



# ВИРОБНИЦТВО ВИЛИВКІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ СПОСОБАМИ ЛИТТЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                |
| Галузь знань                                | <i>Інженерія, виробництво та будівництво</i>                                                                                                                                                 |
| Спеціальність                               | <i>G10 Металургія</i>                                                                                                                                                                        |
| Освітня програма                            | <i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>                                                                                                                                                        |
| Статус навчальної дисципліни                | <i>Нормативний</i>                                                                                                                                                                           |
| Форма навчання                              | <i>Очна (денна)</i>                                                                                                                                                                          |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>4 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                              |
| Обсяг ОК                                    | <i>4,5 кредити ЕКТС (135 год), лекції – 36 год, лабораторні – 18 год</i>                                                                                                                     |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Екзамен / МКР</i>                                                                                                                                                                         |
| Розклад занять                              | <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>                                                                                                                                          |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                            |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: Лютий Ростислав Володимирович, д.т.н., професор<br/>rvi2005@ukr.net, +38(050)-44-777-91<br/>Лабораторні: доктор філософії Смірнова Яна Олександрівна,<br/>iasm-iff@ill.kpi.ua</i> |
| Розміщення курсу                            | <a href="https://foundry.kpi.ua/">https://foundry.kpi.ua/</a><br><a href="https://classroom.google.com/c/MjY1NDYzMDU4Mzc3">https://classroom.google.com/c/MjY1NDYzMDU4Mzc3</a>               |

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Виробництво виливків спеціальними способами лиття» відноситься до циклу професійної підготовки.

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення усіх відомих на сьогодні спеціальних та особливих способів виготовлення металевих литих виробів, застосовуваних ливарних сплавів, устаткування, оснащення, порядку технологічних операцій і проектування технологічних процесів спеціального лиття.

**Предметом навчальної дисципліни** є технології виготовлення литих деталей нетрадиційними (спеціальними) способами лиття, які не передбачають виготовлення разових піщаних форм.

Навчальна дисципліна має сформувати у здобувачів вищої освіти **компетентностей** у відповідності до ОПП бакалавра «Комп'ютеризовані процеси лиття» 2023 року, а саме:

|       |                                                                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ФК 2  | Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації                                                                                       |
| ФК 8  | Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо) |
| ФК 14 | Здатність забезпечувати якість продукції                                                                                                                         |
| ФК 18 | Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією                                                              |
| ФК 19 | Здатність використовувати професійні знання властивостей металів та сплавів для конструювання продукції в ливарному виробництві з заданими                       |
| ФК 23 | Здатність розробляти і корегувати технологічні процеси виготовлення литих заготовок із залізовуглецевих та кольорових сплавів                                    |
| ФК 29 | Здатність проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, робити висновки і надавати рекомендації                                                  |

Згідно з вимогами ОПП бакалавра «Комп'ютеризовані процеси лиття» 2023 року здобувачі вищої освіти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

|       |                                                                                                                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПР 10 | Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації                   |
| ПР 13 | Вміння застосовувати стандарти інженерної діяльності відповідно до спеціалізації                                                                                                     |
| ПР 21 | Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії                                                                  |
| ПР 26 | Вміння аналізувати і керувати факторами, які впливають на технологічні процеси виготовлення, структуру та властивості литих виробів                                                  |
| ПР 27 | Розуміння особливостей впливу хімічного складу металів і сплавів та технологічних процесів їх плавлення на експлуатаційні властивості ливарної продукції                             |
| ПР 37 | Вміння розробляти і реалізовувати технологічні процеси виготовлення литих деталей                                                                                                    |
| ПР 39 | Вміння здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів, оброблювати та аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і надавати рекомендації |

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

Вивчення навчальної дисципліни базується на знаннях, отриманих раніше під час вивчення таких освітніх компонентів як: «Теоретичні основи ливарного виробництва», «Технологія ливарної форми», «Виробництво виливків із чавуну», «Виробництво виливків із сталей».

Навчальна дисципліна є однією із завершальних у програмі підготовки бакалаврів та забезпечує успішне проходження переддипломної практики та виконання освітнього компонента «Дипломне проектування», а також являється основою для вивчення на другому (магістерському) рівні вищої освіти поглибленого курсу «Спеціальні та особливі види лиття» та виконання курсової роботи із цього курсу.

