

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

**«Моделювання технологічних процесів  
агломераційного виробництва»**

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

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

- 1 Ягольник Максим Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри металургії та організації виробництва

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми  
«Аглодоменне виробництво»

Юрій РЕКОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри

Едуард ГРИБКОВ

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Опис курсу.** Даний курс є – вибірковим курсом металургійної підготовки, який дозволить Вам зрозуміти і професійно використовувати технічну термінологію, досліджувати, аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в аглодомному виробництві, а також застосовувати на практиці методи моделювання та оптимізації металургійних систем відповідно до конкретних умов металургійного виробництва. Особливістю курсу є розгляд металургії як сфери планування і проведення необхідних експериментів, за рахунок створення моделей відповідних процесів та їх подальшої оптимізації. В рамках даного підходу курс інтегрує знання з фізичного та математичного моделювання і експериментальної та теоретичної оптимізації процесів.

Цей освітній компонент є вибірковим курсом і може бути елементом індивідуальної освітньої траєкторії.

### **Вимоги:**

- наявність знань з математики, фізики. Загальні основи математичної статистики тощо;
- 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:**

- розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків;
- аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження;
- пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології;
- застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії;
- забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами;
- обирати, оцінювати, проєктувати та реалізовувати сучасні та перспективні технології аглодомного 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, та інша технічна інформація).



## 2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

*Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркового компоненту*

### **Змістовий модуль 1. Моделювання та оптимізація процесів агломераційного виробництва.**

#### **Тема 1. Загальна характеристика моделювання та оптимізації технологічних процесів.**

Вступ. Виникнення та розвиток методів моделювання. Загальні відомості про моделювання. Види моделювання. Концептуальне моделювання. Матеріальне (фізичне) моделювання. Математичне моделювання технологічних процесів. Визначення і класифікація засобів математичного моделювання. Виникнення та розвиток методів оптимізації. Оптимізація технологічних систем. Визначення і класифікація засобів оптимізації.

#### **Тема 2. Особливості моделювання процесів окусування сировини.**

Принципи моделювання процесів виробництва окусованої залізорудної сировини. Агломераційний процес – об'єкт моделювання та оптимізації. Класифікація чинників і параметрів складних систем. Схеми впливу чинників на параметри процесу. Особливості моделювання процесів виробництва залізорудних окатишів.

#### **Тема 3. Оптимізація процесів окусування сировини.**

Можливості застосування засобів оптимізації до процесів окусування. Застосування експериментальних методів оптимізації при окусованні сировини. Теоретичні та експериментальні методи оптимізації агломераційного процесу. Можливості застосування методів оптимізації в технології виробництва залізорудних окатишів.

### **Змістовий модуль 2. Моделювання та оптимізація доменного процесу.**

#### **Тема 4. Особливості моделювання доменного процесу.**

Принцип моделювання доменного процесу. Доменний процес – об'єкт моделювання та оптимізації. Класифікація чинників і параметрів складних систем. Схеми впливу чинників на параметри процесу. Теореми та критерії фізичного моделювання доменного процесу. Аналогове моделювання. Детерміновані моделі доменного процесу. Принципи і приклади їх створення. Стохастичне моделювання. Види стохастичного моделювання і можливості його застосування у доменному процесі.

#### **Тема 5. Оптимізація доменного процесу.**

Можливості застосування засобів оптимізації до доменного процесу, як об'єкта моделювання. Експериментальні методи оптимізації. Оптимізація технологічних процесів методом Бокса-Уилсона. Оптимізація процесів методом Гауса-Зейделя. Послідовний симплексний метод (ПСМ) і його модифікації, їх позитивні якості та недоліки. Методи випадкового перебору всіх можливих значень з подальшою оцінкою результатів з використанням узагальненого параметра. Теоретичні методи оптимізації (лінійне програмування). Основи теоретичних методів оптимізації. Лінійне програмування. Геометричний метод пошуку оптимуму. Оптимізація процесу з допомогою симплекс-метода. Основи нелінійного програмування та можливості його застосування в технології виплавки чавуну.

