповідна оцінка.

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

Види навчальних занять Очна (денна, вечірня) форма навчання	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
--	------------------------------------	--	--

I. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	5	0	0
	практичні заняття*	3	1	3
	Тестовий контроль (OpenTest)*	2	5	10
	Лабораторні заняття*	5	2	10
	Модульна контрольна робота 1*	1	20	20
Разом за модуль 1				43
Модуль 2	лекції	4	0	0
	практичні заняття*	3	1	3
	Тестовий контроль (OpenTest)*	2	5	10
	Лабораторні заняття*	0	2	0
	Модульна контрольна робота 2*	1	20	20
Разом за модуль 2				33
Конспект лекцій				4
Підсумкове тестування (у разі не проходження усіх етапів поточного тестування)				20
Разом за поточний контроль				100
II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)				–
III. Підсумковий контроль (диференційований залік)*				–
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

*Пояснення:** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

Критерії оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі:

- фронтального та індивідуального опитування,
- виконання письмових завдань,
- виконання лабораторних робіт,
- тестування в системі OpenTest2.

Опитування є складовою поточного контролю і проводиться вибірково на кожному практичному занятті. Воно передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми практичного заняття (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу).

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 1 бал для очної (денної, вечірньої) форми навчання та не оцінюється для заочної (дистанційної) форми навчання):

1 бал – ЗВО приймає активну участь в обговоренні питань, розв'язанні задач, демонструє здатність самостійного пошуку відповідей, аналізу наданого матеріалу, надає правильні відповіді на питання викладача;

0 балів – ЗВО не приймає участь в обговоренні питань, розв'язанні задач; надає не правильні відповіді на питання викладача.

Виконання та захист лабораторних робіт є складовою поточного кон-

тролю і проводиться вибірково на кожному лабораторному занятті. Воно передбачає оцінювання повноти розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення звіту з лабораторної роботи, самостійність виконання.

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

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

1 бали – завдання виконане частково та/або у звіті допущені значні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

Тестовий контроль є складовою поточного контролю і здійснюється через відповіді на тестові завдання у системі OpenTest2 в межах окремого практичного заняття.

Кожен варіант тестового контролю складається з 25 питань, сформованих у тестовій формі. Відповіді надаються шляхом вибору правильної відповіді (відповідей) серед наданих системою проведення тестування варіантів.

Критерії оцінювання знань ЗВО при виконанні тестового контролю (оцінюється в діапазоні від 0 до 5 балів):

оцінка M у балах розраховується за формулою

$$M = N / K \times L, \text{ балів,}$$

де $N = [0 \dots K]$ – кількість правильних відповідей у тесті, шт.; $K = 25$ – кількість питань у тесті, шт.; $L = 5$ – кількість балів зі 100-бальної оцінки, відведених на 1 тестування.

з округленням отриманого результату до найближчого цілого значення.

Виконання модульних контрольних робіт є складовою поточного контролю і здійснюється шляхом самостійного виконання письмової роботи та перевіряється під час проведення останнього практичного заняття за відповідним модулем дисципліни в межах окремого практичного заняття. Кожен варіант обох МКР складається з 3 індивідуальних завдань-питань, які носять реферативний характер. Теоретична підготовка ЗВО за темою модуля оцінюється у ході усного захисту результатів МКР за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні МКР (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):

18–20 балів – правильно виконані всі завдання з дотриманням всіх вимог до виконання;

12–17 балів – правильно виконані всі завдання, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

1–11 балів – завдання виконані частково;

0 балів – відповідь відсутня, завдання не виконане.
Строк надання на перевірку МКР № 1 – п'ятниця 6-го тижня семестра,
МКР № 2 – п'ятниця 12-го тижня семестра.

***Перелік завдань для виконання МКР № 1
«Конструкційні матеріали та заготівельне виробництво»:***

Варіант № 1

1. Методи дослідження будови металів та їх сплавів.
2. Структура та властивості цементиту.
3. Технологічний процес виплавки чавуну.

Варіант № 2

1. Механічні властивості металів та їх сплавів.
2. Підшипникові сплави та матеріали.
3. Технологічний процес виплавки сталі.

Варіант № 3

1. Методи дослідження властивостей металів та їх сплавів.
2. Властивості і маркування дюралюмінію.
3. Технологічний процес виплавки сплавів алюмінію.

Варіант № 4

1. Види міжатомних зв'язків в твердих тілах.
2. Сірі технічні чавуни, структура, сфери застосування.
3. Технологічний процес виплавки міді та її сплавів.

Варіант № 5

1. Хімічні властивості металів та їх сплавів.
2. Засоби отримання двохкомпонентних сплавів.
3. Доменний процес. Будова доменної печі.

Варіант № 6

1. Методи визначення твердості металів та їх сплавів.
2. Структура та властивості аустеніту.
3. Мартенівський процес. Будова мартенівської печі.