## **3. Зміст освітнього компонента**

### **Розділ 1. Виробництво виливків у разових і напівпостійних ливарних формах.**

Тема 1.1. Лиття в оболонкові форми

Тема 1.2. Лиття за моделями, що витоплюють

Тема 1.3. Лиття в керамічні форми

Тема 1.4. Лиття за моделями, що газифікуються

Тема 1.5. Лиття у графітові форми

## **Розділ 2. Виробництво виливків у багаторазових формах**

Тема 2.1. Лиття в кокіль та в облицьований кокіль

Тема 2.2. Відцентрове лиття

Тема 2.3. Лиття під тиском та його різновиди

Тема 2.4. Особливі та унікальні способи лиття

Тема 2.5. Безпепервне і електрошлакове лиття

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

### **Базова література:**

1. Кочешков А.С., Лютий Р. В., Ямшинський М.М. Спеціальні та особливі способи лиття : Підручник. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 402 с.
2. Foseco Ferrous Foundryman's Handbook / edited by John R. Brown. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2000. – 360 p.
3. Nath J. Aluminum Castings Engineering Guide / J. Nath. – Materials Park, Ohio : ASM International, 2018. – 302 p.
4. Science and Technology of Casting Processes / edited by Malur Srinivasan. – Rijeka : InTech, 2012. – 350 p.
5. Реп'ях С.І. Технологічні основи лиття за витоплюваними моделями. Дніпропетровськ : Ліра, 2006. – 1056 с.
6. 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.

### **Допоміжна література:**

7. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посіб. /С. В. Марченко, О. П. Гапонова, Т. П. Говорун, Н. А. Харченко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 146 с.
8. Turbine Blade Investment Casting Die Technology / D. Zhang, Y. Cheng, R. Jiang, N. Wan. – Berlin : Springer Nature, 2018. – 242 p.
9. Investment casting / [P. R. Beeley, R. F. Smart, G. Bell et al.] ; edited by Peter R. Beeley and Robert F. Smart. – London : The University Press Cambridge, 1995. – 516 p.
10. Богуслаєв В.А., Реп'ях С.І., Могилаєнко В.Г. та ін. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного лиття: Підручник. – Запоріжжя: Вид-во АТ «Мотор Січ», 2016. – 400 с.
11. ASM Handbook Volume 15: Casting / [R. M. Nunes, G. J. Abbaschian, H. Abramowitz et al.] ; edited by D.M. Stefanescu. – Materials Park, Ohio : ASM International, 1998. – 2002 p.

### **Інформаційні ресурси:**

1. foundry.kpi.ua
2. <http://54670.ua.all.biz>
3. [www.ptima.kiev.ua](http://www.ptima.kiev.ua)
4. <http://litmetal.ru/index.html>
5. [www.lityo.com.ua](http://www.lityo.com.ua)
6. [www.mlu.com.ua](http://www.mlu.com.ua)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт:

<https://classroom.google.com/c/MjY1NDYzMdu4Mzc3/m/MjY1NTMyNjM0Mjkw/details>

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

Додатково можна опрацьовувати літературу з Інтернет джерел:

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

## Навчальний контекст

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни

Передбачено аудиторну систему навчання, яка може бути замінена на альтернативну (змішану) із використанням дистанційної системи ZOOM.

Для більш ефективної комунікації викладача та здобувачів вищої освіти використовується електронна пошта, месенджери Viber та WhatsApp, папка зі спільним доступом на сайті Classroom, в якій розміщуються необхідні матеріали: Силабус, всі лекції у форматі PDF, презентації лекцій у форматі PPT.

