



# КОЛЬОРОВЕ ЛИТВО

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський) рівень</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, другий семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів ЕСКТС, 180 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен / 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	<i>Лектор: д.т.н., професор Могилатенко Володимир Геннадійович, <a href="mailto:mvg@iff.kpi.ua">mvg@iff.kpi.ua</a>, +38(066)-717-23-26 Лабораторні: асистент Кивгило Богдан Володимирович, <a href="mailto:mvg@iff.kpi.ua">mvg@iff.kpi.ua</a>, +38(068)- 533-41-77</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://foundry.kpi.ua/courses/kolorove-lytvo/">https://foundry.kpi.ua/courses/kolorove-lytvo/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Кольорове литво» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки ОПП другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 136 – Металургія галузі знань - 13 Механічна інженерія, кваліфікації «Магістр металургії».

Кольорові метали і сплави використовують у найсучасніших галузях техніки, починаючи з мікроелектроніки і закінчуючи великими різними машинобудівними підприємствами для виробництва суден, літаків, зброї тощо. Кольорові метали і їх сплави є одними з головних конструкційних матеріалів що працюють в особливо важких умовах експлуатації литва (підвищені та сильно знижені температури, агресивні газові та рідинні середовища, великі навантаження, знакозмінні навантаження тощо). Змінюючи рецептуру сплавів та технологію їх одержання, можна впливати на їх властивості у потрібному напрямку і в дуже широких межах. У світі розробляються все нові сплави з новими властивостями і можливостями, розширюється номенклатура виробів з них. Тому розширення технологічної підготовки в галузі ливарного виробництва тугоплавких кольорових металів і сплавів зі спеціальними властивостями дозволить майбутнім фахівцям приймати активну участь у наукових розробках у рамках міжнародних і вітчизняних проектів, пов'язаних з передовими технологіями у конкурентоспроможних галузях промисловості.

Фахівець з кольорових металів і сплавів є незамінним на будь-якому машинобудівному підприємстві як в Україні, так і за кордоном. Властивості металів та сплавів, взагалі, і кольорових – зокрема, щільно пов'язані з технологічними параметрами плавки та обробки розплаву, швидкістю кристалізації, складом шлаку (флюсу), матеріалом ливарної форми та ін. Для з'ясування технологічних сторін виплавки сплавів необхідно знати властивості кольорових металів і сплавів і технологію одержання з них виливків.

Предметом навчальної дисципліни є властивості сплавів кольорових металів на основі міді та тугоплавких металів, технології їх плавки, обробки та лиття.

Студенти при вивченні дисципліни набувають знань з фізико-хімічних процесів плавки кольорових металів і сплавів; фізико-хімічних основ дегазації, модифікування і рафінування сплавів на основі кольорових металів; особливостей технології приготування і лиття різних марок сплавів.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних **компетентностей**:

- ФК 1 - Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей.
- ФК 6 - Здатність використовувати професійні знання для аналізу і керування процесами, що протікають в металургійних агрегатах.
- ФК 7 - Здатність обирати металургійне обладнання та технологію виробництва продукції заданої якості.
- ФК 8 - Здатність використовувати професійні знання для забезпечення якості та оптимізації технологічних процесів та продукції.

Знання отриманні під час вивчення дисципліни забезпечують додаткову інформацію до наступних **програмних результатів** навчання:

- ПР 5 - Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.
- ПР 6 - Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.
- ПР 11 - Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- ПР 15 - Розуміння фізико-хімічних основ легування, мікролегування, модифікування та рафінування, впливу хімічного складу на структуроутворення і експлуатаційні властивості чорних і кольорових металів і сплавів.
- ПР 19 - Розуміння властивостей новітніх конструкційних матеріалів та сучасних технологій виготовлення із них виробів.
- ПР 20 - Уміння, виходячи з прийнятої технології, визначити необхідні вимоги до конструкції виливка та вимоги до ливарних матеріалів.

