



# КОЛЬОРОВА МЕТАЛУРГІЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредити/135 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к. т. н., доцент, Бірюкович Ліна Олегівна, <a href="mailto:linabiruk@ukr.net">linabiruk@ukr.net</a>, 0501979102</i> Лабораторні: <i>ст. викладач, Руденький Сергій Олексійович, <a href="mailto:ruserq@ukr.net">ruserq@ukr.net</a>, 0955705585</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/u/1/c/MjMzMdc5NDMxODU0">https://classroom.google.com/u/1/c/MjMzMdc5NDMxODU0</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Відкриття людиною металів стало першою технічною революцією в людській цивілізації і призвело до суттєвих змін у її розвитку. І з тих часів потреба людства в металах, які є основою як старих, так і нових матеріалів, на властивості яких впливає технологія їх отримання та обробки, зростає із кожним роком. Металургія кольорових металів – це не тільки галузь промисловості, це також фундаментальна наука, яка дозволяє людству завдяки розробці нових технологій залучати до отримання металів, сплавів та виробів із них нові сировинні джерела.*

*Вивчатись в дисципліні будуть основні принципи та методи кольорової металургії, як галузі виробництва, метали та їх класифікація, основні металургійні процеси, докладно розглядатимуться технології отримання з руд кольорових металів, які є основними представниками груп промислової класифікації – важких (мідь, цинк, нікель), легких (алюміній, магній, титан), самородних (золото), рідкісних (вольфрам, молибден, ніобій, тантал), починаючи від властивостей металів і рудної сировини і закінчуючи областями застосування чистих металів та сплавів на їх основі.*

*Набуті знання типових технологій виробництва та обробки матеріалів і виробів з них дозволять використовувати їх для аналізу процесів створення матеріалів та виробів з них.*

120 годин обсягу дисципліни “Кольорова металургія” включають 44 годин лекційних занять, 18 годин лабораторних занять і 58 годин СРС.

**Метою** дисципліни є підсилення формування у студентів фахових компетентностей спеціальності таких як:

- Здатність визначати умови отримання порошків із заданими властивостями у дисперсному та нанодисперсному стані з металів, сплавів та тугоплавких сполук
- Здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання виробів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів

**Предмет** навчальної дисципліни “Кольорова металургія” – фізико-хімічні та технологічні умови отримання кольорових металів.

**Програмні результати навчання:**

- Уміти поєднувати теорію і практику для розв’язування завдань матеріалознавства
- Уміти застосовувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі
- Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування
- Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність в їх останніх досягненнях.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни “Кольорова металургія”:

- Фізика
- Хімія
- Фізична хімія.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Кольорова металургія» необхідні для поглибленого вивчення таких нормативних дисциплін, як:

- Фізико-хімічні основи отримання порошків металів, сплавів та сполук
- Основи теорії процесів консолідації порошкових та наноструктурованих матеріалів
- Корозія та захист металів.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Вступ. Організація очного/дистанційного навчання.**

**Розділ 1. Загальні питання металургії кольорових металів.**

Тема 1.1. Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.

Тема 1.2. Основні процеси в технології кольорових металів.

**Розділ 2. Металургія важких металів.**

Тема 2.1. Металургія міді

Тема 2.2. Металургія нікелю.

Тема 2.3. Металургія свинцю.

Тема 2.4. Металургія цинку.

**Розділ 3. Металургія легких металів.**

Тема 3.1. Металургія алюмінію.

Тема 3.2. Металургія титану.

## Бірюкович Л. О. Кольорова металургія

Тема 3.3. Металургія магнію.

### Розділ 4. Металургія благородних металів.

Тема 4.1. Металургія золота.

### Розділ 5. Металургія рідкісних металів.

Тема 5.1. Металургія вольфраму.

Тема 5.2. Металургія молібдену.

Тема 5.3. Металургія ніобію і танталу.