Варіант № 7

1. Кристалізація металів та їх сплавів.
2. Композиційні матеріали, їх класифікація, властивості та сфери застосування.
3. Конвертерний процес. Будова кисневих конвертерів.

Варіант № 8

1. Дефекти кристалічної структури металів та їх сплавів.
2. Сплави на основі магнію – склад, структура, властивості й маркування.
3. Випробування механічних властивостей металевих сплавів.

Варіант № 9

1. Поліморфізм металів та неметалів.
2. Структура та властивості фериту.
3. Сплави на основі титану – склад, структура, властивості й маркування.

Варіант № 10

1. Фізичні властивості металів та їх сплавів.
2. Склад, структура, властивості й маркування бронз.
3. Корозія металів.

Варіант № 11

1. Мікроструктурний аналіз дослідження металів та їх сплавів.
2. Сплави кольорових металів.
3. Види і видобуток складових шихти для виплавки чавуну.

Варіант № 12

1. Типи кристалічних решіток, їх основні параметри.
2. Властивості пластмас.
3. Склад, структура, властивості й маркування латуней.

Варіант № 13

1. Діаграма стану сплавів I-го типу.
2. Низьколеговані будівельні сталі – класифікація, властивості та маркування.
3. Властивості й маркування бронз.

Варіант № 14

1. Поняття діаграми стану сплаву. Компонент, фаза, система.
2. Вплив домішок на властивості залізовуглецевих сплавів.
3. Властивості, склад, структура й маркування сплавів на основі титану.

Варіант № 15

1. Діаграма стану сплавів II-го типу.
2. Види, властивості та застосування азбестових матеріалів.
3. Види, властивості та застосування вогнетривких матеріалів.

Варіант № 16

1. Класифікація сталей за вмістом вуглецю та призначенням.
2. Засоби отримання двохкомпонентних сплавів.
3. Види, властивості, видобуток і родовища залізної руди.

Варіант № 17

1. Основні види конструкційних матеріалів, що застосовуються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці.
2. Класифікація та маркування легованих сталей.
3. Види, властивості, видобуток і родовища вугілля для металургійних процесів.

Варіант № 18

1. Критичні точки, термічні криві при кристалізації чистих металів.
2. Види та властивості лакофарбових матеріалів. Технології їх нанесення.
3. Способи захисту деталей з металевих сплавів від корозії.

Варіант № 19

1. Діаграма стану сплаву III-го типу.
2. Склад, структура властивості й маркування латуней.
3. Види і властивості полімерів.

Варіант № 20

1. Корозія кольорових металів та їх сплавів.
2. Гумові матеріали, властивості та сфери застосування.
3. Пічі для термічної обробки металевих сплавів.

Варіант № 21

1. Діаграма стану сплаву IV-го типу.
2. Алюміній та його сплави – властивості, маркування та сфери застосування.
3. Термореактивні пластмаси.

Варіант № 22

1. Поліморфізм металів і неметалів.
2. Термопластичні пластмаси.
3. Технологічний процес виплавки сталі у електропечах та обладнання для нього.

Варіант № 23

1. Анізотропія та ізотропія металів і неметалів.
2. Сплави на основі магнію – склад, структура, маркування і властивості.
3. Технологічний процес вакуумно-дугового переплаву сталі.

Варіант № 24

1. Властивості матеріалів, визначаючи довговічність виробу й засоби їх визначення.
2. Структура та властивості ледебуриту.
3. Технологічний процес електрошлакового переплаву сталі.

Варіант № 25

1. Інструментальна металокераміка, її класифікація, властивості.
2. Рентгеноструктурний аналіз дослідження металів.
3. Технологічний процес електричної та електродугової різки металевих сплавів.

Варіант № 26

1. Термореактивні пластмаси, їх властивості та сфери застосування.
2. Технологічні властивості конструкційних матеріалів.
3. Технологічний процес газової різки металевих сплавів.

Варіант № 27

1. Класифікація та маркування чавунів.
2. Кристалізація металів.
3. Технологічні властивості конструкційних матеріалів.

Варіант № 28

1. Деревина, її види, властивості та сфери застосування.
2. Методи випробувань механічних властивостей конструкційних матеріалів.
3. Основні закономірності пластичного деформування конструкційних матеріалів.

Варіант № 29

1. Ливарні алюмінієві сплави, їх властивості, маркування та сфери застосування.

2. Діаграма стану залізо-цементит. Визначення структури характерних сплавів при різних температурах.

3. Правило важелів у аналізі діаграм стану сплавів основних типів та діаграми залізо-вуглець.

Варіант № 30

1. Композиційні матеріали, їх класифікація, структура, властивості та сфери застосування.

2. Види металічних сплавів та методи їх отримання.

3. Твердість конструкційних матеріалів і засоби її визначення.

Варіант № 31

1. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталей.

2. Антифрикційні матеріали.

3. Точність розмірів деталей.

Варіант № 32

1. Інструментальні сталі, їх властивості, класифікація та маркування.

2. Макроструктурний аналіз у дослідженні структури та дефектів конструкційних матеріалів.