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

Дисципліна «Кольорове литво» відноситься до циклу навчальних дисциплін для здобуття поглиблених знань зі спеціальності і базується на знаннях, уміннях та визначених навичках, одержаних студентами під час вивчення хімії, фізичної хімії, теоретичних основ ливарного виробництва, металознавства, технології ливарної форми, позапічного оброблення металів, виробництва виливків з кольорових металів.

Дисципліна забезпечує проходження переддипломної практики, дипломне проектування і продовження навчання на третьому рівні вищої освіти.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Ливарні кольорові сплави**

**Тема 1.1.** Вступ. Класифікація та позначення металів і кольорових сплавів

### **Розділ 2. Мідні сплави.**

**Тема 2.1.** Одержання міді. Вплив легувальних елементів на властивості міді.

**Тема 2.2.** Ливарні бронзи.

**Тема 2.3.** Ливарні латуні та сплави системи Cu-Ni.

**Тема 2.4.** Теорія та технологія виплавляння мідних сплавів.

**Тема 2.5.** Виплавляння та розливання сплавів на основі міді, виробництво фасонних виливків з мідних сплавів.

### **Розділ 3. Ливарні сплави на основі нікелю.**

**Тема 3.1.** Нікель його властивості та одержання, ливарні сплави на нікелевій основі.

**Тема 3.2.** Технологія виплавляння нікелевих сплавів і виробництво виливків.

### **Розділ 4. Сплави на основі кобальту.**

**Тема 4.1.** Одержання кобальту та його сплави.

## **Розділ 5. Ливарні сплави на основі титану.**

**Тема 5.1.** Титан його властивості та одержання ливарних сплавів на основі титану.

**Тема 5.2.** Теоретичні та технологічні основи плавки титанових сплавів та одержання виливків.

## **Розділ 6. Ливарні сплави на основі тугоплавких металів.**

**Тема 6.1.** Тугоплавкі метали їх властивості, одержання і сплави на їх основі.

## **Розділ 7. Уран та ливарні сплави на його основі.**

**Тема 7.1.** Уран його властивості, одержання і сплави на його основі.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### *Базова література:*

1. М.П.Волкотруб, Чернега Д.Ф., Могилатенко В.Г., Шаповалов В.О. Процеси спеціальної електрометалургії. – Київ.:Хімджест, 2014. – 284 с.

2. Могилатенко В.Г. та ін. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного лиття. Підручник для вищих навчальних закладів, протокол метод. ради НМетАУ, №9 від 26.09.2016. - В.О.Богуслаєв, С.І.Репях, Могилатенко В.Г., З.А.Івченко, М.О.Матвєєва, З.В.Леховіцер, Ю.С.Пройдак, В.Є.Хричиков. Під ред. С.І.Репяха та В.Г.Могилатенка. -2-е вид., доп. та доопр. - Запоріжжя:АТ "МОТОР СІЧ", 2016. - 474 с.

#### *Додаткова література:*

1. Калачев Б.А. и др. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1972.- 480 с.

2.Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. - М.: Машиностроение, 1970.- 496 с.

3.Ященко А.А. Цветное литье. - Л.: СЗПИ, 1978 -81 с.

4.Тимофеев Г.И. Физико-химические основы плавки. - Горький: ГПИ, 1982. -79с.

5. Воздвиженский В.М. и др. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1984. - 432 с.

6. Цветное литье: Справочник / Н.М.Галдин и др. - М.: Машиностроение, 1989. -528с.

7. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. - М.: Металлургия, 1986.-247с.

8. Чурсин В.М., Бидуля П.А. Технология цветного литья. - М.: Металлургия, 1967.-251 с.

9. Литейные бронзы / Под ред. К.П.Лебедева.- Л.: Машиностроение, 1973. -312 с.

10. Курдюмов А.В.и др. Литейное производство цветных и редких сплавов. - М.:Металлургия, 1972. - 496 с.

11. Емелевский Я. Литье цветных металлов. Перевод с польского. - М.:Высш. школа, 1977.-540с.

12. Цветное литье: Справочник / Н.М.Галдин и др. - М.: Машиностроение, 1989. -528с.

#### **Журнали:**

Сталь;

Известия вузов. Металлургия;

Литейное производство;

Процессы литья;

Проблемы специальной электрометаллургии.

