

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КРАЩІ
ПРАКТИКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕТАЛУРГІЇ»**

Затверджено на засіданні кафедри
металургії та організації виробництва
Протокол № 2 від «18» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧ(І):

Кухар В.В., доктор технічних наук, професор, професор кафедри металургії та організації виробництва.

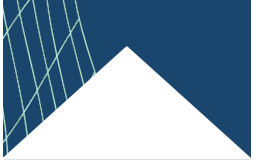
ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Едуард ГРИБКОВ

Гарант освітньої програми
«Управління модернізацією металургії»

Едуард ГРИБКОВ



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність, теоретична та практична значущість вивчення навчальної дисципліни.

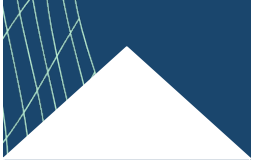
Перспективні технології та кращі практики модернізації металургії – обов'язкова дисципліна професійної підготовки з галузі знань 13 «Механічна інженерія». Цей курс дозволить ознайомитися з перспективними напрямками розвитку металургійного виробництва, отримати знання в області удосконалення технологій виробництва чавуну, сталі та прокату. Особливістю курсу є вивчення новітніх технологій металургійного виробництва на прикладі кращих практик провідних металургійних підприємств. Так як основним напрямком розвитку сучасної металургії є покращення якості продукції та ресурсозбереження, то увага курсу буде сконцентрована на цих аспектах. Цей курс є базовим для підготовки фахівця з металургії. Він дає знання та навички з модернізації технологій та обладнання металургійного виробництва. Практикум курсу націлений на модернізацію існуючих технологій та діючого обладнання вітчизняних металургійних підприємств. Отримані знання можуть бути корисними для вивчення курсів з інфраструктури металургії, R&D в управлінні металургійними проектами та проектування модернізованих металургійних виробництв, а також при виконанні дипломного проекту і застосування на практиці при визначенні складу та характеристик обладнання металургійних цехів

Застереження щодо рівня попередніх знань.

- Базові знання з основ організації виробництва.
- Знання з основ металургії (аглодоменне, сталеплавильне та прокатне виробництво).

Результати навчання та їхня відповідність ОНП.

- Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання та контролювати якість з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.
 - Розробляти заходи з охорони праці та навколишнього середовища при проведенні досліджень та у виробничій діяльності.
 - Вільно спілкуватися державною та англійською мовами усно і письмово для обговорення професійних та наукових проблем і результатів діяльності у сфері управління модернізацією металургії, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів.
 - Пропонувати нові інженерні та управлінські рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.



- Будувати та аналізувати математичні моделі, зокрема оптимізаційні, у сфері управління модернізацією металургії, досліджувати та здійснювати ідентифікацію таких моделей, визначати оптимальні параметри технології.
- Планувати і виконувати наукові і прикладні дослідження у сфері управління модернізацією металургії, обирати ефективні методи досліджень, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень.
- Обґрунтовувати та управляти проектами, генерувати підприємницькі ідеї.
- Мати навички керівництва організацією та планування діяльності організації в стратегічному та тактичному розрізах.
- Мати навички прийняття, обґрунтування та забезпечення реалізації управлінських рішень в непередбачуваних умовах, враховуючи вимоги управління якістю, етичні міркування та соціальну відповідальність.
- Організовувати та здійснювати ефективні комунікації всередині колективу, з представниками різних професійних груп та в міжнародному контексті.

Мова освітнього процесу: українська, англійська.

Рівень вищої освіти: магістерський.

Форми та методи навчання.

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих семінарських занять і практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Семінари і практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій і реальних кейсів. Окрім роботи на цих заняттях студенту необхідно виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи. Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації.
- Відвідування занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується бажання поставити питання з незрозумілого матеріалу або під час лекції, або після нього з використанням передбачених каналів комунікації.
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.
- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.
- Підсумковий екзамен (залік) включатиме тестові, розрахункові завдання та міні-есе проблемного характеру



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Управління модернізацією металургії»

Тема 1. Бездоменне виробництво сталі. Технології прямого відновлення заліза (Частина 1. Безкоксова металургія).