Тема 5.4. Металургія рідкісноземельних металів.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базові:

1. Бірюкович Л. О. Кольорова металургія [Електронний ресурс]: презентації лекцій / Л. О. Бірюкович. – Електронні дані. – Київ, 2021. – Режим доступу: <https://classroom.google.com/u/1/w/MjMzMdc5NDMxODU0/tc/MjMzMdc5NDMxODU0>.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Кольорові метали та сплави” для студентів усіх форм навчання спеціальності 132 “Матеріалознавство” [Електронний ресурс] / уклад. : Л. О. Бірюкович. – Київ : НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017. – 54 с. – Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19008/1/%d0%9c%d0%92\\_%d0%9a%d0%be%d0%bb%d1%8c%d0%be%d1%80%d0%be%d0%b2%d1%96\\_%d0%bc%d0%b5%d1%82%d0%b0%d0%bb%d0%b8\\_%d1%82%d0%b0\\_%d1%81%d0%bf%d0%bb%d0%b0%d0%b2%d0%b8.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19008/1/%d0%9c%d0%92_%d0%9a%d0%be%d0%bb%d1%8c%d0%be%d1%80%d0%be%d0%b2%d1%96_%d0%bc%d0%b5%d1%82%d0%b0%d0%bb%d0%b8_%d1%82%d0%b0_%d1%81%d0%bf%d0%bb%d0%b0%d0%b2%d0%b8.pdf).
3. Металургія кольорових металів [Електронний ресурс] : підручник / В. І. Пожуєв, В. І. Іващенко, І. Ф. Червоний, В. П. Грицай ; під ред. докт. техн. наук, професора Червоного І. Ф. – Ч. 1. – Запоріжжя : ЗДІА, 2007. – 351 с. – Режим доступу : [http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Chervonii\\_P1\\_2008\\_351.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Chervonii_P1_2008_351.pdf).
4. Теоретичні основи процесів кольорової металургії [Текст] : підручник / Ігнат'єв В. С., Пожуєв В. І., Бредихін В. М. [та ін.] : за ред. д. т. н., професора Червоного І. Ф. ; Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя : ЗДІА, 2012. – 200 с.
- 5.

### Додаткові:

1. Уткин Н. И. Цветная металлургия (технология отрасли) / Н. И. Уткин. – Москва : Металлургия, 1990. – 448 с.
2. Краткая химическая энциклопедия : в 5 томах / отв. ред. И. Л. Кнунянц. – Москва : Советская энциклопедия, 1963.
3. Металлургия меди, никеля, кобальта / В. И. Смирнов, А. А. Цейдлер, И. Ф. Худяков, А. Н. Тихонов. – Москва : Металлургия, 1966. – 404 с.
4. Троицкий И. А. Металлургия алюминия / И. А. Троицкий, В. А. Железнов. – Москва : Металлургия, 1977. – 392 с.
5. Коган Б. И. Редкие металлы. Прошлое, настоящее, будущее / Б. И. Коган. – Москва : Наука, 1978. – 347 с.

Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет. Додаткові навчальні матеріали надаються для ознайомлення і глибшого розуміння предмету вивчення дисципліни.

Навчальний контент

**5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

**5.1. Лекційні заняття**

**Розділ 1. Загальні питання металургії кольорових металів.**

**Тема 1.1. Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.**

**Заняття 1.** Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.

Предмет і зміст курсу “Кольорова металургія”. Задачі курсу, специфіка його вивчення і зв’язок з природничими та технічними дисциплінами. Роль кольорових металів у розвитку енергетики, аерокосмічної техніки, транспорту, радіоелектроніки тощо. Визначення металургії кольорових металів, як області науки та галузі промисловості. Класифікація кольорових металів, їх загальні властивості. Руди і концентрати кольорових металів, їх класифікація, вторинна сировина для одержання кольорових металів. Металургійне паливо, його класифікація і основні властивості.

**Заняття 2. Продовження.** Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.

Предмет і зміст курсу “Кольорова металургія”. Задачі курсу, специфіка його вивчення і зв’язок з природничими та технічними дисциплінами. Роль кольорових металів у розвитку енергетики, аерокосмічної техніки, транспорту, радіоелектроніки тощо. Визначення металургії кольорових металів, як області науки та галузі промисловості. Класифікація кольорових металів, їх загальні властивості. Руди і концентрати кольорових металів, їх класифікація, вторинна сировина для одержання кольорових металів. Металургійне паливо, його класифікація і основні властивості.

**Тема 1.2. Основні процеси в технології кольорових металів.**

**Заняття 3.** Основні процеси в технології кольорових металів.

Визначення металургійного процесу, його операції і прийоми. Класифікація і коротка характеристика основних піро- та гідрометалургійних процесів. Продукти металургійного виробництва. Процеси розкриття і збагачення руд. Підготовчі операції. Заключні операції. Основні процеси збагачення, їх класифікації та коротка характеристика. Продукти збагачення. Спеціальні методи збагачення.

