



# Спеціальні та особливі види лиття

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1курс, 1 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кр</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/ МКР</i>
Розклад занять	<i>За розкладом (<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, Лютий Р.В., <a href="mailto:rvi2005@ukr.net">rvi2005@ukr.net</a>, +38(050)447-77-91 Лабораторні: проф. Ямшинський М.М.,</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MTgxMjE0ODM0OTk3">https://classroom.google.com/c/MTgxMjE0ODM0OTk3</a>,</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Дисципліна «Спеціальні та особливі види литва» відноситься до циклу професійної та практичної підготовки.*

*Мета - здобуття поглиблених теоретичних та практичних знань, умінь, що дозволяють створювати та вдосконалювати технологічні процеси отримання якісної продукції.*

*Предмет навчальної дисципліни – теоретичні основи формоутворення виливків у разових спеціальних формах, кокілях, за моделями, що витоплюються, газифікуються при гравітаційній заливці, примусовому заповненні форм і кристалізації під надлишковим тиском.*

*Студенту важливо отримати знання під час вивчення дисципліни, забезпечують додаткову інформацію до програмних результатів навчання: з вміння обирати і використовувати сучасні технологічні процеси виробництва виливків згідно із спеціалізацією та вміння впроваджувати їх в усіх напрямках діяльності.*

*Компетенції та програмні результати навчання:*

<i>ФК 1</i>	<i>Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей</i>
<i>ФК 4</i>	<i>Здатність застосовувати методи стандартних випробувань для визначення фізичних, хімічних, структурних та механічних властивостей</i>

	<i>вихідних матеріалів та готової продукції</i>
ФК 7	<i>Здатність обирати металургійне обладнання та технологію виробництва продукції заданої якості</i>
ФК 12	<i>Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції</i>
ПР 1	<i>Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.</i>
ПР 5	<i>Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.</i>
ПР 6	<i>Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.</i>
ПР 11	<i>Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.</i>
ПР 15	<i>Розуміння фізико-хімічних основ легування, мікролегування, модифікування та рафінування, впливу хімічного складу на структуроутворення і експлуатаційні властивості чорних і кольорових металів і сплавів</i>
ПР 20	<i>Уміння, виходячи з прийнятої технології, визначити необхідні вимоги до конструкції вилівка та вимоги до ливарних матеріалів</i>

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

Освітній компонент базується на знаннях базових дисциплін, які вивчались у бакалавраті: теоретичних основ ливарного виробництва, формувальні матеріали, виробництво виливків з чавуну, виробництво виливків із сталі, виробництво виливків із кольорових металів, виробництво виливків спеціальними способами лиття.

Дисципліна забезпечує вивчення таких курсів, як «Конструювання литих деталей» та 5 освітніх компонентів вибіркового характеру.

Основною задачею курсу є: навчити спеціальним і особливим способам лиття, умінню вибирати найбільш доцільні технологічні і конструкторські рішення в реальних умовах.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1 Литво у металеві форми вільною і примусовою заливкою метала.**

Тема 1. Литво під тиском.

Тема 2. Прес-форми для ЛПТ.

Тема 3. Литво в металеві форми, примусове заповнення.

Тема 4. Литво у кокіль.

### **Розділ 2 Спеціальні види литва у разові форми.**

Тема 5. Селективне виготовлення форм і стрижнів.

### **Розділ 3. Особливі види лиття.**

Тема 6. Нові технологічні процеси лиття металів і сплавів.

Тема 7. Нові способи приготування зв'язувальних композицій.

### **Розділ 4. Литво неметалевих матеріалів.**

Тема 8. Кам'яне лиття.

Тема 9. Лиття продуктів харчової промисловості.

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

*Базова:*

1. Голофаєв А.М., Гутько Ю.І., Тараненко Н.О. Технологічна оснастка ливарного виробництва: Навчальний посібник – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. -304 с.
2. Реп'ях С.І. Технологічні основи лиття за витоплюваними моделями. Дн-ск.: Піра, 2006. – 1056 с.
3. Технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. /С. В. Марченко, О. П. Гапонова, Т. П. Говорун, Н. А. Харченко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 146 с.