Характеристика традиційних та альтернативних процесів виробництва металів. Промислові схеми процесів твердофазного відновлення чорних металів. Коротка характеристика сучасного металургійного виробництва, його основні переваги та недоліки. Коротка історична довідка виникнення та розвитку альтернативних процесів виробництва металів. Класифікація процесів безкоксової металургії. Загальна характеристика продукції.

Загальна класифікація процесів твердофазного відновлення. Конструкція агрегатів та технологія виробництва губчастого заліза в шахтних печах і ретортах. Процеси в киплячому шарі. Процеси з обертовою трубою і обертовим подом. Виробництво губчастого заліза в муфельних і прохідних печах.

Тема 2. Бездоменне виробництво сталі. Технології прямого відновлення заліза (Частина 2. Електролітичне отримання заліза).

Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення чорних металів. Електролітичне отримання заліза.

Загальна класифікація процесів рідкофазного відновлення заліза. Технологія та конструкції агрегатів процесів з допалюванням СО за межами агрегату. Технологія та конструкції агрегатів з використанням СО для попереднього відновлення залізородних матеріалів. Технологія та конструкції агрегатів з допалюванням СО в робочому просторі агрегату.

Причини виникнення та умови розвитку процесів електролітичного відновлення заліза, Низькотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розчинів (процес ULCOS). Високотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розплавів (процес MOE).

Тема 3. Спеціальна металургія. Електрометалургія. Конвертерне виробництво сталі

Методи отримання сталей спеціального призначення з використанням спецелектрометалургійних та дуплекс процесів.

Конструкція, технологія та основні показники спеціальних способів електроплавлення сталі (електрошлаковий переплав, плазмово-дугова плавка, індукційна плавка, вакуумна індукційна плавка, вакуумна дугова плавка, електронно-променева плавка).



Загальні засади виплавки високолегованих марок сталей дулекс процесом. Особливості конструкції конвертору AOD та технологія виплавки сталі з використанням конвертерах аргоно-кисневого дуття.

Тема 4. Суміщені процеси.

Міні-заводи, МБЛЗ, валкова розливка-прокатка листового і сортового металу, суміщені процеси та міні-заводи. ТМСП, Q&T, Q&P – термічна обробка у потоці прокату для формування спеціальних властивостей сталей.

Тема 5. Енергоємність та екологічні засади металургійних процесів.

Зміни клімату та декарбонізація секторів економіки. «Зелена» металургія, carbon-free та fossil-free сталь і «зелені» інвестиції. Механізм прикордонного вуглецевого коригування (CBAM), перспективи та загрози для України, шляхи виходу з кризи. Декарбонізація гірничо-металургійної галузі: найкращі світові. Практики. Водень («зелений» водень), його використання у металургії та енергетиці, способи виробництва. Енергоємність металургійних процесів та металопродукції. Рециркуляція вторинної сировини та енергоресурсів у сучасних металургійних процесах, сталий розвиток економіки.

Споживання енергії у структурі металургійного підприємства. Поняття енергоємності продукції. Прямі та непрямі (комплексні) витрати енергії. Методика розрахунку енергоємності металопродукції та процесів. Енергоємність сировини, енергоносіїв, електроенергії та інш.

Аналіз енерго- та ресурсозберігаючих технологій у виробництві сталі. Вторинні ресурси сталеплавильного виробництва. Шлаки, шлами, газу. Їх характеристика, оцінка технологічної важливості та енергетичної цінності. Використання у сталеплавильному виробництві відходів вторинних ресурсів суміжних виробництв

Безвідходні та маловідходні технології у металургійному виробництві. Шляхи утилізації відходів металургійного виробництва у суміжних галузях промисловості

Тема 6. Прокатне виробництво: Виробництво листового прокату.

Модернізація технологій та устаткування для виробництва плит та товстого листа, модернізація безперервних станів гарячої прокатки для виготовлення рулонів тонколистової сталі, модернізація станів холодної прокатки та технології нанесення покриттів; стани Стеккеля; процеси виробництва гнутих профілів.

Тема 7. Прокатне виробництво: Виробництво сортового і фасонного прокату.