**Заняття 4. Продовження.** Основні процеси в технології кольорових металів.

Визначення металургійного процесу, його операції і прийоми. Класифікація і коротка характеристика основних піро- та гідрометалургійних процесів. Продукти металургійного виробництва. Процеси розкриття і збагачення руд. Підготовчі операції. Заключні операції. Основні процеси збагачення, їх класифікації та коротка характеристика. Продукти збагачення. Спеціальні методи збагачення.

**Заняття 5. Тематична контрольна робота №1 (30 хв.) Загальні питання металургії кольорових металів.**

**Розділ 2. Металургія важких металів.**

**Тема 2.1. Металургія міді**

Металургія міді.

*Загальні відомості про мідь, властивості міді та її застосування. Характеристика сировини для одержання міді, збагачення мідних руд методом флотації, механізм флотації і апаратурна схема методу флотації. Окисний впал сульфідної сировини, його механізм. Суть методу відпалювання в киплячому шарі та схема його механізму. Плавка на штейн у відбивних печах, продукти методу відбивної плавки. Плавка на штейн в шахтних печах. Конвертування мідних штейнів і його механізм. Вогневе рафінування міді та електролітичне рафінування міді. Сплави міді, латуні двохкомпонентні і багатоконпонентні, бронзи олов'яні, безолов'яні, міднонікелеві сплави.*

**Заняття 6. Продовження. Металургія міді.**

*Загальні відомості про мідь, властивості міді та її застосування. Характеристика сировини для одержання міді, збагачення мідних руд методом флотації, механізм флотації і апаратурна схема методу флотації. Окисний впал сульфідної сировини, його механізм. Суть методу відпалювання в киплячому шарі та схема його механізму. Плавка на штейн у відбивних печах, продукти методу відбивної плавки. Плавка на штейн в шахтних печах. Конвертування мідних штейнів і його механізм. Вогневе рафінування міді та електролітичне рафінування міді. Сплави міді, латуні двохкомпонентні і багатоконпонентні, бронзи олов'яні, безолов'яні, міднонікелеві сплави.*

**Тема 2.2. Металургія нікелю.**

**Заняття 7. Металургія нікелю.**

*Властивості нікелю і його застосування. Сировина для одержання нікелю, сучасний стан виробництва нікелю. Одержання вогневого нікелю із окисних руд. Плавка та штейн, шахтна плавка, її основні процеси і механізм. Конвертування нікелевих штейнів, переробка нікелевого файнштейна на вогневий нікель, механізм окисного відпалювання файнштейна. Відновна електроплавка оксиду нікелю і її основні операції. Одержання нікелю ізсульфідно-нікелевих руд. Руднотермічна плавка, особливості механізму руднотермічної плавки. Конвертування мідно-нікелевих штейнів, розділення міді і нікелю флотаційним і карбонільним методами. Електролітичне рафінування нікелю, умови рафінування, роль борної кислоти, як буферної добавки електроліту. Роль катодних діафрагм, очищення аноліту від заліза, міді і кобальту. Сплави нікелю з хромом /ніхром/ і з міддю /гюнель/, їх застосування.*

**Заняття 8. Продовження. Металургія нікелю.**

*Властивості нікелю і його застосування. Сировина для одержання нікелю, сучасний стан виробництва нікелю. Одержання вогневого нікелю із окисних руд. Плавка та штейн, шахтна плавка, її основні процеси і механізм. Конвертування нікелевих штейнів, переробка нікелевого файнштейна на вогневий нікель, механізм окисного відпалювання файнштейна. Відновна електроплавка оксиду нікелю і її основні операції. Одержання нікелю ізсульфідно-нікелевих руд. Руднотермічна плавка, особливості механізму руднотермічної плавки. Конвертування мідно-нікелевих штейнів, розділення міді і нікелю флотаційним і карбонільним методами. Електролітичне рафінування нікелю, умови рафінування, роль борної кислоти, як буферної добавки електроліту. Роль катодних діафрагм, очищення аноліту від заліза, міді і кобальту. Сплави нікелю з хромом /ніхром/ і з міддю /гюнель/, їх застосування.*

**Тема 2.3. Металургія свинцю.**

**Заняття 9. Металургія свинцю.**

Властивості свинцю і його застосування. Три методи виплавки свинцю з сульфідних концентратів. Особливості підготовки шихти до шахтної плавки. Пірометалургійне рафінування чорного свинцю. Якісне рафінування свинцю. Електролітичне рафінування. Баббіти – антифрикційні сплави свинцю.

