

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА КРАЩІ
ПРАКТИКИ В МЕТАЛУРГІЇ»**

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

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧ(І):

Грибков Е.П., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри металургії та організації виробництва.

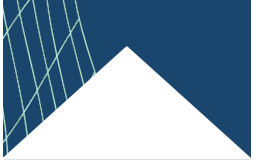
ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Едуард ГРИБКОВ

Гарант освітньої програми
«Металургія»

Володимир КУХАР



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність, теоретична та практична значущість вивчення навчальної дисципліни.

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.

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

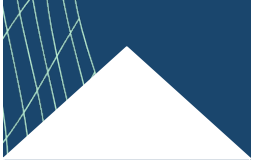
РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів.

РН 11. Аналізувати і рекомендувати способи керування технологічним процесом на основі понять енергоємності металургійного виробництва

Мова освітнього процесу: українська, англійська.

Рівень вищої освіти: доктор філософії.

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. 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 «Металургія»

Тема 1. Стратегічні напрямки та кращі практики в виробництві сталі.

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.

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

Низькотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розчинів (процес ULCOS). Високотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розплавів (процес MOE).

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

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

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

«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 2. Стратегічні напрямки та кращі практики в прокатному виробництві.

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.

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.

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 «Металургія»

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Стратегічні напрямки та кращі практики в виробництві сталі						
1.	Промислові схеми процесів твердофазного відновлення чорних металів. Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення чорних металів. Електролітичне отримання заліза.	16	2	2		12
2.	Методи отримання сталей спеціального призначення з використанням спецелектрометалургійних та дуплекс процесів	16	2	2		12
3.	Зміни клімату та декарбонізація секторів економіки. «Зелена» металургія, carbon-free та fossil-free сталь і «зелені» інвестиції.	16	2	2		12

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
4.	Міні-заводи, МНЛЗ, валкова розливка-прокатка листового і сортового металу, суміщені процеси	20	4	4		12
Змістовий модуль 2. Стратегічні напрямки та кращі практики в прокатному виробництві						
5.	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	20	4	4		12
6.	Виробництво фасонного прокату. Модернізація процесів та устаткування для прокатки сорту, фасонних профілів, рейкового прокату	16	2	2		12
7.	Контроль якості металопродукції	16	2	2		12
Усього годин		120	18	18		84

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

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

18 тижнів

Види контр. точок	Тижні																		Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
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 теми у відповідному модулі (5 балів); 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 бал);



Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	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)
Виконання та надання письмового звіту з виконання індивідуального завдання	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. Мах 15 балів: 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); 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)
Модульні контрольні роботи	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.

Додаткові зауваження:

– студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) 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: $\{PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60, \text{ якщо } I < 60 PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60, \text{ якщо } I < 60$	
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 ((Нормативні документи : 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	Залік
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	
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 \(metinvest.university\)](#)). 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 \(metinvest.university\)](#), 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 \(metinvest.university\)](#), 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 \(metinvest.university\)](#).

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.

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).



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)