3. Точність форми поверхонь деталей.

Варіант № 33

1. Сталі та сплави з особливими властивостями.

2. Антифрикційні чавуни.

3. Точність взаємного розміщення поверхонь деталей.

Варіант № 34

1. Силуміни, їх властивості та сфери застосування.

2. Дефектоскопія у дослідженні структури та дефектів конструкційних матеріалів.

3. Шорсткість поверхонь деталей.

Варіант № 35

1. Конструкційні сталі – властивості, класифікація та маркування.

2. Кристалічна будова металів.

3. Спряження деталей. Посадки.

Варіант № 36

1. Маркування, властивості та сфери застосування конструкційних вуглецевих сталей звичайної якості груп А, Б та В.

2. Структура, маркування та властивості білого чавуна.

3. Основні інструменти для вимірювання розмірів деталей і техніка вимірювань.

Перелік завдань для виконання МКР № 2 «Термічна та механічна обробка матеріалів, способи отримання нерознімних з'єднань»:

Формула для розрахунку кількості вуглецю у сплаві Fe–C:

$$C = N \cdot 2 / 10, \% \text{ мас.},$$

де N – номер ЗВО у списку групи за журналом обліку відвідуваності та академічної успішності.

Варіант № 1

1. Сутність термічної обробки сталі. Фазові перетворення сталі з різним вмістом вуглецю при нагріванні.

2. Технологічний процес автоматичного зварювання металічних сплавів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 0,2$ %.

Варіант № 2

1. Перетворення переохолодженого аустеніту. Діаграма ізотермічного розпаду аустеніту (C-діаграма).

2. Обробка деталей на верстатах токарної групи.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 0,4$ %.

Варіант № 3

1. Механічні властивості продуктів та особливості перлітного, мартенситного та проміжного (сорбітного, трооститного, бейнітного) перетворення.

2. Технологічний процес пайки металів та їх сплавів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 0,6$ %.

Варіант № 4

1. Мартенсит, його структура та властивості.

2. Обробка металів та їх сплавів різанням. Режими різання.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 0,8$ %.

Варіант № 5

1. Перетворення аустеніту у сталях при охолодженні з різними сталими значеннями швидкості.

2. Зносостійкість різального інструменту.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 1,0$ %.

Варіант № 6

1. Критична швидкість охолодження залізовуглецевих сплавів та чинники,

які впливають на неї.

2. Металорізальні верстати, їх класифікація та основні механізми.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 1,2$ %.

Варіант № 7

1. Класифікація видів термічної обробки залізовуглецевих сплавів.

2. Технологічний процес обробки деталей на шліфувальних верстатах.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 1,4$ %.

Варіант № 8

1. Технологічний процес відпалу залізовуглецевих сплавів, класифікація за температурою нагріву, одержувані структури та їх властивості.

2. Типи фрезерувальних верстатів. Види фрез.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 1,6$ %.

Варіант № 9

1. Технологічний процес нормалізації сталі, одержувані структури та їх властивості.

2. Металеві порошки та способи виробництва виробів з них.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 1,8$ %.

Варіант № 10

1. Технологічний процес гартування сталі. Дефекти гартування та засоби їх усунення.

2. Типи шліфувальних верстатів та технологічний процес обробки металічних сплавів шліфуванням.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 2,0$ %.

Варіант № 11

1. Види та призначення технологічного процесу відпуску залізовуглецевих сплавів. Одержувані структури та їх властивості.

2. Типи зуборізальних верстатів. Основні вузли та рухи.

Зуборізальний інструмент.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 2,2$ %.

Варіант № 12

1. Особливості технологічного процесу термічної обробки легованих сталей та чавунів.

2. Види стружки. Сили різання при токарній обробці зовнішньої циліндричної поверхні прохідним різцем.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 2,4$ %.

Варіант № 13

1. Технологічний процес поверхневого гартування залізовуглецевих сплавів.

2. Приводи та передачі, що застосовуються у металорізальних верстатах.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 2,6$ %.

Варіант № 14

1. Технологічний процес цементації сталей.

2. Технологічний процес обробки деталей на стругальних верстатах.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні

$T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 2,8 \%$.

Варіант № 15

1. Технологічний процес азотування сталей.
2. Технологічний процес обробки деталей на протяжних верстатах.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 3,0 \%$.

Варіант № 16

1. Технологічний процес дифузійної металізації металічних сплавів.
2. Процеси зношування та правки шліфувальних кругів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 3,2 \%$.

Варіант № 17

1. Способи і засоби виготовлення литих деталей та їхня класифікація.
2. Технологічний процес обробки деталей на довбальних верстатах.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 3,4 \%$.

Варіант № 18

1. Особливості виготовлення деталей з сплавів кольорових металів.
2. Технологічний процес обробки металічних сплавів шліфуванням.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 3,6 \%$.

Варіант № 19

1. Технологічний процес виготовлення відливок у піщаних та оболонкових формах.
2. Технологічний процес обробки на розточувальних верстатах.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 3,8 \%$.