**Тема 2.4. Металургія цинку.**

**Заняття 10. Металургія цинку.**

Властивості цинку та його сплави. Сировина для отримання цинку та способи його переробки. Відпал цинкових концентратів. Вилуговування відпалених цинкових концентратів. Електролітичне осадження цинку з розчину.

**Розділ 3. Металургія легких металів.**

**Тема 3.1. Металургія алюмінію.**

**Заняття 11. Тематична контрольна робота №2 (30 хв.). Металургія важких металів.**

Металургія алюмінію.

Роль алюмінію у суспільному виробництві. Фізичні і фізико-хімічні властивості алюмінію, його електрохімічна особливість. Хімічні властивості алюмінію. Сировина для одержання алюмінію і способи її переробки, технологічна схема переробки алюмінієвих руд. Виробництво глинозему за способом Байера і способом спікання. Одержання алюмінію електролізом криоліто-глиноземних розплавів. Рафінування алюмінію. Застосування алюмінію, алюмінієві сплави, деформовані алюмінієві сплави, зміцнені і незміцнені алюмінієві сплави, литі алюмінієві сплави, їх застосування.

**Заняття 12. Продовження. Металургія алюмінію.**

Роль алюмінію у суспільному виробництві. Фізичні і фізико-хімічні властивості алюмінію, його електрохімічна особливість. Хімічні властивості алюмінію. Сировина для одержання алюмінію і способи її переробки, технологічна схема переробки алюмінієвих руд. Виробництво глинозему за способом Байера і способом спікання. Одержання алюмінію електролізом криоліто-глиноземних розплавів. Рафінування алюмінію. Застосування алюмінію, алюмінієві сплави, деформовані алюмінієві сплави, зміцнені і незміцнені алюмінієві сплави, литі алюмінієві сплави, їх застосування.

**Заняття 13. Металургія магнію.**

Особливості магнію та його значення у суспільному виробництві, фізико-хімічні, хімічні і фізичні властивості магнію, його застосування. Сировина для одержання магнію і способи її переробки, пірометалургійна підготовка вихідної сировини. Отримання безводного хлориду магнію, варіанти хлорування магнієвмісних матеріалів. Електролітичне отримання магнію. Термічні методи отримання магнію: металотермічний, карбо- та вуглетермічний, сілікотермічний спосіб. Рафінування магнію.

**Заняття 14. Металургія титану.**

*Особливості титану та його значення у суспільному виробництві, фізико-хімічні, хімічні і фізичні властивості титану, його застосування. Сировина для одержання титану і способи її переробки, пірометалургійна підготовка вихідної сировини, відновна плавка і її особливості. Виробництво тетрахлориду титану, варіанти хлорування титановмісних матеріалів, очищення тетрахлориду титану ректифікацією. Металотермічне відновлення титану: магнійтермічний і натрійтермічні способи, відновлення діоксиду титану кальцієм і гідридодом кальцію. Рафінування титану, йодидне рафінування. Виробництво компактного титану плавкою титану і способом порошкової металургії. Сплави титану і їх застосування.*

**Заняття 15. Продовження. Металургія титану.**

*Особливості титану та його значення у суспільному виробництві, фізико-хімічні, хімічні і фізичні властивості титану, його застосування. Сировина для одержання титану і способи її переробки, пірометалургійна підготовка вихідної сировини, відновна плавка і її особливості. Виробництво тетрахлориду титану, варіанти хлорування титановмісних матеріалів, очищення тетрахлориду титану ректифікацією. Металотермічне відновлення титану: магнійтермічний і натрійтермічні способи, відновлення діоксиду титану кальцієм і гідридодом кальцію. Рафінування титану, йодидне рафінування. Виробництво компактного титану плавкою титану і способом порошкової металургії. Сплави титану і їх застосування.*

**Розділ 4. Металургія благородних металів.**

**Тема 4.1. Металургія золота.**

**Заняття 16. Металургія золота.**

*Загальні відомості про благородні метали. Властивості золота, сировина для одержання золота і способи її переробки - гравітаційне збагачення, амальгамний метод і метод ціанування. Осадження золота із ціаністих розчинів. Афінаж благородних металів, сплави золота і їх застосування.*