#### **Інформаційні ресурси**

<http://techlib.org/books/cvetnoe-lite-spravochnik-galdin/>

<http://kcm.in.ua/color-molding/>

*Література є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та Методичному кабінеті кафедри ЛВ.*

*Додатково можна опрацьовувати літературу з інтернет джерел: <https://foundry.kpi.ua>, <https://www.twirpx.com>; <http://bookash.pro>; <http://techlib.org/lite>.*

Студенти можуть самостійно шукати матеріали за окремими питаннями курсу, що забезпечує розвиток здатності до пошукової та дослідницької діяльності, критичного аналізу інформації.

## Навчальний контент

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

Структуру курсу наведено за посиланням: <https://foundry.kpi.ua/courses/kolorove-lytvo/> , а розподіл годин між аудиторною і самостійною роботою наведено в табл. 1

Освоєння дисципліни «Кольорове литво» будується на різнобічному підході: теоретичному (лекції і самостійна робота з літературою), і практичному (практичні роботи, назви яких наведено у структурі курсу).

Викладання дисципліни побудовано таким чином, що наступний матеріал може бути засвоєний тільки після пророблення попереднього, у цих умовах успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалом лекцій і рекомендованою літературою.

Систематичному поглибленню та накопиченню нових знань та умінь сприяє і самостійна підготовка до лабораторних занять, що містить:

- вивчення теорії питання;
- освоєння розрахункового апарата.

Для більш ефективної комунікації викладача та студентів використовується електронна пошта, месенджер Viber, Telegram, папка зі спільним доступом на Google-диску, в якій розміщуються необхідні матеріали.

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота здійснюється протягом всього семестру в рамках годин відповідно до робочого навчального плану підготовки.

Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.

Підготовка до лабораторних робіт: ознайомлення з матеріалами лекцій стосовно тематики лабораторних робіт та освоєння необхідного розрахункового апарату.

Таблиця 1. – Розподіл годин між аудиторною і самостійною роботою

Назви змістовних модулів	Кількість годин				
	Всього	У тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Ливарні кольорові сплави	7	2	-		5
Розділ 2. Мідні сплави.	45	20	-	5	20
МКР	6		-	1	5
Розділ 3. Ливарні сплави на основі нікелю.	29	10	-	4	15
Розділ 4. Сплави на основі кобальту.	16	4	-	2	10
Розділ 5. Ливарні сплави на основі титану.	27	10	-	2	15
Розділ 6. Ливарні сплави на основі тугоплавких металів.	16	4	-	2	10
Розділ 7. Уран та ливарні сплави на його основі.	16	4	-	2	10
Екзамен	18		-		18
<b>ВСЬОГО</b>	<b>180</b>	<b>54</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>108</b>

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є вільним, відвідування всіх видів занять фіксується, але не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, який необхідний для поглиблення їх знань та виконання лабораторних занять.
- За відвідування лабораторних занять студенти не отримують бали: рейтинг студента формує активна участь на лабораторних заняттях й підготовленість до них, а також виконання завдань протягом заняття.
- Пропуск лабораторного заняття не дає можливості отримати студенту бали у семестровий рейтинг, проте кожен студент має право відпрацювати пропущені лише з поважної причини (лікарняний, офіційний дозвіл деканату) заняття за рахунок самостійної роботи під час консультацій, передбачених навчальним навантаженням викладача.
- Допуск до лабораторних робіт здійснюється коротким опитуванням за матеріалом роботи.
- Захист лабораторних робіт проводиться на наступному занятті (заповненні таблиці, наведені необхідні розрахунки, побудовані графічні залежності, сформульовані висновки за результатами).
- Політика дедлайнів та перескладань: захист лабораторних робіт – в процесі виконання наступної роботи, або на консультаціях; МКР переписують на консультаціях; залік, як форма підсумкового контролю, відбувається відповідно до розкладу залікової сесії, перескладання відповідно до графіку перескладань у додаткову сесію;
- політика щодо академічної доброчесності згідно:
  - Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>)
  - Положення про систему запобігання академічному плагиату ([https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen\\_pro\\_plagiat.pdf](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen_pro_plagiat.pdf))
- інші вимоги: Правила внутрішнього розпорядку в студентських гуртожитках НТУУ "КПІ" (<https://kpi.ua/admin-rule-hostel>) та нормативні документи Університету (<https://kpi.ua/web-document>): виконання вимог техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт; дотримання правил внутрішнього розпорядку.

