

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«Перспективи розвитку металургії та
позадоменне отримання заліза»**

Затверджено на засіданні кафедри
металургії і організації виробництва
Протокол № 1 від «01» вересня 2025 р.

Запоріжжя 2025



УКЛАДАЧІ:

- 1 РЕКОВ Юрій, кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії та організації виробництва.
- 2 МАМЕШИН Валерій, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри металургії та організації виробництва.
- 3 ЯГОЛЬНИК Максим, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри металургії та організації виробництва.

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Аглодоменне виробництво»

Юрій РЕКОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Едуард Грибков

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Перспективи розвитку металургії та позадоменне отримання заліза – є одним з базових курсів підготовки металургів, який дозволить Вам набути знання та отримати професійні компетенції пов'язані з сучасними та перспективними металургійними процесами прямого отримання первородного металу або рідкого вуглецевого напівпродукту з залізарудної сировини без застосування металургійного коксу.

Особливістю курсу є поєднання вивчення теорії механізму відновлення заліза за допомогою газоподібних та твердих відновників й відомостей про перспективні технології процесів твердофазного й рідкофазного відновлення заліза.

В рамках даного підходу курс інтегрує знання з основ металургійних технологій, металургійних агрегатів, підготовки металургійної сировини та металургії чавуну.

Отримані знання можуть бути корисними при виконанні випускної кваліфікаційної роботи та застосовані у подальшій професійній діяльності. За освітньою програмою «Аглодоменне виробництво» цей компонент є обов'язковим курсом, в іншому випадку – може бути елементом індивідуальної освітньої траєкторії.

Вимоги:


- наявність знань з хімії та фізики та професійні компетентності з фізичної хімії пірометалургійних процесів, теоретичних основи процесів металургії та основ металургійних технологій;
- навички використання пакету Microsoft Office для виконання елементарних розрахунків та побудови графіків залежності;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle.

Програмні результати навчання:

- Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.
- Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.
- Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження.
- Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- Обирати і застосовувати технологічні рішення щодо використання нетрадиційних видів енергії в аглодоменному виробництві.
- Обирати, оцінювати, проєктувати та реалізовувати сучасні та перспективні технології аглодоменного 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 практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від



студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.

– Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.

– Від студента потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».

– 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.

Мова освітнього процесу: українська (англійська - окремі джерела літератури).



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового і вибіркового компоненту освітньої програми «Аглодоменне виробництво»

Змістовний модуль 1. Теоретичні основи безкоксого отримання заліза

Тема 1. Аналіз сучасного металургійного виробництва. Характеристика альтернативних процесів виробництва металів

Коротка характеристика сучасного металургійного виробництва, його основні переваги та недоліки. Причини виникнення альтернативних процесів виробництва чорних металів. Коротка історична довідка виникнення та розвитку альтернативних процесів виробництва металів. Класифікація процесів безкоксогої металургії. Загальна характеристика продукції.

Тема 2. Підготовка палива, відновників і руди в безкоксівій металургії

Залізородна сировина та її підготовка до плавки. Підготовка палива та відновників для процесів безкоксогої металургії.

Тема 3. Теоретичні основи твердофазного відновлення чорних металів

Основні реакції твердофазного відновлення. Схеми твердофазного відновлення заліза газами та твердим вуглецем. Схеми протікання процесів відновлення заліза. Особливості відновлення заліза монооксидом вуглецю, воднем та твердим вуглецем. Характеристика продукції, що отримується.

Тема 4. Теоретичні основи рідкофазного відновлення чорних металів

Основні реакції рідкофазного відновлення. Схеми рідкофазного відновлення заліза газами. Схеми протікання процесів відновлення заліза. Відновлення заліза монооксидом вуглецю, воднем та твердим вуглецем.

Змістовний модуль 2. Промислові схеми безкоксого отримання заліза

Тема 5. Промислові схеми процесів твердофазного відновлення заліза

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 6. Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення заліза

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

Тема 7. Електролітичне отримання заліза

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

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Варіант вивчення дисципліни як обов'язкової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи безкоксого отримання заліза						
1	Тема 1. Аналіз сучасного металургійного виробництва. Характеристика альтернативних процесів виробництва металів.	15	2			13
2	Тема 2. Підготовка палива, відновників і руди в безкоксівій металургії.	15	2	4		9
3	Тема 3. Теоретичні основи твердофазного відновлення чорних металів.	15	2	4		9
4	Тема 4. Теоретичні основи рідкофазного відновлення чорних металів.	15	2	4		9
Змістовий модуль 2. Промислові схеми безкоксого отримання заліза.						
5	Тема 5. Промислові схеми процесів твердофазного відновлення заліза.	13	4	4		5
6	Тема 6. Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення заліза.	13	2			11
7	Тема 7. Електролітичне отримання заліза	4	2			2
Усього годин		90	16	16		58

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

Варіант вивчення дисципліни як вибіркової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи безкоксого отримання заліза						
1	Тема 1. Аналіз сучасного металургійного виробництва. Характеристика альтернативних процесів виробництва металів.	10	4			6
2	Тема 2. Підготовка палива, відновників і руди в безкоксівій металургії.	20	4	6		10
3	Тема 3. Теоретичні основи твердофазного відновлення чорних металів.	30	6	8		16
4	Тема 4. Теоретичні основи рідкофазного відновлення чорних металів.	30	6	8		16

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 2. Промислові схеми безкоксого отримання заліза.						
5	Тема 5. Промислові схеми процесів твердофазного відновлення заліза.	25	4	8		13
6	Тема 6. Промислові схеми процесів рідкофазного відновлення заліза.	25	2			23
7	Тема 7. Електролітичне отримання заліза	10	4			6
Усього годин		150	30	30		90