**Заняття 17. Тематична контрольна робота №3 (30 хв.) Металургія легких металів.**

**Заняття 18.**

**Розділ 5. Металургія рідкісних металів.**

**Тема 5.1. Металургія вольфраму.**

*Металургія вольфраму.*

*Загальні відомості про рідкісні метали. Загальні відомості про вольфрам, його властивості і застосування. Сировина для одержання вольфраму і методи її переробки. Основні стадії переробки вольфрамових концентратів. Переробка розчинів вольфрамату натрію на вольфрамовий ангідрид, технологічні схеми переробки. Виробництво вольфрамового порошку, компактування порошка вольфраму.*

**Заняття 19. Продовження. Металургія вольфраму.**

*Загальні відомості про рідкісні метали. Загальні відомості про вольфрам, його властивості і застосування. Сировина для одержання вольфраму і методи її переробки. Основні стадії переробки вольфрамових концентратів. Переробка розчинів вольфрамату натрію на вольфрамовий ангідрид, технологічні схеми переробки. Виробництво вольфрамового порошку, компактування порошка вольфраму.*

### **Тема 5.2. Металургія молібдену.**

#### **Заняття 20. Металургія молібдену.**

Загальні відомості про молібден, властивості молібдену і його застосування. Сировина для одержання молібдену і способи його переробки, окислювальний відпал молібденових концентратів. Виробництво чистого триоксиду молібдену методом сублимації і гідрометалургійним методом. Виробництво металевого молібдену, апаратурне оформлення процесу відновлення  $MoO_3$ . Виробництво компактного ковного молібдену методом порошкової металургії і плавкою в електродугових печах.

### **Тема 5.3. Металургія ніобію і танталу.**

#### **Заняття 21. Металургія ніобію і танталу.**

Загальні відомості про тантал і ніобій, галузі застосування: електровакуумна техніка і електротехніка, хімічне машинобудування, виробництво жароміцних і твердих сплавів. Мінерали, руди і рудні концентрати для одержання танталу і ніобію. Способи переробки тантало-ніобієвих концентратів, переробка танталіта-колумбіта методом сплавлення з їдким натрієм, розкладенням плавиковою кислотою. Розділення танталу і ніобію методом дробної кристалізації та іншими методами. Металотермічні способи одержання порошків танталу і ніобію /натрійтермічним методом/, електролізом, відновленням хлоридів. Виробництво компактних ковких тантала і ніобія методом порошкової металургії і плавкою в дузі і в електронному промені, регенерація металевих відходів танталу і ніобію.

#### **Заняття 22. Продовження. Металургія ніобію і танталу.**

Загальні відомості про тантал і ніобій, галузі застосування: електровакуумна техніка і електротехніка, хімічне машинобудування, виробництво жароміцних і твердих сплавів. Мінерали, руди і рудні концентрати для одержання танталу і ніобію. Способи переробки тантало-ніобієвих концентратів, переробка танталіта-колумбіта методом сплавлення з їдким натрієм, розкладенням плавиковою кислотою. Розділення танталу і ніобію методом дробної кристалізації та іншими методами. Металотермічні способи одержання порошків танталу і ніобію /натрійтермічним методом/, електролізом, відновленням хлоридів. Виробництво компактних ковких тантала і ніобія методом порошкової металургії і плавкою в дузі і в електронному промені, регенерація металевих відходів танталу і ніобію.

#### **Заняття 23. Залік**

### **5.2. Лабораторні заняття**

**Заняття 1.** Вступ. Організація очного/дистанційного навчання. Проведення лекційних і лабораторних занять. Вимоги до протоколу лабораторних робіт. Рейтингова система оцінювання.

**Заняття 2. Лабораторна робота №1.** Окисний відпал сіркових сполук металів.

**Заняття 3. Лабораторна робота №1.** Окисний відпал сіркових сполук металів.

**Заняття 4. Лабораторна робота №2.** Отримання металів відновленням їх оксидів.

**Заняття 5. Лабораторна робота №2.** Отримання металів відновленням їх оксидів.

**Заняття 6. Лабораторна робота №3.** Отримання металів методом цементації.

**Заняття 7. Лабораторна робота №3.** Отримання металів методом цементації.



**Заняття 8. Лабораторна робота №4.** *Визначення жаростійкості тугоплавких металів і їх сполук.*

**Заняття 9. Лабораторна робота №4.** *Визначення жаростійкості тугоплавких металів і їх сполук.*

#### **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

Самостійна робота студента (58 годин.) складається з:

- підготовки до лекцій – 24 год;
- підготовки до лабораторних робіт, яка полягає у написанні протоколу – 16 год;
- підготовки до тематичних контрольних робіт – 12 год, по 4 год на кожну ТКР;
- підготовки до заліку – 6 год.