Додаткова:

1. В. П. Мовчан, М. М. Бережний. Основи металургії. Дніпропетровськ: Пороги. 2001. 336 с.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія ливарної форми» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 7.05040201, 8.05040201 «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів» /Укладачі: Гресс О.В., Стороженко С.А. – Дніпродзержинськ. : ДДТУ, 2012. -55 с.
3. Спеціальні способи виготовлення виливків - Obrobka.pp.ua.

### Інформаційні ресурси

www.lityo.com.ua  
 www.engener.at.ua  
 www.dmeti.dp.ua  
 www.tlp.ucoz.com  
 www.mirknig.com  
 www.litvo.snu.edu.ua  
 www.iron casting .org.

Література є вільному доступні в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та Методичному кабінеті кафедри ливарного виробництва.

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)

#### 5.1. Лекційні заняття

Розділ 1. Вступ. Литво у металеві форми вільною і примусовою заливкою металу.

Тема 1. Литво під тиском.

Лекція 1. Литво в металеві форми під тиском (ЛПТ). Сплави для ЛПТ. сутність і особливості процесу;

класифікації виливків та сплавів для ЛПТ.

Лекція 2. ЛПТ – примусове заливання сплавів.

- параметри процесу;
- конструкції машин за способом заповнення.

Тема 2. Прес-форми для ЛПТ.

Лекція 3. Системи прес-форм.

- конструкції прес-форм;
- конструювання пакету прес-форми;
- підбір формотворної і виштовхуючої систем прес-форми і виду пакету прес-форми;
- формування системи кріплення (розрахунок плит, фіксуючих фланців і ін.);
- термостатизування і вентиляційна система.

*Лекція 4. Розрахунки розмірів робочих порожнин прес-форм та зусилля запирання.*

- матеріали прес-форм;
- розрахунок системи ливників, перетинів промивників тощо.

*Тема 3. Литво в металеві форми, примусове заповнення.*

*Лекція 5. Литво вакуумним всмоктуванням, під низьким тиском та протитиском.*

- гідравліка процесу примусового заповнення прес-форми;
- співвідношення елементів прес-форм про ЛПТ.

*Лекція 6. Особливі способи ЛПТ.*

- кисневий процес;
- гелієвий процес;
- вакуумування в ЛПТ.

*Тема 4. Литво у кокіль.*

*Лекція 7. Литво у кокіль. Конструювання виливків і кокілів.*

- класифікації виливків та кокілів;
- конструкції кокілів;
- матеріали кокілів та їх конструювання.

*Лекція 8. Технологія кокільного лиття. Обладнання та види дефектів при литті у кокіль.*

- тепловий режим кокілю,
- параметри процесу.

*Лекція 9. Ливникові системи при в кокілях. Розрахунки.*

- умови кристалізації виливків;
- дефекти виливків.

*Лекція 10. Виробництво виливків в облицьованих кокілях.*

- способи футерівки виливниць;
- способи охолодження виливниць, обладнання, склади сумішей.
- техніко-економічні переваги процесу.

*Лекція 11. Технологія відцентрового литва.*

- розрахунок числа обертів виливниць;
- вплив відцентрових сил на процеси кристалізації;
- параметри процесу;
- формування виливків в полі відцентрових сил;
- властивості литого металу.

*Лекція 12. Машини відцентрового литва.*

*технологічні різновиди;  
специфіка конструкцій;  
автоматичні комплекси.*

*Дидактичні засоби: презентації, відеофільми, слайди.*

*Розділ 2. Спеціальні види литва у разові форми.*

*Тема 5. Селективне виготовлення форм і стрижнів.*

*Лекція 13. Технології лиття металів з використанням синтез - моделей і синтез-форм.*

- синтез-моделі з порошкових полімерів, SLS-технологія;
- стереолітографія.