Загальні питання сортопрокатного виробництва. Вимоги до сортової заготовки. Нагрів металу перед прокаткою. Особливості сучасних станів та технологій для прокатки простих сортових профілів. Особливості технології виробництва фасонного прокату. Модернізація технологічних процесів та обладнання для прокатки простих сортових



та фасонних профілів прокату. Сучасні крупносортні та рейкобалкові стани.

Тема 8. Превентивне керування якістю металопродукції на стадії проектування.

Контроль якості металопродукції. Лабораторний контроль на всіх етапах металургійного виробництва.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами для освітніх програм, в яких вивчення дисципліни є обов'язковим

*Для освітньої програми
«Управління модернізацією металургії»*

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Бездоменне виробництво сталі. Технології прямого відновлення заліза						
1.	Промислові схеми процесів твердофазного відновлення чорних металів.	26	6	4		16
2.	Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення чорних металів. Електролітичне отримання заліза.	26	6	4		16
Змістовий модуль 2. Спеціальна металургія. Електрометалургія. Конвертерне виробництво сталі						
3.	Методи отримання сталей спеціального призначення з використанням спецелектрометалургійних та дуплекс процесів	26	6	4		16
Змістовий модуль 3. Енергоємність та екологічні засади металургійних процесів						
4.	Зміни клімату та декарбонізація секторів економіки. «Зелена» металургія, carbon-free та fossil-free сталь і «зелені» інвестиції.	38	8	6		24
Змістовий модуль 4. Суміщені процеси. Формоутворення заготовок для ремонтних цілей						
5.	Міні-заводи, МНЛЗ, валкова розливка-прокатка листового і сортового металу, суміщені процеси	26	6	4		16
Змістовий модуль 5. Прокатне виробництво: Виробництво листового прокату						

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
6.	Модернізація технологій та устаткування для виробництва плит та товстого листа, модернізація безперервних станів гарячої прокатки для виготовлення рулонів тонколистової сталі, модернізація станів холодної прокатки та технології нанесення покриттів; стани Стеккеля; процеси виробництва гнутих профілів	26	6	4		16
Змістовий модуль 6. Прокатне виробництво: Виробництво сортового і фасонного прокату						
7.	Виробництво фасонного прокату. Модернізація процесів та устаткування для прокатки сорту, фасонних профілів, рейкового прокату	14	4	2		8
Змістовий модуль 7. Превентивне керування якістю металопродукції на стадії проєктування						
8.	Контроль якості	16	4	2		10
9.	Лабораторний контроль	12	2	2		8
Усього годин		210	48	32		130

Тут і далі: Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

3.2 Перелік лабораторних та практичних робіт (в рамках виїзної сесії)

№ з/п	Назва або опис змісту практичної роботи
1	Рідкофазне відновлення заліза
2	Вибір шлакоутворювальної суміші і розрахунок її витрат для розливки сталі на МБЛЗ
3	Розрахунок витрат енергії в DRI-процесі MIDREX
4	Конструкція робочої кліті листопрокатного стану
5	Геометричні показники деформації при прокатці
6	Обробка результатів лабораторних досліджень якості металопродукції

№ з/п	Назва або опис змісту лабораторної роботи
1	Практика виробництва сталі
2	Суміщені процеси лиття та прокатки
3	Проєктування процесів прокатки



№ з/п	Назва або опис змісту лабораторної роботи
4	Керування якістю металопродукції

3.3 Перелік розрахункових, аналітичних, графічних та ін. індивідуальних завдань

№ з/п	Опис індивідуального завдання
1	За визначеною для кожного здобувача вищої освіти темою магістерської роботи слід провести пошук літературних джерел, які складуть основу аналітичного (літературного) огляду роботи, що буде виконуватися у наступному семестрі
2	Виконати лабораторно-практичні роботи в рамках виїзної сесії

4 ПІДХОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Складові оцінювання успішності для здобувачів освіти за освітніми програмами, в яких вивчення дисципліни є обов'язковим

17 тижнів

Види контр. точок	Тижні																	Всього	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Робота на практичних заняттях. Виконання вправ		5			5			5			5			5		5		30	
виконання індивідуальних завдань							15										15	30	
Модульні контрольні роботи								20										20	40
Всього																			100

4.2. Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	Оцінка за роботу на практичному (семінарському) занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж. Мах 5 балів: студент дав повне правильне рішення практичних завдань (вправ, тестів, задач), передбачених для виконання згідно тема у відповідному модулі (5 балів);