### **Політика та контроль**

#### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### **Правила відвідування занять.**

Відвідування лекційних занять є бажаним, хоча і не обов'язковим. Відвідування лекційних занять дозволить студентам не тільки опанувати теоретичні знання беспосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції, побачити зразки мінералів руд кольорових металів.

Відвідування практичних занять є обов'язковим.

##### **Правила поведінки на заняттях.**

На усіх заняттях, лекційних і лабораторних, вітається відключення звукових сигналів телефонів.

Під час проведення лабораторних робіт у очному режимі в лабораторії №022-9 корпусі студенти повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки.

Умовою допуску до виконання лабораторної роботи є наявність у студента написаного протоколу.

За дистанційної форми навчання студенти отримують індивідуальний доступ до завдання для лабораторної роботи у GoogleClassRoom“ Кольорова металургія”, куди ж завантажують оформлений протокол роботи для перевірки не пізніше тижня після виконання роботи. Перевірка здійснюється викладачем упродовж наступного тижня.

Перескладання тематичних контрольних робіт проводиться за взаємною домовленістю студентів і викладача.

Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ “КПІ ім. ІгоряСікорського” відповідно до графіку перескладань оприлюдненому на сайті ІМЗ ім. Є. О. Патона.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### 8.1. Види контролю:

- Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота розбита на 3 тематичні контрольні роботи (ТКР);
- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- Семестровий контроль: залік

Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Семестрова оцінка формується як середня із суми оцінок за усі види робіт, що виконуються упродовж семестру:

$$O_{\text{семестр}} = \frac{\sum_{1-4} O_{\text{ЛР}} + \sum_{1-3} O_{\text{ТР}}}{7}$$

### 8.2. Критерії нарахування балів.

#### Лабораторні роботи.

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати протокол, який складається із:

- номера;
- назви;
- мети;
- теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення;
- порядок виконання.

За дистанційної форми навчання напередодні заняття студенти завантажують написаний відруки протокол до GoogleClassRoom для перевірки. На занятті студенти допускаються до тестів з теорії лабораторної роботи. Після чого викладач проводить презентацію online для ознайомлення студентів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи студенти отримують доступ до результатів дослідження. Упродовж тижня студенти оформляють протокол лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і завантажують на перевірку до GoogleClassRoom.

За очної і дистанційної форми навчання кожна виконана і оформлена лабораторна робота оцінюється максимально у 100 балів за такими критеріями:

- підготовлений до лабораторної роботи протокол у відповідності до вимог – 10 балів;
- знання теорії лабораторної роботи – 30 балів;
- виконання лабораторної роботи, проведення розрахунків за результатами дослідження та їх обговорення – 50 балів;
- оформлення результатів відповідно до вимог і захист – 10 балів.

Штрафні бали призначаються за:

- відсутність протоколу – 10 балів;
- протокол, що не відповідає вимогам – 5 балів;
- несамостійна робота на лабораторному занятті – 5 балів.

#### Тематичні контрольні роботи.

**Тематична контрольна робота №1 «Загальні питання металургії кольорових металів».** На проведення роботи відводиться 1 академічна година. Студенти за очної форми навчання отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток А).

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у GoogleClassRoom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки.

Позитивна оцінка за ТКР №1 складає 60–100 балів.

**Тематична контрольна робота №2 «Металургія важких металів».** На проведення і перевірку роботи відводиться 1 академічна година. Студенти за очної форми навчання отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток Б).

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у GoogleClassRoom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки.

Позитивна оцінка за ТКР №2 складає 60–100 балів.

**Тематична контрольна робота №3 «Металургія легких металів».** На проведення і перевірку роботи відводиться 1 академічна година. Студенти за очної форми навчання отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток В).

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у GoogleClassRoom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки.

Позитивна оцінка за ТКР №3 складає 60–100 балів.

#### Календарний контроль.

Календарний контроль (КК) проводиться на 7-8 та 14-15 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно оформити і захистити ЛР №1 щонайменше на 50 балів і отримати мінімум 50 балів за ТКР №1. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно отримати мінімум по 50 балів за лабораторні роботи №2 і №3 та по 50 балів за ТКР №2.