*Лекція 14. Виготовлення форм і стрижнів адитивними технологіями.*

- формувальні і стрижневі матеріали;
- способи затвердіння.

*Лекція 15. Безмодельне виготовлення форм і стрижнів.*

- алгоритм побудови форми;
- плаковані вогнетривкі матеріали.

*Лекція 16. Литво за моделями, що витоплюються.*

- модельні і формувальні матеріали;
  - способи виготовлення моделей.
- Лекція 17. Процеси формоутворення керамічних форм.*
- способи затвердіння композицій;
  - режими процесів виготовлення форм.
- Лекція 18. Литво за моделями, що газифікуються (ЛГМ).*
- обладнання процесів формоутворення;
  - нові матеріали для виготовлення моделей
- Лекція 19. Литво за моделями, що газифікуються (ЛГМ).*
- формоутворення в магнітному полі;
  - обладнання і організація поточних ліній.
- Лекція 20. Вакуум-плівкові технології (ВПФ).*
- сутність процесу формоутворення;
  - матеріали, технологічні особливості.
- Лекція 21. Вакуум-плівкове формоутворення.*
- конструкції опок для ВПФ;
  - обладнання і організація технологічних дільниць.
- Дидактичні засоби: презентації, відеофільми, слайди.*

### *Розділ 3. Особливі види лиття.*

#### *Тема 6. Нові технологічні процеси лиття металів і сплавів.*

- *Лекція 22. Комп'ютерне моделювання лиття.*
  - *моделювання вилівка, що виготовляється литтям під високим тиском;*
  - *моделювання вилівка, що виготовляється литтям в кокіль;*
  - *моделювання вилівка, що виготовляється відцентровим способом;*
  - *моделювання вилівка, що виготовляється литтям за моделями, що витоплюються.*
- Лекція 23. Кріо - технології у ливарному виробництві.*
- *три агрегатних стани води;*
  - *заморожені форми;*
  - *лиття за ртутними моделям;*
  - *литво кольорових сплавів у форми з металічної фольги.*

#### *Тема 7. Нові способи приготування зв'язувальних композицій.*

- Лекція 24. Електроімпульсні технології (ЕІМ).*
- *приготування зв'язувальних композицій ЕІМ;*
  - *характеристики процесу, порівняння, переваги і недоліки.*
- Дидактичні засоби: презентації, відеофільми, слайди.*

### *Розділ 4. Литво неметалевих матеріалів.*

#### *Тема 7. Кам'яне лиття.*

- Лекція 25. Кам'яне лиття з базальту.*
- *петрургія, теорія, матеріали, композиції;*
  - *технології кам'яного лиття.*

#### *Тема 8. Лиття синтетичних матеріалів.*

- Лекція 26. Способи лиття пластмас.*
- *характеристики і властивості пластмас для лиття;*
  - *параметри технологічних процесів;*
  - *особливості конструювання прес-форм;*
  - *види обладнання.*

#### *Тема 9. Лиття продуктів харчової промисловості.*

- Лекція 27. Специфіка матеріалів для лиття, температури і в'язкість.*
- *особливості конструювання форм;*
  - *характеристики і властивості матеріалів: шоколад, карамелі, морозиво;*
  - *види обладнання.*

Лекція 28. Перспективи розвитку спеціальних і особливих способів лиття.

- огляд перспективних технологій;
- левітаційна плавка металів;
- високотемпературний синтез сплавів.

Дидактичні засоби: презентації, відеофільми, слайди.

## **5.2. Лабораторні заняття**

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- закріпити, розширити і поглибити теоретичні та практичні знання;
- проведення експериментальних досліджень впливу технологічних факторів на властивості форм і сплавів;
- засвоєння методики формоутворення, виготовлення моделей з пінополістиролу, витоплюваних композицій, навичок плавлення і заливання сплавів;
- засвоєння методики та набуття досвіду прогнозування якості, механічних властивостей сплавів при зміні технологічних параметрів;
- розвинути у студентів навички прийняття самостійних рішень в умовах, наближених до реально виробничої діяльності інженера технолога.