### 3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

#### *Варіант вивчення дисципліни як вибіркової*

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<b>Змістовий модуль 1. Моделювання та оптимізація процесів агломераційного виробництва.</b>						
1.	Загальна характеристика моделювання та оптимізації технологічних процесів.	30	5	6		19
2.	Особливості моделювання процесів окускування сировини.	30	4	8		18
3.	Оптимізація процесів окускування сировини.	30	2	6		22
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання та оптимізація доменного процесу.</b>						
4.	Особливості моделювання доменного процесу.	30	4	8		18
5.	Оптимізація доменного процесу.	30	2	6		22
<b>Усього годин</b>		<b>150</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>99</b>

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


## 4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### 4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Всього	
Види контр. точок																			
Робота на практичних заняттях			6			6			6				6				6		30
Складання індивідуальних завдань									15								15		30
Модульні контрольні роботи									20								20		40
Всього	53								47								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**

Модульні контрольні роботи складаються на практичних заняттях за розкладом, графік складання контрольних точок (надання та захисту індивідуальних завдань) повідомляється викладачем на початку викладання освітнього компонента, однак вони мають бути захищені не пізніше, як за один тиждень до закінчення семестру (теоретичного навчання).

*Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркової*

Формою семестрового контролю є залік. Основний принцип заліку – зарахування результатів поточної успішності в якості оцінювання підсумку рівня досягнення програмних результатів навчання і сформованості компетентностей без проведення окремої випробування відповідних знань, умінь та навичок.

Дисципліна, що завершується заліком, вважається успішно складеною, а здобувач освіти – таким, що не має заборгованості з цієї дисципліни, якщо до моменту завершення екзаменаційної сесії він набрав мінімум 60 (максимум – 100) балів.

За загальним правилом підсумкова оцінка з дисципліни (ПО), що завершується заліком, виставляється в один з нижченаведених варіантів:

– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покржити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;

– в разі, якщо ані протягом поточного контролю, ані під час екзаменаційної сесії здобувачу освіти не вдалося отримати 60 балів, то у позасесійний час, відведений під ліквідацію академічної заборгованості, отримати/покржити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; в разі неуспішності складання дисципліни у термін, призначений для ліквідації академічної заборгованості, здобувач освіти вважається таким, що має академічну заборгованість з цієї дисципліни;

– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав більше 60 балів, однак незадоволений власним результатом, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покржити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; у випадку неуспішності спроб такого покращення в підсумок йде оцінка, отримана за результатами поточного контролю, у випадку успішності – краща оцінка.


– в разі, якщо здобувач вищої освіти отримує із дисциплін, що завершуються заліком, 60 балів і вище, йому виставляється оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».

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	
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		

#### 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 \(metinvest.university\)](https://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 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 \(metinvest.university\)](https://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 \(metinvest.university\)](https://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 \(metinvest.university\)](https://polytechnic.metinvest.university).

## 5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

### Базові


1. Моделювання та оптимізація систем : підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов. Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. 804 с.
2. Панченко С. В., Медиченко М. П., Лисечко В. П. Методи оптимізації та моделювання : навч. посібник. Харків : УкрДАЗТ, 2015. Ч.1. 128 с.
3. Моделювання та оптимальні металургійні системи : навчальний посібник / В. Б. Охотський та ін. Київ : ІЗМН, 1998. 156 с.
4. Кравченко І. В., Микитенко В. І., Тимчик Г. С. Комп'ютерне моделювання: системи і процеси : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 215 с.
5. Алієв І. С., Грудкіна Н. С., Малій Х. В., Таган Л. В. Моделювання та розробка процесів точного об'ємного штампування видавлюванням : монографія. Краматорськ : ДДМА, 2021. 208 с.
6. Левченко В. М., Алієва Л. І., Малій Х. В. Методи обчислювальної математики в обробці металів тиском : посібник для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія» денної та заочної форм навчання. Краматорськ : ДДМА, 2020. 257 с.
7. Матвійчук В. А., Веселовська Н. Р., Шаргородський С. А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2021. 193 с.

### Додаткові

1. Bhagat R. P. Agglomeration of Iron Ores. 1st Edition. Boca Raton : CRC Press, 2019. 438 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/547777>.
2. Kieush L., Boyko M., Koveria A., Yaholnyk M., Poliakova N. Production of iron ore pellets by utilization of sunflower husks. Acta Metallurgica Slovaca, 2021. № 27(4). С. 167-171.
3. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи процесів (за фахом)». Розділ 1 «Теоретичні основи металургійних процесів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 136 - «Металургія» освітньо-професійної програми «Металургія чорних металів» / уклад.: Г. Ю. Крячко. Кам'янське : ДДТУ, 2019. 68 с.

### Web-ресурси

1. SteelUniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 15.09.2024).
2. ProfBook : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metalurgiya> (дата звернення: 15.09.2024).
3. World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 15.09.2024).
4. Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 16.09.2024).
5. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua) (дата звернення: 16.09.2024).

- 
6. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 16.09.2024).
  7. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 16.09.2024).
  8. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 16.09.2024).
  9. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 16.09.2024).
  10. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 16.09.2024).

## 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)