Таблиця графіку проведення занять:

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	КК 1	9
Заняття	Вступ		ЛР 1		ЛР 1		ЛР 2		$0,1*50+0,15*50 = 12,5$ балів	ЛР2
Max-min балів			50-100		50-100		50-100			50-100

Продовження таблиці графіку проведення занять:

Тижні	10	11	12	13	14	15	КК 2	16	17	18
Заняття		ЛР 3		ЛР 3		ЛР 4	$0,15*(50+50+50) = 22,5$ балів		ЛР 4	Залік
Max-min балів		50-100		50-100		50-100			50-100	60-100

#### Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт та ТКР.

## *Бірюкович Л. О. Кольорова металургія*

*Студенти, середня оцінка яких за завдання, що виконувались упродовж семестру склала не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.*

*Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

*За очної форми навчання залікова контрольна робота проводиться письмово. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.*

*Залікова контрольна робота складається із 5 питань, відповідно по одному питанню із кожного розділу.*

*За дистанційної форми навчання ЗКР представляє собою тестові завдання у GoogleForm, що знаходяться у дистанційному класі. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.*

*Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів.*

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- студенти можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом, к. т. н., доцентом, Бірюкович Ліною Олегівною

**Ухвалено** кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 21 від 08 липня 22 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р.)

**Питання для тематичної контрольної роботи № 1  
з розділу «Загальні питання металургії кольорових металів»**

1. *Класифікація руд в залежності від присутніх металовмісних компонентів.*
2. *Класифікація руд за кількістю присутніх компонентів.*
3. *Металургія як галузь промисловості і область науки.*
4. *Основна кінцева мета металургійного виробництва та прийоми, за допомогою яких вона реалізується.*
5. *На які дві великі групи поділяються метали? Дати визначення.*
6. *Які процеси відносяться до пірометалургійним?*
7. *Які процеси відносяться до гідрометалургійним?*
8. *Види відпалів.*
9. *Види рудних плавок.*
10. *Види рафінувальних плавок.*
11. *Види гідрометалургійних процесів.*
12. *Шлаки рудних і руднотермічних плавок.*
13. *Класифікація металургійних газів.*
14. *Основні продукти процесів збагачення.*
15. *Дати визначення процесу збагачення і перелічити основні види.*
16. *З яких операцій складається процес збагачення?*
17. *Дати визначення процесу збагачення і перелічити основні види.*
18. *Класифікація металургійних пилів.*

**Питання для тематичної контрольної роботи №2  
з розділу «Металургія важких металів»**

1. *Цинк, його властивості, застосування, сировина та способи отримання цинку.*
2. *Відпал цинкових концентратів.*
3. *Вилуговування відпалених цинкових концентратів.*
4. *Електролітичне осадження цинку з цинкових розчинів.*
5. *Свинець, його властивості, застосування, сировина та способи отримання свинцю.*
6. *Підготовка шихти для шахтної плавки свинцевого агломерату.*
7. *Шахтна плавка свинцевого агломерату.*
8. *Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення міді, телуру, миш'яку, сурми та олова.*
9. *Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення срібла, цинку, якісне рафінування.*
10. *Способи рафінування чорного свинцю. Гідрометалургійний метод рафінування свинцю.*
11. *Нікель, його властивості, застосування, сировина та способи отримання нікелю.*
12. *Сучасний стан металургії нікелю з окислених та сульфідних руд.*
13. *Відновно-сульфідуюча плавка окислених нікелевих руд.*
14. *Конвертування нікелевих штейнів відновно-сульфідуючої плавки окислених нікелевих руд.*
15. *Переробка нікелевих файнштейнів отриманих з окислених нікелевих руд на вогняний нікель.*
16. *Руднотермічна плавка сульфідних мідно-нікелевих руд.*
17. *Методи розділення нікелю та міді мідно-нікелевих файнштейнів. Отримання чорного нікелю з багатих нікелевих концентратів.*
18. *Електролітичне рафінування нікелю.*
19. *Мідь, її властивості, застосування, сировина та способи отримання міді.*
20. *Способи збагачення сульфідних мідних руд. Окислювальний відпал мідних концентратів у киплячому шарі.*
21. *Шахтна плавка мідних концентратів.*
22. *Плавка у відбивних та електричних печах сирих мідних концентратів.*
23. *Плавка у відбивних та електричних печах відпалених мідних концентратів.*
24. *Конвертування мідних штейнів.*
25. *Рафінування чорної міді.*
26. *Цинк, його властивості, застосування, сировина та способи отримання цинку.*
27. *Відпал цинкових концентратів.*
28. *Вилуговування відпалених цинкових концентратів.*
29. *Електролітичне осадження цинку з цинкових розчинів.*
30. *Свинець, його властивості, застосування, сировина та способи отримання свинцю.*
31. *Підготовка шихти для шахтної плавки свинцевого агломерату.*
32. *Шахтна плавка свинцевого агломерату.*
33. *Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення міді, телуру, миш'яку, сурми та олова.*
34. *Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення срібла, цинку, якісне рафінування.*
35. *Способи рафінування чорного свинцю. Гідрометалургійний метод рафінування свинцю.*
36. *Нікель, його властивості, застосування, сировина та способи отримання нікелю.*