| № з/п | Назви тем лекцій та перелік основних питань                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Вступна лекція.</b><br>Предмет вивчення освітнього компонента «Виробництво виливків спеціальними способами лиття» та його місце в освітній програмі бакалавра «Комп'ютеризовані процеси лиття». Рейтингова система оцінювання та вимоги до здобувачів вищої освіти. Структура курсу, основна і допоміжна література. Компетентності здобувачів вищої освіти. Знайомство із спеціальними та особливими способами лиття. |
| 2     | <b>Тема 1.1. Лиття в оболонкові форми.</b><br>Технологія виготовлення оболонкових напівформ та стрижнів. Формувальна суміш та її властивості. Модельне оснащення для лиття в оболонкові форми. Вихідні матеріали.                                                                                                                                                                                                         |
| 3     | <b>Тема 1.1. Лиття в оболонкові форми (продовження).</b><br>Заливання, вибивання та очищення виливків. Техніка безпеки та виробнича санітарія. Механізація та автоматизація процесу.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4     | <b>Тема 1.2. Лиття за моделями, що витоплюють.</b><br>Прес-форми та способи їх виготовлення. Модельні суміші, технологія виготовлення моделей та складання у блоки. Технологія виробництва керамічних оболонкових форм.                                                                                                                                                                                                   |
| 5     | <b>Тема 1.2. Лиття за моделями, що витоплюють (продовження).</b><br>Заливання, вибивання, очищення та усунення дефектів виливків. Механізація та автоматизація процесу. Перспективи удосконалення способу.                                                                                                                                                                                                                |
| 6     | <b>Тема 1.2. Лиття за моделями, що витоплюють.</b><br>Виготовлення керамічних оболонкових форми за моделями, що витоплюють, за допомогою електрофореzu. Матеріали, послідовність технологічних операцій. Галузь використання процесу.                                                                                                                                                                                     |
| 7     | <b>Тема 1.3. Лиття в керамічні форми.</b><br>Спосіб лиття в керамічні форми за постійними моделями. Матеріали, порядок операцій. Способи виготовлення форм. Переваги, недоліки, галузь використання процесу. Перспективи розвитку лиття в керамічні форми.                                                                                                                                                                |
| 8     | <b>Тема 1.4. Лиття за моделями, що газифікуються.</b><br>Історія виникнення і розвиток способу лиття за моделями, що газифікуються. Матеріали, порядок технологічних операцій. Способи виготовлення газифікованих моделей і форм.                                                                                                                                                                                         |
| 9     | <b>Тема 1.4. Лиття за моделями, що газифікуються (продовження).</b><br>Способи виготовлення форм у литті за моделями, що газифікуються. Заливання форм, очищення виливків. Типові дефекти литва. Обладнання для реалізації способу. Перспективи удосконалення способу лиття за моделями, що газифікуються.                                                                                                                |
| 10    | <b>Тема 1.5. Лиття у графітові форми.</b><br>Матеріали і технологія виготовлення графітових форм. Використання графітових форм для лиття різних сплавів. Переваги і недоліки процесу. Галузь використання.                                                                                                                                                                                                                |
| 11    | <b>Тема 2.1. Лиття в кокіль та в облицьований кокіль.</b><br>Конструкція і типи металевих ливарних форм. Матеріали і технологія їх виготовлення.                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Класифікація металевих форм за конструктивними ознаками. Особливості ливникових систем для кокільного лиття. Тепловий режим кокілю та способи його забезпечення.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 12 | <b>Тема 2.1. Лиття в кокіль та в облицьований кокіль (продовження).</b><br>Сплави для виготовлення кокільних виливків. Класифікація виливків за складністю конфігурації. Класифікація кокільних машин. Технологія лиття різних сплавів у кокіль. Фінішні операції, типові дефекти виливків і способи боротьби з ними. Переваги і недоліки. Перспективи удосконалення способу лиття у кокіль.<br>Спосіб лиття в облицьований кокіль. Матеріали, устаткування. Порядок операцій технологічного процесу. Дефекти виливків і методи їх запобігання. Переваги, недоліки та галузь використання способу. |
| 13 | <b>Тема 2.2. Відцентрове лиття.</b><br>Відцентрове лиття. Різновиди, числові характеристики. Особливості кристалізації металу. Типові дефекти виливків та методи їх запобігання для різних сплавів. Переваги, недоліки та галузь використання відцентрового лиття.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Тема 2.3. Лиття під тиском та його різновиди.</b><br>Спосіб лиття під тиском. Матеріали та оснащення. Заповнення ливарних форм та особливості кристалізації виливків. Конструкція прес-форм і машин. Режим заповнення прес-форм розплавом. Особливості ливникових систем. Типові дефекти та способи їх попередження. Переваги, недоліки та галузь застосування способу лиття.                                                                                                                                                                                                                   |
| 15 | <b>Тема 2.3. Лиття під тиском та його різновиди.</b><br>Тискотропне лиття. Лиття з кристалізацією під високим тиском (рідка штамповка). Лиття видавлюванням. Перевага, недоліки та галузь застосування способів. Номенклатура виливків.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Тема 2.3. Лиття під тиском та його різновиди (продовження).</b><br>Лиття під низьким регульованим тиском. Лиття з протитиском. Лиття вакуумним всмоктуванням. Особливості процесів, числові показники. Переваги, недоліки та область застосування процесів. Номенклатура виливків.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 17 | <b>Тема 2.4. Особливі та унікальні способи лиття.</b><br>Лиття вижиманням. Особливості процесу, переваги та недоліки. Номенклатура виливків. Лиття з виплеском. Галузь використання та особливості процесу. Лиття заморожуванням. Технологічні параметри, переваги та недоліки. Галузь використання процесу.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 18 | <b>Тема 2.5. Безперервне і електрошлакове лиття.</b><br>Безперервне лиття. Особливості процесу. Лиття з кристалізатором та без кристалізатора. Лиття труб, дроту, стрічки, листів. Переваги та недоліки процесу. Галузь використання. Електрошлакове лиття. Сутність процесу, особливості обладнання, галузь використання. Особливості кристалізації металу, різновиди процесів електрошлакового лиття.                                                                                                                                                                                            |

### Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають в отриманні практичних вмінь щодо реалізації стадій технологічних процесів виготовлення литих деталей найбільш поширеними способами лиття.

| № з/п | Назва теми лабораторного заняття                                                                                                      | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | <b>Лиття в оболонкові форми.</b><br>Вплив параметрів процесу на властивості оболонкових форм                                          | 6               |
| 2     | <b>Відцентрове лиття.</b><br>Вплив частоти обертання форми на якість виливків при відцентровому литті                                 | 6               |
| 3     | <b>Лиття в кокіль.</b><br>Вплив товщини вогнетривкого покриття на якість поверхні і механічні властивості виливків при литві в кокіль | 6               |

## 6. Самостійна робота здобувачів вищої освіти

Самостійна робота здобувачів 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: написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей і формулювання висновків за даними виконання роботи – до наступної лабораторної роботи.

## Політика та контроль

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

Навчальна дисципліна «Виробництво виливків спеціальними способами лиття» складається із курсу із 18 лекцій та 3 лабораторних занять. Кожне заняття висвітлює окрему тему.

Загальний зміст освітнього компонента представлено у 2 змістових модулях (розділах), які поділені в свою чергу на 10 тем.

Лекційні заняття забезпечені конспектом лекцій. В процесі їх проведення в більшості випадків використовується мультимедійна техніка.

Виконання лабораторних робіт здійснюється за навчальним посібником. Виконуються всі наведені там роботи, кожна з яких розрахована на 6 год, тому в розкладі занять лабораторні роботи виставляються по дві пари поспіль раз на два тижні. Всі роботи проводяться в ливарній лабораторії із плавленням і заливанням проб рідкими алюмінієво-кремнієвими сплавами АК7 або АК12 (ДСТУ2839-94).

Модульна контрольна робота в робочому плані одна, але вона поділена на дві частини. Запитання до першої частини охоплюють розділ 1, до другої частини – розділ 2 навчальної дисципліни.

Для систематизації роботи студентів над матеріалом передбачено самостійну роботу у вигляді більш детального розгляду окремих питань лекційної та лабораторної підготовки. Самостійна робота не є обов'язковою, але може принести додаткові (творчі) бали максимально у кількості 10.

Штрафних балів за пропуски занять не передбачено.

Для здобувачів, які написали обидві частини модульної контрольної роботи та захистили лабораторні роботи, застосовується рейтингова оцінка знань.

Політика щодо академічної доброчесності згідно:

- кодексу честі КПІ ім. Ігоря 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 КПІ ім. Ігоря Сікорського (<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)