Тема 1 Спеціальні види литва у разові форми

Лабораторна робота 1. Вплив складу на властивості моделей та вогнетривких оболонок і способу підвода метала на механічні властивості зразків при литті за моделями, що витоплюються (6 годин).

Лабораторна робота 2. Вплив гранулометричного складу пінополістиролу на якість моделей та виливків при литті за моделями, що газифікуються (6 годин).

Тема 3 Литво у металеві форми зі вільною заливкою металу

Лабораторна робота 3. Визначення рідкотекучості стандартизованого сплаву алюмінію при зміні товщини покриття литтям у кокіль (6 годин).

## **6. Самостійна робота студента**

6.1. Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій – протягом семестру 36 години.

6.2. Підготовка до лабораторних робіт: написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей і формулювання висновків за даними виконання роботи – 27 годин.

## **Політика та контроль**

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

- правила відвідування занять: лекції – вільний вибір, лабораторні роботи – обов'язкова присутність;
- правила поведінки на заняттях: відключення телефонів (використання з дозволу викладача засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті; вибіркове коротке опитування з попереднього матеріалу);
- правила захисту лабораторних робіт (мах 10 балів):
  - допуск до лабораторних робіт – мах 4 бали (наявність протоколу, цілі, матеріали, обладнання, знання етапів виконання);
  - захист – мах 6 балів (заповнення таблиць, необхідні розрахунки, побудова графічних залежностей, висновки за результатами виконання досліджень);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
  - творча робота (презентації, відеоматеріалу, реферату) мах 5 балів;
  - коротке опитування - мах 1 бал.
- політика термінів захистів та перескладань:
  - захист лабораторних робіт – в процесі виконання наступної роботи, або на консультаціях;
  - контрольні роботи переписують на консультаціях;

- політика щодо академічної доброчесності згідно «Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського» (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>).

- Положення про систему запобігання академічному плагіату ([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.

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

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

Рейтинг успішності здобувачів складається із двох частин семестрового рейтингу,  $RC$ , та іспиту, коли  $0,4 \leq RD < 0,6RC$ .

Поточний контроль здобувачів відбувається на 8 та 16 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,  $RC$ , формується як сума балів, нарахована студенту за роботу протягом семестру: за написання модульних контрольних робіт, за виконання 3-х лабораторних робіт.

Для одержання заохочувальних балів і покращання семестрового рейтингу пропонується виконання самостійної творчої роботи: написання додаткових рефератів, складання програм для розрахунків на ПЕОМ, участь в конкурсах, доповіді на конференціях, огляди наукових праць, виготовлення технічних засобів навчання, сертифікати з отримання неформальної освіти тощо (див. Додаток).

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

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

де  $MKP$  – сума балів за виконання модульної контрольної роботи;

$LP$  – сума балів за виконання лабораторних робіт;

$TP$  – бали, зараховані за виконання творчої роботи (за бажанням студента).

**Модульна контрольна робота складається з двох частин по 1 годині.**

**Кожна частина містить 2-а питання теоретичного характеру.**

Питання оцінюється 5-ма балами.

Критерії оцінювання:

- бездоганна відповідь з поясненнями – 5 балів;

- незначні неточності у відповіді, відсутність пояснень тощо – 4,0 бали;

- загальна схема відповіді наведена, але відсутні будь-які пояснення – 3,0 балів;

- відповідь відсутня або цілком помилкова – 0 балів.

Отже максимальна оцінка  $MKP$  складає 10,0 балів. Максимальний бал за дві  $MKP$  складає 20 балів.

