



# КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ ТА СПЛАВИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізитивна 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 прискорена</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.*

135 годин обсягу дисципліни “Кольорові метали та сплави” включають 45годин лекційних занять, 18 годин лабораторних занять і 72 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 “Кольорові метали та сплави” – 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 “Кольорові метали та сплави”:

- Фізика
- Хімія
- Фізична хімія.

Знання, що студент отримує під час вивчення дисципліни «Кольорові метали та сплави» необхідні для поглибленого вивчення таких нормативних дисциплін, як:

- Фізико-хімічні основи отримання порошків металів, сплавів та сполук
- Теорія процесів консолідації порошкових та композиційних матеріалів
- Теорія та технологія синтезу дисперсних наноматеріалів
- 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.

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. Кольорові метали та сплави [Електронний ресурс] : презентації лекцій / Л. О. Бірюкович. –Електронні данні. – 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. Уткин Н. И. Цветная металлургия (технология отрасли) / Н. И. Уткин. – Москва : Металлургия, 1990. – 448 с.
4. Зеликман А. Н. Металлургия редких металлов / А. Н. Зеликман, О. Б. Крейн, Г. В. Самсонов. – Москва : Металлургия, 1964. – 568 с.

**Додаткові:**

5. Краткая химическая энциклопедия : в 5 томах / отв. ред. И. Л. Кнунянц. – Москва : Советская энциклопедия, 1963.
6. Металлургия меди, никеля, кобальта / В. И. Смирнов, А. А. Цейдлер, И. Ф. Худяков, А. Н. Тихонов. – Москва : Металлургия, 1966. – 404 с.
7. Троицкий И. А. Металлургия алюминия / И. А. Троицкий, В. А. Железнов. – Москва : Металлургия, 1977. – 392 с.
8. 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 “Кольорові метали та сплави”. 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 “Кольорові метали та сплави”. 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 хв1 год.) 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,

## **Бірюкович Л. О. Кольорові метали та сплав**

*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 оксидних 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 оксидних 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.**



## **Бірюкович Л. О. Кольорові метали та сплав**

*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 (1год.). 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, сілкотермічний 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.*

## **Бірюкович Л. О. Кольорові метали та сплав**

*Виробництво тетрахлориду титану, варіанти хлорування титановмісних матеріалів, очищення тетрахлориду титану ректифікацією. Металотермічне відновлення титану: магнійтермічний і натрійтермічні способи, відновлення діоксиду титану кальцієм і гідридом 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 гідридом 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 (1год.) 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 сублімації 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 (72 годин.) складається з:*

- *підготовки до лекцій – 38 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 опанувувати теоретичні знання непосредно 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 "Кольорові метали та сплави", 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. Ігоря Сікорського" 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);*

## Бірюкович Л. О. Кольорові метали та сплав

- *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
- *Семестровий контроль: залік*

*Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Коефіцієнти вагомості наведено у формулі*

$$O_{\text{семестр}} = 0,15 \sum O_{\text{ПР}} + 0,1 O_{\text{ТКР1}} + 0,15 O_{\text{ТКР2}} + 0,15 O_{\text{ТКР3}}.$$

### **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 визначання 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 досліджу. У продовж 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 досліджу 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.*

*Ваговий коефіцієнт оцінювання результатів виконання лабораторних робіт складає 0,15.*

#### **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).*

## Бірюкович Л. О. Кольорові метали та сплав

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

Максимально ТКР №1 оцінюється у 100 балів із ваговим коефіцієнтом 0,1.

**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.

Максимально ТКР №1 оцінюється у 100 балів із ваговим коефіцієнтом 0,15.

**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.

Максимально ТКР №3 оцінюється у 100 балів із ваговим коефіцієнтом 0,15.

### 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
Мах-мін 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
Мах-мін балів		50-100		50-100		50-100			50-100	60-100

### Залік.

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

Мінімальним позитивним є рейтинг, що складоє не менше 60 балів, відповідно:

Лабораторні роботи – 36 бали (кожна ЛР щонайменше оцінюється у 9 балів);

ТКР №1 – 6 бали;

ТКР №2 – 9 балів;

ТКР №3 – 9 балів.

Студенти, що набрали упродовж семестру 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:

Кількість балів	Оцінка
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

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.

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 № \_\_ від \_\_\_\_\_ 21 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2021 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 мангню.*
- 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.*