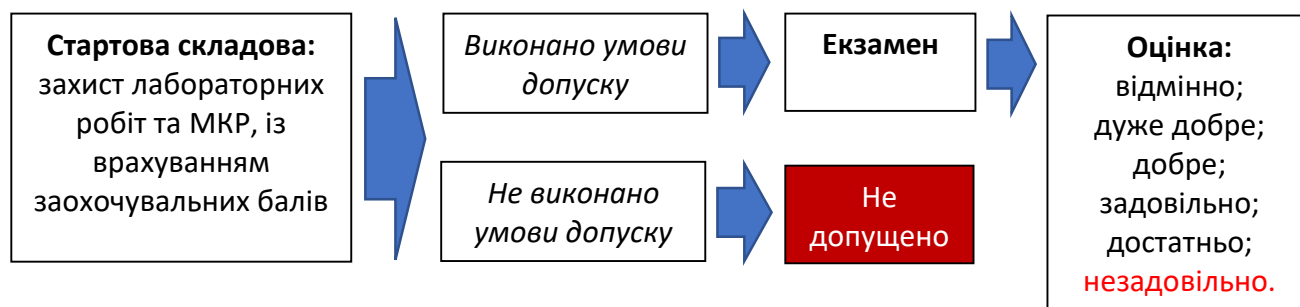
Для побудови PCO визначено систему контрольних заходів.

#### Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: виконання лабораторних робіт та МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

### 3. Семестровий контроль: екзамен.

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти відбувається за схемою:



МКР поділено на дві частини. Також виконується цикл лабораторних робіт. Максимальні бали з кожного контрольного заходу враховують трудомісткість та обсяг певної навчально-пізнавальної діяльності здобувачів.

Загальний рейтинг з кредитного модуля  $R_{ВВССЛ}$  складається із двох частин – стартового, або семестрового, рейтингу  $R_C$  та екзаменаційного  $R_E$ , тобто:

$$R_{ВВССЛ} = R_C + R_E$$

**Семестровий рейтинг  $R_C$**  формується як сума балів, нарахованих за роботу в семестрі під час написання двох частин модульної контрольної роботи, виконання та захисту лабораторних робіт.

Для стимулювання та заохочення здобувачів передбачено можливість покращення рейтингу за рахунок самостійної творчої роботи, яка включає написання рефератів, складання програм для розрахунків на ПЕОМ, участь в конкурсах, олімпіадах, доповіді на конференціях, написання статей, виготовлення технічних засобів навчання (презентацій).

Таким чином, семестровий рейтинг з освітнього компонента  $R_C$  розраховується за формулою:

$$R_C = \sum_{i=1}^2 KP_i + \sum_{i=1}^3 LP_i + TP,$$

де  $KP_i$  – бали за розділи контрольної роботи;

$LP_i$  – бали за окремі лабораторні роботи;

$TP$  – бали, нараховані за виконання творчих завдань (максимум 10 балів).

**Модульна контрольна робота.** Модульна контрольна робота (за навчальним планом) розділена на дві частини. Проводяться вони у вигляді комп'ютерного тестування за рахунок часу самостійної роботи, тобто поза навчальними заняттями. Тривалість по 1 академічній годині. Перша проводиться по завершенні викладення розділу 1, друга – по завершенні викладення всього теоретичного курсу. Обидві частини роботи включають по 30 тестових завдань теоретичного характеру, які розміщено на сайті «Classtime». Вмикається автоматичне оцінювання відповідей, після чого сумарна кількість балів (максимум 30) множиться на коефіцієнт 0,5. Таким чином, максимальна оцінка за кожен з частин МКР становить по 15 балів.



**Лабораторні роботи.** Оцінюються в 2 етапи – перед виконанням (3 бали) та під час захисту ЛР (7 балів), тобто максимальна оцінка за кожну ЛР складає 10 балів.

Протоколи до ЛР складаються за навчальним посібником у рукописному варіанті. Обов'язковими є внесення до протоколу теми, мети роботи, короткого опису устаткування, порядку виконання роботи. Також мають бути заготовлені таблиці для заповнення експериментальних даних, розрахункові формули або градувальні графіки, номограми. Загальні теоретичні відомості, наведені в Навчальному посібнику, вносити до протоколів не обов'язково.

Критерії оцінювання перед виконанням ЛР:

- 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.

При захисті ЛР здобувач має представити заповнений протокол, в якому на підставі отриманих експериментальних дослідницьких даних послідовно і вірно виконані розрахунки, до них наведені усі пояснення, побудовано графічні залежності, діаграми, гістограми, зображено структури. Зміст звіту по кожній ЛР викладено у навчальному посібнику. У висновках необхідно на підставі теоретичних положень пояснити отримані дані.

Критерії оцінювання захисту ЛР:

- 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.

**Творча робота.** Залежно від обсягу та складності одного творчого завдання, нараховується від 1 до 5 балів. Загальна кількість балів за ТР складає 0,1  $R_{ВВССЛ}$  тобто 10 балів.