- 37. Сучасний стан металургії нікелю з окислених та сульфідних руд.*
- 38. Відновно-сульфідуюча плавка окислених нікелевих руд.*
- 39. Конвертування нікелевих штейнів відновно-сульфідуючої плавки окислених нікелевих руд.*
- 40. Переробка нікелевих файнштейнів отриманих з окислених нікелевих руд на вогняний нікель.*
- 41. Руднотермічна плавка сульфідних мідно-нікелевих руд.*
- 42. Методи розділення нікелю та міді мідно-нікелевих файнштейнів. Отримання чорного нікелю з багатих нікелевих концентратів.*
- 43. Електролітичне рафінування нікелю.*
- 44. Мідь, її властивості, застосування, сировина та способи отримання міді.*
- 45. Способи збагачення сульфідних мідних руд. Окислювальний відпал мідних концентратів у киплячому шарі.*
- 46. Шахтна плавка мідних концентратів.*
- 47. Плавка у відбивних та електричних печах сирих мідних концентратів.*
- 48. Плавка у відбивних та електричних печах відпалених мідних концентратів.*
- 49. Конвертування мідних штейнів.*
- 50. Рафінування чорної міді.*

**Питання для тематичної контрольної роботи №3  
з розділу «Металургія легких металів»**

1. *Алюміній, його властивості та застосування. Сировина для отримання алюмінію та способи її переробки.*
2. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом Байєра.*
3. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом спікання.*
4. *Електроліз криоліт-глиноземного розплаву.*
5. *Рафінування алюмінію.*
6. *Магній, його властивості та застосування. Сировина для отримання магнію та способи її переробки.*
7. *Отримання безводного хлориду мангія.*
8. *Електролітичне отримання магнію.*
9. *Термічні способи отримання магнію.*
10. *Рафінування магнію.*
11. *Титан, його властивості та застосування. Сировина для отримання титану та способи її переробки.*
12. *Виробництво тетрахлориду титана.*
13. *Металотермічне відновлення титану.*
14. *Відновлення діоксиду титану.*
15. *Рафінування титану.*
16. *Алюміній, його властивості та застосування. Сировина для отримання алюмінію та способи її переробки.*
17. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом Байєра.*
18. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом спікання.*
19. *Електроліз криоліт-глиноземного розплаву.*
20. *Рафінування алюмінію.*
21. *Магній, його властивості та застосування. Сировина для отримання магнію та способи її переробки.*
22. *Отримання безводного хлориду мангія.*
23. *Електролітичне отримання магнію.*
24. *Термічні способи отримання магнію.*
25. *Рафінування магнію.*
26. *Титан, його властивості та застосування. Сировина для отримання титану та способи її переробки.*
27. *Виробництво тетрахлориду титана.*
28. *Металотермічне відновлення титану.*
29. *Відновлення діоксиду титану.*
30. *Рафінування титану.*
31. *Алюміній, його властивості та застосування. Сировина для отримання алюмінію та способи її переробки.*
32. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом Байєра.*
33. *Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом спікання.*
34. *Електроліз криоліт-глиноземного розплаву.*
35. *Рафінування алюмінію.*



- 36. Магній, його властивості та застосування. Сировина для отримання магнію та способи її переробки.*
- 37. Отримання безводного хлориду мангня.*
- 38. Електролітичне отримання магнію.*
- 39. Термічні способи отримання магнію.*
- 40. Рафінування магнію.*
- 41. Титан, його властивості та застосування. Сировина для отримання титану та способи її переробки.*
- 42. Виробництво тетрахлориду титана.*
- 43. Металотермічне відновлення титану.*
- 44. Відновлення діоксиду титану.*
- 45. Рафінування титану.*