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

Структура навчальної дисципліни

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	академічних годин	Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС	МКР	Семестрова атестація
2	6	180	54	-	18	108	1	екзамен

Рейтинг успішності здобувачів складається із двох частин семестрового рейтингу,  $R_C$ , та екзамену  $R_E$ .

Поточний контроль здобувачів відбувається на 6 та 12 тижні навчання.

На перший поточний контроль за виконання всіх вимог – не менше 15 балів

На другий поточний контроль за виконання всіх вимог – не менше 45 балів

Семестровий рейтинг успішності студента,  $R_C$ , формується як сума балів, нарахована студенту за роботу протягом семестру: за написання модульної контрольної роботи, за виконання 3-х лабораторних робіт.

Отже семестровий рейтинг з дисципліни  $R_C$ , розраховують за формулою:

$$R_C = MKP + \sum_{i=1}^3 LP - 1,2 \cdot k,$$

де МКР – бали за виконання модульної контрольної роботи;  
ЛР – сума балів за виконання лабораторних робіт;  
k – кількість лабораторних робіт, які захищені несвоєчасно; ваговий коефіцієнт дорівнює 1,2.

#### Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається із 2-х питань теоретичного характеру.

Кожне питання оцінюється 5-ма балами.

Критерії оцінювання:

- бездоганна відповідь з поясненнями – 5 балів;
- незначні неточності у відповіді, відсутність пояснень тощо – 4 бали;
- загальна схема відповіді наведена, але відсутні будь-які пояснення – 3 бал;
- відповідь відсутня або цілком помилкова – 0 балів.

Отже максимальна оцінка МКР складає 10 балів.

Лабораторні роботи. Студент самостійно (в рамках СРС) готується до виконання лабораторних робіт. Оцінка складається з оцінювання підготовки здобувача до роботи в рамках аудиторних годин і її виконання:

- бездоганно написаний зміст роботи із усіма необхідними рисунками, таблицями, формулами для розрахунків та задовільна підготовка до її виконання, наведено розрахунки і їх проаналізовано – 14-15 балів;

- незначні невідповідності (відсутній рисунок, таблиця тощо) або неточності у відповідях або розрахунках – 11-13 балів;

- протокол задовільний але студент тільки з допомогою викладача може виконувати роботу, а володіння лекційним матеріалом і розрахунковим апаратом задовільне – 9-10 балів.

- протокол відсутній або задовільний протокол але студент не готовий до виконання роботи, не володіє лекційним матеріалом і не володіє розрахунковим апаратом – 0 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу: Сума вагових балів контрольних заходів для студента, який зразково виконав їх (МКР та ЛР) і який не має пропусків занять без поважних причин максимально складає:

$$R_C = 10 + 3 \cdot 15 = 55 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала,  $R_C$ , з дисципліни складає 55 балів.

Необхідною умовою одержання оцінки є виконання та зарахування модульної контрольної і оформлених розрахунків з лабораторних робіт і стартовий ( $R_C$ ) рейтинг студента має бути не менше 60 % від максимального рейтингу  $R_C$ , тобто 33 балів.

За умови, коли стартовий рейтинг  $R_C < 33$  балів, студента не допускають до екзамену. Для складання екзамену студент повинен через виконання додаткових завдань набрати рейтинг  $\geq 33$  балів.

Екзамен складається із 3-х питань теоретичного характеру. Максимальна кількість балів – 45.

Критерії оцінювання за 1 питання:

- бездоганна відповідь з поясненнями 14-15 балів;
- незначні неточності у відповіді – 12-13 балів;
- відсутність повних пояснень – 11 балів;
- викладена загальна схема відповіді, але з поясненнями – 10 балів;
- загальна схема відповіді викладена, але без будь-яких пояснень – 9 балів;
- відповідь відсутня або помилкова – 0 балів.