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	<p>студент дав пряму і релевантну відповідь при розгляді кейсу з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (1 бали);</p> <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (1 бал)</p>
Виконання та надання письмового звіту з виконання індивідуального завдання	<p>Підготовлене завдання у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.</p> <p>Мах 15 балів:</p> <p>студент підготував звіт за конкретним індивідуальним завданням, в якому: надав логічну і оригінальну пропозицію розв'язання проблематики, представив висновок та власні пропозиції щодо покращення поточного процесу, окреслив перспективи таких рішень, визначив умови, перешкоди і специфіку реалізації проєкту, окреслив можливі витрати та ефекти для конкретного підприємства, врахував всі вимоги до виконання та оформлення згідно методичних рекомендацій до виконання індивідуального завдання ; звіт структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (15 балів);</p> <p>звіт містить логічну і оригінальну пропозицію розв'язання проблематики базового підприємства за конкретним індивідуальним завданням, проте при формуванні фреймворку не всі елементи представлено згідно вимог методичних рекомендацій; використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (1 -14 балів)</p>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань та задач з матеріалу модуля (мах 20 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність арифметичних розрахунків.</p>

Додаткові зауваження:

– студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи](#)) :

[Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));

– оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

4.3. Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Для варіанту обов'язкової дисципліни – письмовий екзамен за матеріалом обох модулів	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; – в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік». <p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> – підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\{PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60I, \text{ якщо } I < 60 PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60I, \text{ якщо } I < 60$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 2 завдання аналітичного характеру у вигляді есе. Екзамен оцінює ступінь володіння необхідною термінологією та розуміння теоретичних та практичних підходів до використання кращих практик	



	у металургії за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ((<a))<="" a="" href="http://Normativni dokumenty : Polytechnic (metinvest.university)">))
--	--

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	Залік
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік

0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		
------	---	--	--	--

Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;


– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики перспективних технологій та кращих практик модернізації металургії (наприклад, Coursera, Udemy, PMI або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА


Базові

- 1 Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів : навч. посібник / Іванченко Ф.К. та ін. Київ : Вища школа, 1995. 455 с.
- 2 Бережна О. В., Малигіна С. В., Грибков Е. П. Комп'ютерне моделювання та оптимальне проектування : навч. посіб., Краматорськ : ДДМА, 2020. 132 с.
- 3 Бережна О. В., Малигіна С. В., Грибков Е. П. Системи автоматизованого проектування : навч. посіб. Краматорськ : ДДМА, 2020. 96 с.

- 
- 4 Jingwei Zhao, Zhengyi Jiang Rolling of Advanced High Strength Steels: Theory, Simulation and Practice. Taylor & Francis: Routledge and CRC Press, 2021. 644 p.
 - 5 Ginzburg V. B. Metallurgical Design of Flat Rolled Steels. Taylor & Francis: Routledge and CRC Press, 2019. 726 p.
 - 6 Mazur V. L., Nogovitsyn O. V. Theory and Technology of Sheet Rolling. Numerical Analysis and Applications. CRC Press, 2020. 494 p.
 - 7 Gupta N. K. Steel Rolling: Principle, Process & Application. CRC Press, 2021. 526 p.
 - 8 Ніколаєв В. О., Мазур В. Л. Технологія виробництва сортового та листового прокату : підручник. Частина II. Запоріжжя : ЗДІА, 2000. 220 с.
 - 9 Cavaliere P. Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Efficient Technologies for Greenhouse Emissions Abatement. Springer, 2019. 596 p.
 - 10 Тубольцев Л., Пригунова А., Нарівський А., Петренко В. Концепція сталого розвитку металургії України. Стан, досвід, перспективи, 2022. 364 с.
 - 11 Kukhar V.V., Kurpe O.H., Malii K.V. Implementation of Quality Management System for Production of TMCP Treated 10Mn2VNbAl steel heavy plates [Chapter]. MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education : Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. P. 41–62. <http://dx.doi.org/10.30525/978-9934-26-382-8-3>