Варіант № 20

1. Класифікація способів і засобів обробки металічних сплавів тиском.
2. Технологічний процес виготовлення відливок у кокіль та по моделях, що виплавляються.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 4,0 \%$.

Варіант № 21

1. Технологічний процес зварювання вуглецевих, легованих сталей та чавунів.
2. Способи і засоби виправлення ливарних дефектів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 4,2 \%$.

Варіант № 22

1. Технологічний процес безупинного виготовлення відливок з металічних сплавів.
2. Технологічний процес контактного зварювання металевих сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при $C = 4,4 \%$.

Варіант № 23

1. Технологічний процес термітного зварювання деталей з металічних сплавів.
2. Технологічний процес холодного штампування металічних сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 4,6$ %.

Варіант № 24

1. Технологічний процес зварювання тиском металічних сплавів.
2. Сутність та продукція процесів прокатки металічних сплавів, прокатні стани.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 4,8$ %.

Варіант № 25

1. Технологічний процес зварювання металічних сплавів тертям.
2. Технологічний процес пресування металічних сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 5,0$ %.

Варіант № 26

1. Основні операції та технологічний процес кування металічних сплавів.
2. Технологічний процес дугового зварювання металічних сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 5,2$ %.

Варіант № 27

1. Способи виготовлення деталей з чавунів.
2. Технологічний процес відцентрового виготовлення відливок з металічних сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 5,4$ %.

Варіант № 28

1. Технологічний процес ультразвукового зварювання металічних сплавів.
2. Технологічний процес та види об'ємного штампування металічних сплавів.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 5,6$ %.

Варіант № 29

1. Особливості технологічного процесу зварювання кольорових металів та їх сплавів.
2. Технологічний процес штампування металічних сплавів на молотах та пресах.
3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 5,8$ %.

Варіант № 30

1. Методи термічної та механічної обробки пластмас.

2. Технологічний процес зварювання металевих сплавів у атмосфері захисних газів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 6,0$ %.

Варіант № 31

1. Засоби виробництва металокерамічних деталей.

2. Контроль якості зварних швів у деталях з металічних сплавів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 6,2$ %.

Варіант № 32

1. Технологічний процес обробки різанням металічних сплавів.

2. Технологічний процес виготовлення виробів з пластмас.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 6,4$ %.

Варіант № 33

1. Технологічний процес переробки пластмас у в'язкорідкому стані.

2. Технологічний процес лазерного та газового зварювання металічних сплавів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 6,6$ %.

Варіант № 34

1. Технологічний процес обробки деталей з металічних сплавів на шліфувальних верстатах.

2. Технологічний процес обробка пластмас у твердому стані.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 0,0$ %.

Варіант № 35

1. Технологічний процес зварювання та склеювання пластмас.

2. Технологічний процес виготовлення гумових сумішей.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 6,67$ %.

Варіант № 36

1. Класифікація металорізальних верстатів.

2. Технологічний процес обробки гумових виробів.

3. Температурні змінювання в структурі Fe–C в діапазоні $T = 1600 - 20$ °C при $C = 4,3$ %.

Підсумковий контроль

Підсумковий контроль успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді диференційованого заліку або у форматі електронного тестування у системі OpenTest2, або у письмовому вигляді за відсутності умов проведення електронного тестування.

Кожен варіант письмового завдання складається з трьох теоретичних питань та одного практичного завдання. Виконання практичного завдання

повинно містити: *визначення температурних перетворень в структурі сплаву Fe–C, що містить X % вуглецю, в діапазоні температур від 1600 °C до 20 °C при певній величині вмісту вуглецю у сплаві за діаграмою «Fe–C». Варіант практичного завдання задається значенням X та призначається здобувачу вищої овіти індивідуально викладачем.*

Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань ЗВО на диференційованому заліку (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):

15–20 балів – в повному обсязі здобувач володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання, правильно розв'язав практичне завдання з повним дотриманням вимог до виконання;

10–14 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, в основному розкрито зміст теоретичного питання. При наданні відповіді на деякі питання не вистачає достатньої глибини та аргументації, при цьому є несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішене практичне завдання;

7–9 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішені практичне завдання;

5–6 балів – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Недостатньо розкриті зміст теоретичного питання та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Практичне завдання вирішене частково;

1–4 бали – частково володіє навчальним матеріалом, відповіді загальні, допущено при цьому суттєві помилки. Практичне завдання вирішене частково;

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

Якщо диференційований залік складається у формі надання відповідей на тестові завдання у системі OpenTest2 в межах окремого заняття, то кожен варіант тестового контролю складається з 30 питань, сформованих у тестовій формі. Відповіді надаються шляхом вибору правильної відповіді (відповідей) серед наданих системою проведення тестування варіантів.