**Лабораторні роботи.** Студент самостійно (в рамках СРС) готується до виконання лабораторних робіт. Оцінка складається з двох етапів: перший – оцінюється підготовка до виконання лабораторної роботи:

- протокол написаний із усіма необхідними рисунками, таблицями, формулами для розрахунків та задовільна підготовка до виконання лабораторної роботи – 4 бали;

- незначні невідповідності (відсутній рисунок, таблиця тощо) або незадовільне знання виконання роботи – 2 бали;

- задовільний протокол але студент не готовий до виконання лабораторної роботи – 1 бал;

- відсутній протокол – студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Другий етап – захист лабораторної роботи:

- бездоганна відповідь з поясненнями – 6 балів;

- незначні неточності у відповіді, відсутність пояснень тощо – 4 бали;

- загальна схема відповіді наведена, але відсутні будь-які пояснення – 2 бали;

- відповіді відсутні або цілком помилкові – 0 балів.

**Отже максимальна оцінка однієї лабораторної роботи складає 10 балів.**

МКР - мах 20 балів.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю:

- зарахування усіх лабораторних робіт – мах 30 балів;

- МКР - мах 20 балів;

- семестровий рейтинг не менше 20 балів, з урахуванням творчої роботи.

Іспит складається із 3 завдань:

- 2-х завдань теоретичного характеру по 15 балів (критерії оцінювання: бездоганна відповідь з поясненнями 15 балів; незначні неточності у відповіді, відсутність повних пояснень – 10 балів; загальна схема відповіді викладена, але без будь-яких пояснень – 5 балів; відповідь відсутня або помилкова – 0 балів.)

- 1-го прикладного – 20 балів – ескізна розробка технології виготовлення виливка, (критерії оцінювання: (бездоганна відповідь з поясненнями 20 балів; незначні неточності у відповіді, відсутність повних пояснень – 15 балів; загальна схема відповіді викладена, але без будь-яких пояснень – 10 балів; відповідь відсутня або помилкова – 0 балів).

Максимальна кількість балів – 50.

Залежно від фактично набраного рейтингу успішність студента встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці (без урахування результатів творчої роботи)

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_C + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склад доцент, канд. техн. наук, доцент Кочешков А.С.

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

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



## *Творча робота.*

*Підготовка творчого завдання (презентації, відеоматеріалу, реферату, тощо) для підвищення рейтингової оцінки – протягом семестру, в межах часу на СРС.*

*Залежно від складності і якості виконання одного творчого завдання нараховують до 5 балів: зарахування сертифікатів проходження дистанційних курсів за відповідною тематикою; участь в наукових заходах (конференції, семінарах, тощо); авторство (співавторство) в друкованих матеріалах за тематикою навчальної дисципліни. Допускається виконання двох додаткових завдань.*

*Теми рефератів за розділами:*

*Розділ 1:*

- Конструктивні особливості машин з холодною, гарячою камерами пресування, конструкції пресуючих поршнів, механізми забезпечення запирання прес-форм.*
- Відцентрові машини, способи футерівки виливниць, виробництво гільз, труб, фасонних виробів.*

*Розділ 2:*

- Модельні суміші та технологія їх виготовлення і зборки у блоки, прес-форми для витоплюваних моделей та способи їх виготовлення.*
- Технологія виробництва керамічних оболонок, заливання, вибивання, очистка та дефекти виливків.*
- Вакуумування контейнерів ЛГМ, нанесення протипригарним покриттів, матеріали, способи.*
- Способи плакування вогнетривких матеріалів, зв'язувальні композиції, специфічні види браку.*

*Розділ 3:*

- Левітаційна плавка.*
- Різновиди матеріалів обробки електромагнітними імпульсами.*
- Кристалізація сплавів в тонкостінних металевих формах.*

*Розділ 4:*

- Різновиди неметалевих матеріалів для примусового формоутворення.*
- Специфіка конструкцій прес-форм і оснащення для базальтів.*
- Ливарні властивості неметалевих сполук.*