Додаткові

- 1 Ясько С. Г., Фролов Є. А., Кухар В. В., Грушко О. В., Віштак І. В. Точність тонколистових виробів при пневмоударному штампуванні рухомим середовищами : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2022. 208 с.
- 2 Kukhar V.V., Anishchenko O.S., Vishtak I.V. Simulation Facets in Theory and Technology of Superplastic Forming : Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishin, 2022. 93 p.
- 3 Кухар В. В., Ніколенко Р. С., Присяжний А. Г., Аніщенко О. С. Штампування складнопрофільних плит із асиметричним осаджуванням радіусним інструментом : монографія. Маріуполь : ПДТУ, 2021. 251 с.
- 4 Kukhar V. V. Strength and Stiffness of Roll Formed Rectangular Hollow Sections of Various Manufacturing Options [Chapter]. Scientific and Technical Progress in European Countries and the Contribution of




Higher Education Institutions : Collective monograph. Kujawska Szkoła Wyższa we Włocławku (Cuiavian University in Wloclawek). Wloclawek, Poland; Riga, Latvia : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2020. P. 107–125.

- 5 Kurpe O., Kukhar V. Development and Substantiation of Proposals for Modernization of Plate Rolling Mill. *Lecture Notes in Mechanical Engineering. Advanced Manufacturing Processes VI.*, InterPartner 2024. Springer, Cham. 2025. P. 535–544. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82746-4_47
- 6 Kukhar V., Kurpe O., Malii K. Temperature Field Behavior on Plate Width at Thermomechanical Rolling of Low Carbon Microalloyed Steel at the Steckel Mill. *Lecture Notes in Mechanical Engineering. Advanced Manufacturing Processes V.*, InterPartner 2023. Springer, Cham, 2024. P. 276–285. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42778-7_25
- 7 Gribkov E., Dobronosov Y., Kukhar V., Malii K., Hrudkina N. Finite element simulation of pipe straightening in a 3-pair cross roll machine with symmetrical and asymmetrical profiling of the outer rolls. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*. 2024. Vol. 22, Issue 1. pp. 50-58. URL: https://www.ajme.ro/PDF_AJME_2024_1/L5.pdf
- 8 Kukhar V., Spichak O., Karmazina I., Malii K., Gribkov E., Dobronosov Y. Synthesis Analysis of Energy Intensity Dependence for Tandem Mills Thin-Plate Rolling on Various Grade Emulsols Rheological Properties. *2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2023, P. 1–4. <https://doi.org/10.1109/MEES61502.2023.10402500>
- 9 Gribkov E., Dobronosov Y., Kukhar V., Balalayeva E., Marchenko I., Hrudkina N. Computer Modelling of Pipe Straightening Process on a Six-Roller Cross-Roll Machine. *2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, 2023, P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/CSIT61576.2023.10324256>
- 10 Kukhar V., Povazhnyi O., Grushko O. Analysis of CuZn5 Tube Buckling During Producing of the Crossover Bend for Metallurgical Unit. *Lecture Notes in Mechanical Engineering. Advanced Manufacturing Processes IV.* InterPartner 2022. Springer, Cham. 2023. P. 444–454. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_42
- 11 Karnaukh S.G., Markov O.E., Kukhar V.V., Shapoval A.A. Research of the rolled stock separating into workpieces using breaking by bending




with dynamic and static-dynamic force. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2022. Vol. 120, No. 3–4. P. 2763–2776. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08902-0>