Критерії оцінювання знань ЗВО при виконанні тестового контролю на диференційованому заліку (оцінюється в діапазоні від 0 до 15 балів як для очної (денної, вечірньої) форми навчання та від 0 до 40 балів для заочної (дистанційної) форми навчання):

оцінка M у балах розраховується за формулою

$$M = N / K \times L, \text{ балів,}$$

де $N = [0 \dots K]$ – кількість правильних відповідей у тесті, шт.; $K = 30$ – кількість питань у тесті, шт.; $L = 15$ (очна форма навчання) чи 40 (заочна

форма навчання) – кількість балів зі 100-бальної оцінки, відведених на залікове тестування.

з округленням отриманого результату до найближчого цілого значення.

Перелік теоретичних питань для підготовки до диференційного заліку

1. Яке координаційне число ГЦК-гратки?
 - а) 3;
 - б) 6;
 - в) 12.
2. Який базис ГЦК-гратки?
 - а) 14;
 - б) 6;
 - в) 4.
3. Скільки фаз має система вода-льод, коли поряд з водою існують п'ять шматків льоду різної форми та розмірів?
 - а) шість;
 - б) дві.
4. Система складається з великої кількості n кристалів міді різної форми та розмірів. Як треба визначити цю систему?
 - а) гетерогенна, n -фазна, однокомпонентна;
 - б) гомогенна, однокомпонентна, однофазна.
5. Використовуючи правило фаз, треба встановити, як правильно характеризувати температурні умови кристалізації чистої речовини?
 - а) $T = \text{const}$, так як $C = 1 - 2 + 1 = 0$;
 - б) в інтервалі температур, так як $C = 1 - 1 + 1 = 1$.
6. Опираючись на чисто логічні висновки, подумайте, можливі чи ні процеси дифузії при низьких температурах і чому?
7. Як змінюється енергія кристалів при збільшенні кількості (густини) дислокацій?
 - а) збільшується;
 - б) зменшується.
8. До точкових дефектів кристалічної будови металів слід віднести:
 - а) крайові дислокації, пори;
 - б) вакансії, між вузлові та домішкові атоми.
9. Як треба оцінювати дефекти типа дислокацій з точки зору впливу на властивості металів?
 - а) погіршують;
 - б) поліпшують;
 - в) категорично не можна відповісти, тому що у ряді випадків ці дефекти поліпшують властивості, а в інших випадках – погіршують властивості матеріалів.
10. Який інденатор використовується при визначенні твердості за методом Віккерса?
 - а) сталева кулька;
 - б) алмазний конус;

в) алмазна пірамідка.

11. Яка особливість діаграми розтягання для зовсім крихкого матеріалу?

а) вона не має максимуму;

б) коротша;

в) вона має лише прямолінійну ділянку, яка характеризує залежність пружної деформації від напруження.

12. При відборі матеріалу за довідником встановлено, що ударна в'язкість одного матеріалу дорівнює 90 МДж/м², а іншого - 70 МДж/м². Який з цих матеріалів може бути більш надійним у роботі (має більший опір крихкому руйнуванню)?

а) перший, тому що

б) другий, тому що

13. Як буде змінюватись границя міцності σ_B матеріалу залежно від впливу поверхнево-активного середовища?

а) збільшується;

б) зменшується.

14. Чи можлива кристалізація двохкомпонентного сплаву при сталій температурі? Якщо «так», то при яких умовах?

15. В яких координатах будується діаграма стану двохкомпонентного сплаву?

а) температура-концентрація (склад);

б) температура-час.

16. Евтектика – це:

а) хімічна сполука;

б) твердий розчин;

в) механічна суміш компонентів.

17. Конструкційні сплави на основі алюмінію мають назву:

а) бронзи;

б) авіалі;

в) дюралюміні.

18. Що таке САП?

а) силуміни;

б) ковочні алюмінієві сплави;

в) спечені алюмінієві порошки.

19. Латуні – це сплави міді, основним легуючим компонентом у яких є:

а) алюміній;

б) олово;

в) цинк.

20. Сплави яких металів широко використовуються в авіації та ракетобудуванні?

а) олова, алюмінію;

б) алюмінію та титану;

в) титану, алюмінію, магнію.

21. У вуглецевих сплавах заліза стабільною фазою є:

