

ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ У ЗБАГАЧЕННІ КОРИСНИХ КОПАЛИН

ОПИС КУРСУ

При збагаченні корисних копалин виконуються розрахунки основних якісно-кількісних показників збагачення, які характеризують ефективність всього процесу. Розрахунки виконують з метою: визначення очікуваних результатів збагачення за відомими сепараційними характеристиками розділових апаратів та характеристикою розподілу частинок за вмістом корисних копалин; визначення результатів роботи устаткування збагачувальних фабрик, ділянок, секцій та ефективність роботи самої фабрики.

Необхідно враховувати, що процес збагачення корисних копалин являється енергоємним і будь-яка зміна режиму роботи устаткування, або цілої ділянки може призвести до значних матеріальних витрат. А тому, хоча розрахунки, які виконуються в першому випадку і дають приблизний результат, але вони дозволяють дуже близько підійти до бажаного результату і лишень виконання декількох експериментів дозволить знайти найбільш раціональний режим роботи устаткування, або конструктивні розміри машини.

Розрахунки у другому випадку виконуються завжди та регулярно на основі експрес-аналізів продуктів збагачення для визначення ефективності роботи устаткування, ділянки, секції за контрольний проміжок часу (зміну, добу, тиждень та т. д.). До цих обчислень відносять і розрахунки якісно-кількісної або водно-шламової схеми збагачення, які виконуються на основі генерального опробування секції, фабрики.

Дисципліна є обов'язковою для вивчення бакалаврами ОПП «Збагачення корисних копалин». Враховуючі специфічний фокус на збагачення корисних копалин, дисципліна не рекомендується як елемент індивідуальної освітньої траєкторії для інших освітніх програм. Отримані знання будуть використані в професійній діяльності гірника збагачувальника при роботі в технологічній службі збагачувальної фабрики, проектуванні, удосконаленню та плануванні розвитку технологій переробки корисних копалин, науково-технічних організаціях.

ВИМОГИ

- базова підготовка на рівні бакалавра з вищої математики, фізики, хімії, теоретичної та прикладної механіки;
- знання фізико-механічних та технологічних властивостей мінералів, гірських порід, основ зі збагачення корисних копалин, принципів технологічного розрахунку устаткування для підготовки корисних до збагачення;
- загальні уявлення про основні процеси збагачення корисних копалин;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

ЛЕВЧЕНКО Костянтин

kostiantyn.levchenko@mipolytech.education
кандидат технічних наук, доцент, фахівець в
сфері збагачення корисних копалин



mip metinvest
polytechnic

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість
кредитів

5,0

Назва кафедри,
яка пропонує
дисципліну

Гірничої справи

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- здійснювати системний аналіз гірничих систем і технологій;
- приймати рішення з професійних питань у важкопрогнозованих особливо небезпечних умовах з урахуванням цілей, строків, ресурсних та законодавчих обмежень, екологічних та етичних аспектів;
- розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств;
- знати та застосовувати правила і норми технічної експлуатації систем і технологій гірництва;
- застосовувати розрахункові методи для визначення технологічних показників, таких як вміст корисних компонентів, виходи продукту, ефективність процесу, вилучення цінного компоненту у продукти;
- визначати ефективність використання систем і технологій гірництва за техніко-економічними критеріями;
- застосовувати розрахункові методи для визначення технологічних показників, таких як вміст корисних компонентів, виходи продукту, ефективність процесу, вилучення цінного компоненту у продукт;
- застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах;
- впроваджувати технологічні схеми збагачення корисних копалин, включаючи вибір та розміщення різних типів устаткування, розрахунок масштабів технологічних процесів та оптимізацію послідовності операцій.

ТЕМАТИКА

Основні показники збагачення корисних копалин. Рівняння балансу при збагаченні корисних копалин. Необхідна і достатня кількість початкових даних для розрахунку операцій, схем збагачення. Часткові та загальні показники збагачення, їх взаємозв'язок. Розділові ознаки, які використовують при збагаченні корисних копалин. Зв'язок між вмістом корисного компоненту в частинці та розділовою ознакою. Поняття "зросток", види зростків. Функція розподілу зростків. Представлення функції в диференціальному (частковому) та інтегральному (сумарному) вигляді, їх взаємозв'язок. Сепараційна характеристика збагачувальних апаратів та її основні елементи. Ідеальна сепараційна характеристика. Сепараційні характеристики апаратів для виділення концентрату та відходів. Визначення інтегральних показників бінарного розділення. Перетворення функцій розподілу зростків апаратом для збагачення. Поняття "розкриття". Основні числові характеристики розкриття. Показники розкриття. Визначення показників розкриття. Аналітичний розрахунок показників розкриття. Двомірний характер функції розподілу зростків. Зв'язок вихідних показників бінарного розділення. Експериментальне одержання сепараційних характеристик розділових апаратів. Аналітичне одержання сепараційних характеристик. Види з'єднання розділових апаратів. Сепараційні характеристики при паралельному та послідовному з'єднанні апаратів. Загальні закономірності сполучення розділових апаратів. Сепараційна характеристика схем збагачення. Сепараційна характеристика операції змішування. Сепараційна характеристика схем збагачення, що має циркуляційні зв'язки. Багатомірне розділення. Необхідна і достатня кількість початкових даних для розрахунку багатомірних операцій розділення. Схеми із циркуляційними зв'язками. Розрахунок схем із циркуляцією. Ітераційний метод розрахунку. Кількісні співвідношення в двофазних середовищах. Методика розрахунку технологічних водошламових схем. Граничні показники збагачення. Вплив узгодженості характеристики сировини та сепаратора при створенні блоків розділення мінеральної сировини. Розрахунок замкнутого циклу подрібнення. Замкнутий цикл подрібнення з гідроциклоном. Визначення структури збагачувальної технології. Критерій розділення сепараційних процесів. Стадіальне виділення концентрату і відходів. Принципи складання технології збагачення.