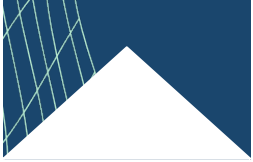
- 12 Karnaukh S.G., Markov O.E., Kukhar V.V., Shapoval A.A. Classification of steels according to their sensitivity to fracture using a synergetic model. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2022. Vol. 119, No. 7–8. P. 5277-5287. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08653-y>
- 13 Prysiashnyi A., Kukhar V., Hornostai V., Kudinova E., Korenko M., Anishchenko O. Mathematical Models for Forecasting of 10Mn2VNb Steel Heavy Plates Mechanical Properties. *Materials Science Forum*. 2021. Vol. 1045. P. 237–245. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1045.237>
- 14 Karnaukh S. G., Markov O. E., Alieva L. L., Kukhar V. V. Designing and researching of the equipment for cutting by breaking of rolled stock. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2020. Vol. 109. pp. 2457–2464. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05824-7>
- 15 Anishchenko A., Kukhar V., Oginskiy I. Design and durability of roller assemblies in sintering machines. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2022. P. 342–353. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85230-6_40.
- 16 Kurpe O., Kukhar V., Klimov E., Chernenko S., Balalayeva E. Implementation of Pipe Steel Grade X52M Manufacturing According to API-5L Requirements Applied to Hot Rolling Mills “1700”. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. DSMIE-2019. Pleiades Publishing: Springer Nature, Switzerland, AG, 2020. P. 418–429. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_42
- 17 Kukhar V.V., Kurpe O.H., Prysiashnyi A.H., Khliestova O.A., Burko V.A., Balalayeva E.Yu., Yelistratova N.Yu. Improving of preventive management for flat rolling products quality indices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 1037. P. 012024. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1037/1/012024>
- 18 Kurpe O. H., Kukhar V. V. Experience of the Hot-Rolled Products Production from High-Strength Steel of Grade Type 32NiCrMoV9 of 5 mm Thickness. *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*. 2023. Vol. 45. No. 5. P. 687–697. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.45.05.0687>
- 19 Тимошенко Д. О., Кухар В. В., Шаульська Л. В., Кононюк Д. В. Порівняльний аналіз екологічної ефективності металургійних



технологій виробництва сталі в контексті “зеленого” переходу. *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2024. Вип. 38. С. 282–291. DOI: <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-282-291>.

- 20 Кухар В. В., Тимошенко Д. О., Кононюк Д. В., Малій Х. В., Навольнєв І. Ю. Доменні печі в епоху декарбонізації: пошук альтернатив коксу. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. Тематичний випуск "До 95 річчя кафедри металургії ім. професора В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету". 2024. № 3. С. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.31319/2519-2884.tm.2024.3>.
- 21 Смірнов О., Кухар В. Інтегрована переробка відходів металургійного та вуглебагачувального виробництва з використанням малогабаритних доменних печей. *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. 2024. Том 337, № 3(2). С. 409-414. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-62>.
- 22 Грибков Е. П., Доброносів Ю. К., Кухар В. В., Малій Х. В. Тривимірний аналіз напружено-деформованого стану металу при правці труб на правильних косовалкових машинах зі спеціальним профілюванням валків. *Metall and casting of Ukraine = Метал та лиття України*. 2023. Vol. 31, №3 (334). С. 64–71. <https://doi.org/10.15407/steelcast2023.03.064>
- 23 Кухар В.В., Малій Х.В., Штода М.М., Грудкіна Н.С., Бойко І.О., Спічак О.Ю. Визначення впливу геометрії штрипса, режимів стикового зварювання та валкового формування на міцність зварного шву холодногнутих коритних профілів. *Обробка матеріалів тиском* : зб. наук. пр. / ДДМА. Краматорськ – Тернопіль : ДДМА, 2023. № 1 (52). С. 145–153. [https://doi.org/10.37142/2076-2151/2023-1\(52\)145](https://doi.org/10.37142/2076-2151/2023-1(52)145)
- 24 Стоянов О.М., Нізяєв К.Г., Малій Х.В., Кухар В.В. Застосування вогнетривких матеріалів для сталерозливного ковша. *Вісник Приазовського державного технічного університету* : зб. наук. пр. / ДВНЗ «ПДТУ». Дніпро, 2023. Серія : Технічні науки, Вип. 46. С. 69–78. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.47.2023>
- 25 Кухар В.В., Горностай В.М., Курпе О.Г. Енергоспоживання та витрати емульсолу при холодній прокатці смуг з вуглецевої сталі на безперервному 4-х клітьовому стані 1680. *Обробка матеріалів*