- а) графіт;
 - б) цементит.
22. Що таке ледебурит?
- а) евтектична суміш аустеніту та цементиту;
 - б) евтектоїдна суміш фериту та цементиту.
23. Аустеніт існує при нормальних температурах?
- а) так;
 - б) ні.
24. Заевтектоїдні сталі у своєму складі мають наступну концентрацію вуглецю:
- а) від 0,025 до 0,8 % С;
 - б) від 0,8 до 2,14 % С.
25. Які домішки є шкідливими при виробництві сталей?
- а) марганець, кремній;
 - б) сірка, фосфор.
26. Механічні властивості чавунів обумовлені:
- а) вмістом вуглецю;
 - б) формою, розмірами та характером розподілу графітових вкраплень;
 - в) домішками.
27. Найбільш підвищують міцність сталей наступні легуючі елементи:
- а) молібден, бор;
 - б) кремній, марганець та нікель;
 - в) вольфрам, хром, титан.
28. Вказати склад сталі марки 30ХГСН2:
- а) 0,3 % С, до 1 % Cr, Mn, Si, та до 2 % Ni;
 - б) 3 % С, до 1 % Cr, Mn, Si, та до 2 % Ni.
29. Під час відпалу першого роду відбуваються фазові перетворення?
- а) так;
 - б) ні.
30. Який відпал застосовують для вирівнювання хімічного складу литої легованої сталі?
- а) відпал другого роду;
 - б) дифузійний відпал.
31. Мета гартування:
- а) усунення грубозернистої структури після лиття та кування;
 - б) одержання нерівноважної структури і підвищення за рахунок цього міцності та твердості сталі.
32. Неповне гартування застосовують для заевтектоїдних сталей, при якому сталь нагрівають в інтервалі температур:
- а) 800...850 °С;
 - б) 760...780 °С.
33. Які способи гартування сталі вам відомі?
34. Середньотемпературному відпуску здійснюють при температурі Т для обробки деталей:
- а) 400...450 °С, для деталей зі спеціальних сталей;

б) 300...450 °С, для деталей, що працюють за умов тертя і динамічних навантажень.

35. Назвіть основні технологічні процеси хіміко-термічної обробки.

36. Чи необхідна після цементації термічна обробка виробів?

а) так;

б) ні.

37. Якій термічній обробці піддають вироби перед азотуванням?

а) відпал + гартування;

б) гартування з високим відпуском.

38. Основні переваги нітроцементації порівняно з газовою цементацією.

39. Наведіть приклади природних та синтетичних полімерів.

40. Полімери можуть бути у:

а) аморфному стані;

б) кристалічному стані;

в) аморфному та кристалічному стані.

41. Наведіть приклади термопластичних пластмас.

42. Наведіть приклади термореактивних пластмас.

43. Основним компонентом гуми крім каучуку є:

а) біла сажа, оксид цинку;

б) парафін, стеаринова кислота;

в) сірка.

44. Механічна міцність та термостійкість скла можуть бути підвищені шляхом:

а) відпуску;

б) гартування.

45. Назвіть основні технологічні ливарні властивості.

46. Найбільш продуктивний спосіб виготовлення відливок з кольорових сплавів з високою точністю розмірів – це:

а) лиття в металеві форми;

б) лиття в оболонкові форми;

в) лиття під тиском.

47. На які шість основних видів поділяють процеси обробки тиском?

48. Які основні технології обробки пластмас тиском?

49. У чому полягає сутність процесу різання? З якого матеріалу виготовляють різальний інструмент?

50. Назвіть відомі вам способи зварювання.

Під час проведення диференційованого заліку викладач оцінює також якість та повноту викладення матеріалу у конспекті лекцій ЗВО.

Критерії оцінювання змісту конспектів лекцій ЗВО (оцінюється від 0 до 4 балів):

4 бали – конспект лекцій з дисципліни є в наявності, питання лекцій та самостійної роботи здобувача викладені в повному обсязі, здобувач глибоко

та всебічно володіє матеріалом конспекту;

3 бали – конспект лекцій з дисципліни є в наявності, питання лекцій та самостійної роботи здобувача викладені в повному обсязі, здобувач достатньо повно володіє матеріалом конспекту, при наданні відповіді на деякі питання за матеріалом конспекту не вистачає достатньої глибини та аргументації;

2 бали – конспект лекцій з дисципліни є в наявності, питання лекцій та самостійної роботи здобувача викладені не в повному обсязі, здобувач в цілому володіє матеріалом конспекту, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при відповідях окремі суттєві неточності та помилки;

1 бал – конспект лекцій з дисципліни є в наявності, питання лекцій та самостійної роботи здобувача викладені не в повному обсязі, здобувач не в повному обсязі володіє матеріалом конспекту, допускаючи при відповідях суттєві неточності та помилки;

0 балів – конспект лекцій відсутній.

Форми та методи навчання і викладання, засоби провадження освітньої діяльності навчальної дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни реалізується в таких формах: навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

В навчальній дисципліні використовуються такі методи навчання і викладання:

– *методи навчання за джерелами набуття знань*: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація, спостереження); практичні методи навчання (практична робота);

– *методи навчання за характером логіки пізнання*: аналітичний; синтетичний; індуктивний; дедуктивний; традуктивний;

– *методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається*: проблемний виклад; частково-пошуковий; дослідницький;

– *інноваційні методи навчання*: робота з навчально-методичною літературою та відео метод; навчання з використанням технічних ресурсів; методи організації навчального процесу, що формують соціальні навички;

– *науково-дослідна робота*;

– *самостійна робота*.