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	Всього
Види контр. точок									
Робота на практичних заняттях		5	5	5		5	5	5	30
Складання індивідуальних завдань				15				15	30
Модульні контрольні роботи				20				20	40
Всього			50			50			100

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Виконання практичних робіт	Практичні роботи виконуються безпосередньо на занятті, що є бажаним, однак не обов'язковим; матеріали для виконання практичної роботи доступні в записі, які зберігаються в Microsoft Teams, та викладені в повному обсязі в Moodle. Оцінка за практичну роботу виставляється за фактом виконання та враховуючи правильність розрахунків. Якщо студент виконав роботу з помилками, то він має можливість допрацювати свої розрахунки та підвищити оцінки.
Виконання та захист індивідуального завдання	Індивідуальні завдання це підготовані самостійно студентом повідомлення на одну з запропонованих тем та оформлені як реферат. Перелік тем повідомляється на початку змістовного модуля. Кожен студент на свій розсуд обирає тему, одну тему може обрати один студент. Обсяг індивідуальної роботи має складати не менше 10 сторінок комп'ютерного тексту. Виконане індивідуальне завдання містить титульну сторінку, зміст, перелік використаних літературних джерел. Індивідуальна робота має бути надруковано шрифтом Arial 14 розміру з інтервалом 1,5. Оформлення роботи проводиться відповідно до ДСТУ 3008:2015. Мінімальна оцінка за підготовку індивідуального завдання 5 балів; ще 10 балів студент отримує за виступ на семінарському занятті. Під час виступу оцінюється рівень підготовки, глибина розглянутої теми, логічність побудови розповіді, відповіді на питання, які можуть бути задані.
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі. 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. Проте всі студенти знаходяться в рівних умовах: однакова кількість спроб (одна) та однаковий час (1 година 25 хвилин). МКР містить тестові завдання з множинного вибору з однією вірною відповіддю.

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 \(metinvest.university\)](#));

– 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

Форма підсумкового контролю курсу «Перспективи розвитку металургії та позадоменне отримання заліза» як обов'язкового компоненту - іспит. Складання іспиту є обов'язковим.

Умовою допуску до іспиту є досягнення здобувачем освіти рівня поточної успішності щонайменше 35 балів до моменту початку екзаменаційної сесії. В разі, якщо здобувач не досяг даного рівня оцінки поточної успішності, він має отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях, до завершення екзаменаційної сесії та скласти іспит. Якщо до моменту завершення екзаменаційної сесії рівень допуску до іспиту не досягнуто, здобувач освіти може отримати такий допуск і скласти іспит під час встановленого терміну ліквідації академічної заборгованості.

При складанні іспиту, 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:

$$\begin{cases} PO = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$$

Здобувач освіти вважається таким, що не має академічної заборгованості з дисципліни, що завершується іспитом, якщо підсумкова оцінка дорівнює 60 балам та вище.

Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 50 тестових завдань множинного вибору з однією або декількома вірними відповіддю (по 2 бали). 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

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	Відмінно	Залік

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
		готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом		
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		

4.4 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, (наприклад, Steeluniversity або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то

- 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих онлайн-курсів 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. Іващенко В. П., Величко О. Г., Терещенко В. С. Безкоксова металургія. Дніпропетровськ : РВА "Дніпро-VAL", 2002. 338 с.
2. Turkary R. H, Turkary V. R. Modern Iron Making Handbook. Mercury Learning & Information, 2017. 492 p.
3. Sarangi A., Sarangi B. Alternative routes to iron making. 2nd Ed. Delhi PHI Learning Private Limited, 2016. 327 p.
4. Губін Г. В., Півень В. О. Сучасні промислові способи безкоксової металургії заліза. Кривий Ріг, 2009. 328 с.
5. Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ : РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. 454 с.

Додаткові

1. Перспективи розвитку металургії та позадоменне отримання заліза : методичні вказівки до виконання практичних робіт та індивідуальних завдань / уклад.: В. С. Мамешин, Ю. В. Реков, М. В. Ягольник. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 20 с. URL: <https://dspace.mipolytech.education/handle/mip/877>
2. Чупринов Є., Коренко М., Кассім Д., Реков Ю., Ляхова І., Малій Х. Аналіз шляхів підвищення конкурентоспроможності українських металургійних підприємств на прикладі ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ». Частина 1. Аглодоменне виробництво. *National University. Technical Sciences*. 2024. № 339(4). С. 436-441. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-339-4-65>
3. Chatterjee A. Hot Metal Production by Smelting Reduction of Iron Oxide. Delhi PHI Learning Private Limited, 2014 280 p.

Web-ресурси

1. Midrex : веб-сайт. URL: <https://www.midrex.com/> (дата звернення: 20.08.2025).
2. Primetals Technologies : веб-сайт. URL: <https://www.primetals.com/> (дата звернення: 20.08.2025).
3. SteelUniversity : World Steel Association AISBL : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 20.08.2025).
4. ProfBook : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metalurgiya> (дата звернення: 20.08.2025).
5. World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 20.08.2025).
6. Державна науково-технічна бібліотека України : веб-сайт. URL: <https://dntb.gov.ua/> (дата звернення: 20.08.2025).
7. Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 20.08.2025).
8. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: www.nbuv.gov.ua (дата звернення: 20.08.2025).
9. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 20.08.2025).
10. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2025).
11. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2025).



12. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 20.08.2025).

13. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничометалургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 20.08.2025).

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; 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)