- 
- тиском : зб. наук. пр. / ДГМА. Краматорск : ДГМА, 2022. № 1 (51). С. 134–140. [https://doi.org/10.37142/2076-2151/2022-1\(51\)134](https://doi.org/10.37142/2076-2151/2022-1(51)134)
- 26 Іващенко В.Ю., Кухар В.В. Подовження утилізаційного ресурсу штампів для горизонтально-кувальних машин. *Вісник Приазовського державного технічного університету* : зб. наук. пр. / ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь, 2021. Серія : Технічні науки, Вип. 42. С. 130–139. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.42.2021.240676>
- 27 Kukhar V., Malii Kh., Spichak O. Influence of emulsols type on energy-power consumption and surface contamination at DC01 steel cold rolling on the continuous four-stand mill. *Problems of Tribology*, 2022. Vol. 27, No 4/106-2022, P. 19–26. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2022-106-4-19-26>.
- 28 Кухарь В. В., Присяжный А. Г., Коренко М. Г., Анищенко А. С., Николенко Р. С. Анализ геометрических характеристик очага деформации при асимметричной осадке цилиндрической заготовки радиусным инструментом. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету* (Технічні науки). 2020. S.1: Theory, Technology and Machines for Metal Working. С. 72–79. ISSN 2617-8389. DOI: <https://doi.org/10.31319/2519-2884.tm.2020.15>
- 29 Курпе О. Г., Кухар В. В., Присяжный А. Г. Удосконалення та апробація методології керування якістю листового металопрокату. *Обработка материалов давлением*: зб. наук. пр. / ДГМА. Краматорськ: ДГМА, 2020. № 1 (50). С. 228–235. [https://doi.org/10.37142/2076-2151/2020-1\(50\)228](https://doi.org/10.37142/2076-2151/2020-1(50)228)
- 30 Kurpe O., Kukhar V. Investigation of the hot rolling process at the Steckel mill by means of modeling by the finite-element method. *Вісник Тернопільського національного технічного університету = Scientific Journal of the Ternopil National Technical University*. 2020. № 2(98). pp. 68–79. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.02.
- 31 Кухар В. В., Курпе О. Г. Визначення реологічної подоби свинцю та сталей для плоскої гарячої прокатки. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2020. № 61. С. 153–162. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/61.153>

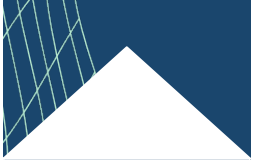


Періодичні видання

- 1 Eastern-European Journal of Enterprise Technologies = Східно-Європейський журнал передових технологій : веб-сайт. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/about> (дата звернення: 20.08.2024).
- 2 Вісник Криворізького національного університету: веб-сайт. URL: <http://visnykknu.com.ua/ua/homeua/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 3 Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки : веб-сайт. URL: http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/about (дата звернення: 20.08.2024).
- 4 Вісник Тернопільського національного технічного університету : веб-сайт. URL: <https://visnyk.tntu.edu.ua/?about-us> (дата звернення: 20.08.2024).
- 5 Енерготехнології та ресурсозбереження : веб-сайт. URL: <https://etars-journal.org/index.php/journal/index> (дата звернення: 20.08.2024).
- 6 Метал і лиття України : веб-сайт. URL: <https://steelcast.com.ua/pro-zhurnal> (дата звернення: 20.08.2024).
- 7 Металознавство та термічна обробка металів : веб-сайт. URL: <https://momjournal.com.ua/uk> (дата звернення: 20.08.2024).
- 8 Металофізика та новітні технології : веб-сайт. URL: <https://mfint.imp.kiev.ua/ua/index.html> (дата звернення: 20.08.2024).
- 9 Металургія : веб-сайт. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal/index> (дата звернення: 20.08.2024).
- 10 Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні : веб-сайт. URL: <http://nmt.zntu.edu.ua/about> (дата звернення: 20.08.2024).
- 11 Сучасні проблеми металургії / Modern problems of Metallurgy : веб-сайт. URL: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/mpm/about> (дата звернення: 20.08.2024).
- 12 Теорія і практика металургії : веб-сайт. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1504> (дата звернення: 20.08.2024).

Web-ресурси

- 1 Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 2 Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: www.nbuv.gov.ua (дата звернення: 20.08.2024).



- 3 Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 4 Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 5 Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 6 Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 20.08.2024).
- 7 Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 8 E-learning courses – steeluniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/learn/e-learning/> дата звернення: 21.08.2024).



6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член студентської спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

- Шахрайство та плагіат заборонені.
- Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс. зарахованих на курс для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.
- Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.
- Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення, на коректність змісту та мови.
- Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

[Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university)