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.
- 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.
- Семінари і практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; 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.

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	
Робота на практичних заняттях	3		3	3	3			3		3	3	3			24
Складання індивідуальних завдань						18							18		36
Модульні контрольні роботи							20							20	40
Всього	50							50							100

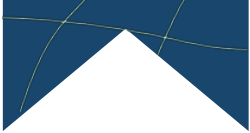
Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	<p>Оцінка за роботу на практичному (семінарському) занятті виставляється за правильно вирішену практичну задачу, яка у вигляді файлу *.docx/doc, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle. Вона може бути одержана безпосередньо на практичному занятті, або в термін, що надається для вирішення задачі та оцінюється викладачем. Оцінка може бути оскаржена одразу ж, або на наступному занятті.</p> <p>Максимальна кількість балів – 3 (три):</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент надав вірний порядок розв'язання у письмовому вигляді, перетворення та виведення формул логічно вірно, при розрахунку формул отримана правильна відповідь, розмірності відповідають фізичним величинам, або графічна побудова та отриманий результат відповідає умовам задачі (3 бали);

	<ul style="list-style-type: none"> – надано порядок розв’язання у письмовому вигляді, порядок розв’язання є логічно вірним, однак кінцевий результат є невірним (2 бали); – надано порядок розв’язання у письмовому вигляді, однак у логіці розв’язання, отримання чисельних результатах є помилки (1 бал); – не надано порядку розв’язання у письмовому вигляді, або надано порядок розв’язання, однак сам порядок і відповідь є невірними в усіх логічних діях із розв’язання задачі(0 балів).
Виконання індивідуального завдання	<p>Індивідуальне завдання може бути у вигляді відкритого питання на яке необхідно надати есе, або розрахункового завдання. есе у вигляді файлу Підготовлене індивідуальне завдання у вигляді файлу *.docx/doc, 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>Максимальна кількість балів – 18 (вісімнадцять):</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент виконав індивідуальне завдання та надав вірний порядок розв’язання у письмовому вигляді, перетворення та виведення формул логічно вірне, при розрахунку формул отримана правильна відповідь, розмірності відповідають фізичним величинам, або графічна побудова та отриманий результат відповідає умовам завдання (100% від оцінки); – індивідуальне завдання вирішене в основному вірно, але допущена незначна помилка, або без відповідних пояснення (80...99% від оцінки); – індивідуальне завдання вирішене в загальному вигляді, або містить грубу помилку в розрахунках, графічних побудовах, тощо або ж відсутня пряма відповідь на питання (60...79% від оцінки); – індивідуальне завдання вирішувалося, але допущена груба помилка у виведенні, перетворенні формулі або її використанні (40...59% від оцінки); – індивідуальне завдання вирішувалося, але в підсумку наведені лише самі загальні формули та міркування, або допущені грубі помилки у використанні формул (1...39% від оцінки); – індивідуальне завдання не вирішувалося (0 балів).
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження за часом виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота може включати блок тестових завдань з матеріалу модуля, або теоретичні запитання (max 20 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

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.

Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Іспит, який включає блок тестових завдань та задач з матеріалу модуля.	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	Якщо сума оцінок за поточний контроль 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 завершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	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: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 40 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 1 балу) та 4 задачі, які передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків (по 15 балів). Екзамен оцінює ступінь володіння економічною термінологією та розуміння теоретичних підходів до опису та пояснення економічних фактів, процесів та механізмів за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 1 спроба. 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
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

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	Задовільно
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	
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
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 (дисципліни «Основні процеси збагачення корисних копалин», «Допоміжні процеси збагачення корисних копалин» або подібні), 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 хотів би самостійно вивчити певні курси щодо технологічних розрахунків у збагаченні корисних копалин (наприклад, Coursera, UdeMy або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів) або набув певні знання чи вміння під час внутрішньої національної чи міжнародної мобільності, 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; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Младецький І. К, Пілов П. І. Технологічні розрахунки показників збагачення корисних копалин : навч. посібник. Дніпропетровськ : НГУ, 2005. 156 с.
2. Синтез технологій збагачення корисних копалин : навчальний посібник / І. К. Младецький та ін. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. 137 с. URL: <https://dSPACE.mipolytech.education/handle/mip/593>

3. Младецький І. К., Пілов П. І., Левченко К. А., Куваєв Я. Г. Випробування і контроль процесів збагачення корисних копалин : навчальний посібник. Дніпро : Журфонд, 2019. 204 с. URL: https://zkk.nmu.org.ua/ua/naukova_dijalnist/nashi_vydannia/vyprobuvannya.pdf

4. Младецький І. К., Пілов П. І., Левченко К. А., Дрешпак О. С. Теорія сепараційних процесів : навчальний посібник / М-во освіти і науки України, ТОВ «Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Дніпро : Журфонд, 2024. 204 с.

5. Пілов П. І. Проектування збагачувальних фабрик залізних руд : навч. посіб. Дніпро : Пороги, 2021. 239 с.

АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** 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 із 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.

– Використання ШІ не заборонене, разом з тим, воно має здійснюватися відповідально і з урахуванням «живих» політик щодо використання ШІ в Університеті: студент відповідає за повноту, вірогідність інформації, яка була згенерована/знайдена з використанням великих мовних моделей, здатний ідентифікувати у відповіді, яка частина інформації отримана з використанням технологій ШІ, а що є його власним здобутком/позицією.

– 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)