

# СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА КРАЩІ ПРАКТИКИ В МЕТАЛУРГІЇ

## ОПИС КУРСУ

Стратегічні напрямки досліджень та кращі практики в 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 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 доктора філософії з металургії. Він дає знання та навички з модернізації технологій та обладнання металургійного виробництва. Практикум курсу націлений на модернізацію існуючих технологій та створення нового обладнання для вітчизняних металургійних підприємств.

Цей курс буде корисним для роботи з кваліфікаційної роботи, вибору напрямків та методів дослідження, а також визначення техніко-економічних характеристик металургійних процесів

## ВИМОГИ

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

Освітній рівень

Доктор філософії

Кількість  
кредитів

4

Назва кафедри,  
яка пропонує  
дисципліну

Металургії та  
організації  
виробництва

**ГРИБКОВ Едуард**

[Eduard.Gribkov@mipolytech.education](mailto:Eduard.Gribkov@mipolytech.education)

Доктор технічних наук, професор, професор  
кафедри МОВ, фахівець в сфері теорії прокати  
та технологій прокатного виробництва



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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.

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.

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.

Аналізувати і рекомендувати способи керування технологічним процесом на основі понять енергоемності металургійного виробництва

## ТЕМАТИКА

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.

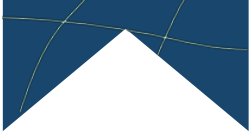
Низькотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розчинів (процес ULCOS). Високотемпературні процеси електролітичного відновлення заліза з розплавів (процес MOE).

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.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, 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.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

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

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	<p>Оцінка за роботу на практичному (семінарському) занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж.</p> <p>Мах 5 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>студент дав повне правильне рішення практичних завдань (вправ, тестів, задач), передбачених для виконання згідно теми у відповідному модулі (5 балів);</li> <li>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 (3 бали);</li> <li>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)</li> </ul>
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> <ul style="list-style-type: none"> <li>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 проекту, 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);</li> <li>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</li> </ul>

	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 (max 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 на індивідуальних консультаціях;

– 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.

### 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 набрали 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 завершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– 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».</li> </ul> <p>Для варіанту екзамену:</p>	

	<p>– 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:</p> <p><math>\{PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60I, \text{ якщо } I &lt; 60 PO=O+I2, \text{ якщо } I \geq 60I, \text{ якщо } I &lt; 60</math></p>
Порядок проходження екзамену	<p>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 href="http://Polytechnic(metinvest.university)">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a>)</p>

### Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки

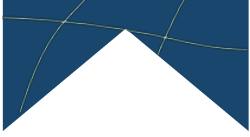
Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	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 самосійтно 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 \(metinvest.university\)](#).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Іванченко Ф.К. та ін. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: навч. посібник. К.: 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 Vladimir B. Ginzburg. 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.



10Тубольцев Л., Пригунова А., Нарівський А., Петренко В. Концепція сталого розвитку металургії України. Стан, досвід, перспективи, 2022. 364 с.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** у вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і 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 та повідомлення у MS Teams 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.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)