Засоби провадження освітньої діяльності

Експериментальні установки та плакати лабораторії прикладної механіки і матеріалознавства та лабораторії гідравліки і технологій захисту навколишнього середовища при проведенні лабораторних робіт; комп'ютерний клас з доступом до мережі Інтернет і системи OpenTest2 при проведенні практичних занять та складанні диференційованого заліку; мультимедійний проектор і екран, ноутбук при проведенні лекційних занять.

Політика викладання навчальної дисципліни

1. ЗВО повинен на заняттях приймати активну участь в обговоренні навчальних питань, бути попередньо підготовленим за рекомендованою літературою до практичних та лабораторних занять, якісно і своєчасно виконувати всі завдання.

2. ЗВО повинні сумлінно виконувати розклад занять з навчальної дисципліни. Пропуски заняття без уважної причини та запізнення на заняття недопустимі (ЗВО, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. Без дозволу НПП неприпустимо користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття, і тим більш – під час складання елементів поточного та підсумкового контролю.

4. ЗВО повинні чітко виконувати вимоги щодо термінів виконання поставлених завдань, захисту робіт, ліквідації заборгованостей. Невиконання вимог щодо термінів знижує максимальний бал (оцінку) за завдання на 30 %.

5. ЗВО під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, під час самостійного виконання завдань, а також під час складання елементів поточного та підсумкового контролю, повинні дотримуватися політики академічної доброчесності відповідно до чинного законодавства. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються МКР, які виконані лише за власним варіантом, виданим кожному здобувачеві окремо.

6. ЗВО мають право дізнатися про кількість накопичених балів у НПП з навчальної дисципліни або в електронному журналі успішності відповідної групи (взводу) та вести власний облік цих балів.

7. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання диференційного заліку здобувачі вищої освіти мають дотримуватися політики гендерної рівності відповідно до чинного законодавства.

8. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання екзамену здобувачі вищої освіти мають дотримуватися протиепідемічних заходів відповідно до чинного законодавства.

9. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання екзамену здобувачі вищої освіти мають дотримуватися заходів безпеки воєнного стану відповідно до чинного законодавства.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Література

Основна

1. Сучасні технології отримання наноматеріалів для відновлювальної енергетики з урахуванням екологічної безпеки: монографія / І.Т. Богданов, С.О.Вамболь, В.В. Вамболь, Я.О. Сичікова, О.М. Кондратенко. – К: Освіта України, 2018. – 188 с.

2. Research of Technical and Economic Properties of Material of Porous

Fuel Briquettes from the Solid Combustible Waste Impregnated with Liquid Combustible Waste / O. Kondratenko, V. Koloskov, S. Kovalenko, Y. Derkach // Materials Science Forum, 2021, № 1038, pp. 303–314. – DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1038.303>.

3. Improvement of electrochemical supercapacitors by using nanostructured semiconductors / S.O. Vambol, I.T. Bohdanov, V.V. Vambol, Y.O. Suchikova, O.M. Kondratenko, T.P. Nestorenko, S.V. Onyschenko / Journal of Nano- and Electronic Physics. 2018. Vol. 10, № 4. pp. 04020-1–04020-6. – DOI: [http://dx.doi.org/10.21272/jnep.10\(4\).04020](http://dx.doi.org/10.21272/jnep.10(4).04020).

4. Афанасьєва О.В. Матеріалознавство та конструкційні матеріали. Навч. посібник. Х.: ХНУРЕ, 2016. 188 с.

5. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: підручник / А.С. Опальчук, Є.Г. Афтанділянц, Л.Л. Роговський та ін.; за ред. А.С. Опальчука і О.Є.Семеновського. Ніжин: Видавець Лисенко П.П., 2013. 752 с.

6. Боброва Т.Б. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. К.: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. 104 с.

7. Бруква В.В., Нестеренко Т.М., Пятничук Т.В. Сучасні матеріали і технології санітарно-технічних систем та устаткування. Київ: Освіта, 2013. 304 с.

8. Василів В.І. Машинобудівні матеріали. К: Будівельник, 1995. 168 с.

9. Матеріалознавство. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / А.В. Галико, О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост. Кіровоград: КОД, 2015. 168 с.

10. Гарнець В.М., Коваленко В.М. Конструкційне матеріалознавство. К.: Либідь, 2007. 384 с.

11. Матеріалознавство та технологія матеріалів (у схемах і завданнях) : навч. посіб. / Т.П. Говорун, О.П. Гапонова, С.В. Марченко. Суми : Сумський державний університет, 2020. 163 с.

12. Гумен В.С. Матеріалознавство: Конспект лекцій з дисципліни «Основи матеріалознавства» для студентів хіміко-технологічного факультету спеціальності 25.08. Ч. 1. К.: КПІ, 1991. 212 с.

13. Матеріалознавство: підручник / С.С. Дяченко, І.В. Дощечкіна, А.О. Мовлян, Е.І. Плешаков; за ред. проф. Дяченко С.С. Х.: ХНАДУ, 2007. 440 с.

14. Матеріалознавство та матеріали у харчовій промисловості: підручник / В.А. Косенко, Н.Ф. Кущевська та ін. К. : Університет «Україна», 2017. 298 с.

15. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. К.: Вид-во Ліра-К, 2012. 624 с.

16. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: посібник для вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації/ Авт. колектив: Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є., Роговський І.Л. К.: Вид-во НУБіПУ, 2015. 428 с.

17. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк, В.О. Степаненко, К.Г. Лопатько. К: Либідь, 2002. 327 с.

18. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування. Київ:

Либідь, 2000. 368 с.

19. Verhoeven John D. Metallurgy of Steel for Bladesmiths & Others who Heat Treat and Forge Steel / John D. Verhoeven. – 201 с.

20. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Курс лекцій / Уклад. В.Ю. Колосков, О.М. Кондратенко, С.А. Горносталь, М.В. Репетенко, К.О. Цитлішвілі. Х.: НУЦЗ України, 2022. 164 с.

21. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Робочий зошит з виконання лабораторних робіт / О.М. Кондратенко, В.Ю. Колосков, С.С. Душкін, С.А. Горносталь, О.М. Серікова, С.А. Коваленко. – Х.: НУЦЗУ, 2021. – 56 с.

22. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні дисципліни / Уклад. О.М. Кондратенко, В.Ю. Колосков, С.А. Горносталь, С.С. Душкін, О.М. Серікова, С.А. Коваленко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 52 с.

Допоміжна

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Київ: Кондор, 2006. 528 с.

2. Архіпова Т.Ф. Технологія металів і матеріалознавство. Конспект лекцій / Т.Ф. Архіпова, А.Ю. Осадчук, М.Ю. Байло. Вінниця: ВНТУ, 2014. 249 с.

3. Конструкційні матеріали і технології : навчальний посібник / Р.В. Будяк, Е.К. Посвятенко, Л.В. Швець, Г.А. Жученко. Вінниця : ФОП Т.П. Барановська, 2020. 240 с.

4. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навч. посіб. / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, О.В. Миргород, О.А. Стельмах. Х.: НУЦЗУ, 2015. 485 с.

5. Власенко А.М. Матеріалознавство та технологія металів: підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. К.: Літера ЛТД, 2019. 224 с.

6. Крижний Г.К., Пупань Л.І. Класифікація та маркування конструкційних металів і сплавів: навчальний посібник. Х.: НТУ «ХП», 2005. 84 с.

7. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрмоєнко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.

8. Конструкції базових шасі та матеріали, які використовують при виготовленні пожежної та аварійно-рятувальної техніки: Ч. 1 / О.М. Ларін, М.І. Мисюра, Б.І. Кривошей, О.В. Воробйов. 2007. 937 с.

9. Пушкаренко А.С., Васильченко О.В. Будівельні матеріали та їх поведінка в умовах високих температур. Харків: АПБУ, 2001. 104 с.

10. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Київ: «Либідь», 2002. 326 с.

11. Шаповал С.В. Конспект лекцій з дисципліни «Матеріалознавство» (для студентів 2 курсу денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології). Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 122 с.

Додаткова

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Затв. Наказом МОН України № 1241 від 13.11.2018 р. Офіційне видання. Київ, 2018. 18 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshcha-dokt.filos.pdf>.

2. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол № 11 від 28 червня 2023 р.)

https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/183_TEB_bak2_3.pdf

Інформаційні ресурси

1. Науково-технічний журнал «Матеріалознавство та обробка металів». Офіційний сайт. URL: <https://momjournal.com.ua/uk>.

2. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. Офіційний сайт. URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/about>.

3. Scientific Journal «Functional Materials». URL: <https://www.nas.gov.ua/publications/periodics/UA/SitePeriodic/Pages/default.aspx?ffn1=IDperiodics&fft1=Eq&ffv1=111>.

4. UniCheck онлайн сервіс для перевірки на анти плагіат. Офіційний сайт. URL: <https://unicheck.com/uk-ua>.

5. Scientific and technical journal «Technogenic and Ecological Safety». URL: <http://jteb.nuczu.edu.ua/uk>.

6. Scientific Journal «Problems of Emergency Situations». URL: <http://pes.nuczu.edu.ua/uk>.

7. Scientific Journal «Ecological Safety» URL: <http://ecosafety-journal.in.ua>.

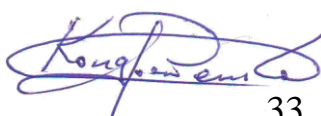
8. Scientific journal «Environmental Problems». URL: <https://science.lpnu.ua/ep>.

9. Scientific journal «Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University». URL: <http://visnikkrnu.kdu.edu.ua>.

10. Collection of scientific works «Problems of Fire Safety». URL: <https://nuczu.edu.ua/ukr/ nauka/ zbirky- naukovykh- prats/ zbirky- naukovykh- prats- ppb>.

Розробник:

професор кафедри прикладної механіки
та технологій захисту
навколишнього середовища,
д.т.н., доцент



Олександр КОНДРАТЕНКО