Залежно від фактично набраного рейтингу успішність студента встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці.

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R_D = R_C + R_E = 55 + 45 = 100 \text{ балів}$$

Залежно від фактично набраного рейтингу оцінку студенту встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці.

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

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

Перелік питань, які виносяться на **МКР**:

1. Металева мідь та її властивості.
2. Вплив олова на структуру і властивості бінарної бронзи.
3. Багатокомпонентні олов'яні бронзи.
4. Вплив алюмінію на структуру і властивості бінарної бронзи.
5. Алюмінієві та інші безолов'яні бронзи.
6. Латуні, їх характеристика.
7. Виплавляння сплавів на основі міді.
8. Виробництво виливків із сплавів на основі міді.
9. Дегазація мідних сплавів.
10. Флюси для плавки мідних сплавів.
11. Спеціальні способи лиття мідних сплавів.
12. Одержання фасонних виливків з мідних сплавів.
13. Особливості формовки і заливання втулок з мідних сплавів.
14. Шихтові матеріали і їх підготовка до плавки мідних сплавів.
15. Покривні флюси при плавке мідних сплавів.
16. Взаємодія мідних сплавів з газами.
17. Розкиснення міді та мідних сплавів.
18. Печі для виплавки мідних сплавів.

Перелік питань, які виносяться на **екзамен**

1. Металева мідь та її властивості.
2. Вплив олова на структуру і властивості бінарної бронзи.
3. Багатокомпонентні олов'яні бронзи.
4. Вплив алюмінію на структуру і властивості бінарної бронзи.
5. Алюмінієві та інші безолов'яні бронзи.
6. Латуні, їх характеристика.
7. Виплавляння сплавів на основі міді.
8. Виробництво виливків із сплавів на основі міді.
9. Металевий нікель та його властивості.
10. Жаростійкі (окалиностійкі) нікель-хромові сплави.
11. Жароміцні нікель-хромові сплави.
12. Корозійностійкі нікелеві і нікель-мідні сплави.
13. Сплави з особливими фізичними властивостями.
14. Особливості технології виплавляння та виробництва виливків із сплавів на основі нікелю.
15. Одержання фасонних виливків з нікелевих сплавів.
16. Металевий кобальт, його властивості, сплави на основі кобальту.
17. Сплави на основі тугоплавких металів.
18. Металевий титан та його властивості.
19. Сплави на основі титану.
20. Особливості плавки титанових сплавів.
21. Одержання фасонних виливків з титанових сплавів.

22. Особливості технології форми для виробництва виливків із сплавів титану.
23. Тугоплавкі сплави на основі для виливків.
24. Тугоплавкі сплави на основі молібдену, хрому, вольфраму для виливків.
25. Особливості виплавлення сплавів на основі тугоплавких металів.
26. Одержання фасонних виливків зі сплавів на основі ванадію і ніобію.
27. Одержання фасонних виливків зі сплавів на основі молібдену, хрому, вольфраму.
28. Виробництво виливків зі сплавів на основі ванадію і ніобію.
29. Виробництво виливків зі сплавів на основі молібдену, хрому, вольфраму.
30. Особливості виплавлення сплавів на основі тугоплавких металів.
31. Дегазація мідних сплавів.
32. Флюси для плавки мідних сплавів.
33. Спеціальні способи лиття мідних сплавів.
34. Одержання фасонних виливків з мідних сплавів.
35. Особливості формовки і заливання втулок з мідних сплавів.
36. Шихтові матеріали і їх підготовка до плавки мідних сплавів.
37. Покривні флюси при плавке мідних сплавів.
38. Взаємодія мідних сплавів з газами.
39. Розкислення міді та мідних сплавів.
40. Печі для виплавки мідних сплавів.

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

Складено професор, д.т.н., доцент Могилатенко Володимир Геннадійович  
посада, науковий ступінь, вчене звання, ПШБ

**Ухвалено кафедрою ливарного виробництва (протокол № 12 від 26.06.2024р.)**

**Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/24 від 28.06.2024 р.)**