**Розрахунок семестрового рейтингу.** Семестровий рейтинг здобувачів, які зразково виконали обов'язкові види контролю (МКР та ЛР), максимально складає:

$$R_C = 2 \cdot 15 + 3 \cdot 10 = 60 \text{ балів.}$$

**Умови проміжної атестації.** Для здобувачів вищої освіти 4 курсу в останньому (8-му) семестрі проміжної атестації не передбачено внаслідок того, що тривалість усього семестру становить 10 тижнів.

**Екзаменаційний рейтинг.** Екзаменаційний білет містить 2 складових – практичну та теоретичну.

Практичним завданням є розроблення схеми технологічного процесу виготовлення литої деталі самостійно вибраним спеціальним способом лиття. Під час вирішення цього завдання необхідно відобразити наступну інформацію:

- вибрати спосіб лиття та обґрунтувати свій вибір;
- навести порядок технологічних операцій;
- для кожного етапу вказати використані матеріали, тривалість етапу, температуру, тиск тощо;
- вибрати необхідне технологічне устаткування;
- навести перелік технологічного оснащення і матеріалів, з якого воно виготовлено.



Загальний обсяг цього завдання – від 1 до 2 сторінок рукописного тексту та ескіз технології. Жодних розрахунків виконувати не має необхідності.

Практичне завдання оцінюється за 20-бальною шкалою:

- повна бездоганна відповідь – 19-20 балів;
- вірна відповідь із одним незначним недоліком (наприклад, не вказано тривалість або умови проведення певного етапу, не вказано матеріал) – 17-18 балів;
- вірна відповідь із декількома незначними недоліками – 15-16 балів;
- відповідь вірна, при цьому містить недостатньо інформації щодо матеріалів, обладнання, параметрів процесу – 13-14 балів;
- частково вірна відповідь із помилками – 11-12 балів;
- відповідь неповна або містить багато помилок. Або повна аргументована відповідь, при цьому невірно визначено виробничий спосіб лиття – 8...10 балів;
- повністю незадовільна відповідь або майже повна відсутність її – 7 балів і менше.

Під другим питанням мається на увазі 20 теоретичних запитань тестового характеру, які розміщено на сайті «Classtime». Максимальна оцінка за теоретичну складову екзамену становить 20 балів.

Таким чином, максимальний екзаменаційний рейтинг складає:

$$R_E = 20 + 20 = 40 \text{ балів.}$$

Максимальний рейтинг з кредитного модуля буде:

$$R_{ВВССЛ} = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Залежно від фактично набраного рейтингу, оцінка здобувача вищої освіти з освітнього компонента «Виробництво виливків спеціальними способами лиття» встановлюється відповідно до такої таблиці.

| Фактичний<br>$R_{ВВССЛ}$ | Оцінка (словами) |
|--------------------------|------------------|
| 95-100                   | відмінно         |
| 85-94                    | дуже добре       |
| 75-84                    | добре            |
| 66-74                    | задовільно       |
| 60-65                    | достатньо        |
| < 60                     | незадовільно     |
| Невиконання умов допуску | не допущено      |

#### Примітки:

1. Необхідними умовами допуску до екзамену та розрахунку рейтингу є виконання та захист усіх лабораторних робіт та написання обох частин МКР.
2. Допускається переписування одного із розділів МКР (за бажанням) для отримання більш високого бала. Переписування відбувається на консультації перед екзаменом.
3. Якщо семестровий рейтинг  $R_c \leq 24$ , здобувач не допускається до екзамену і отримує додаткове завдання для покращення семестрового рейтингу до мінімально необхідного.

### 9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

**Перелік питань**, які виносяться на підсумковий контроль (кожне з них являє собою тестове питання з варіантами відповідей, які тут не наведено):

1. Які види лиття відносяться до спеціальних?

2. Які основні переваги електрофоретичного формоутворення оболонок на моделях, що витоплюються?
3. Які існують різновиди Шоу-процесу?
4. Які особливості лиття за моделями, що газифікуються?
5. Який режим прожарювання керамічних форм при литті за моделями, що витоплюються?
6. Які основні недоліки електрофоретичного методу нанесення вогнетривкої суспензії на модель?
7. Які застосовують модельні матеріали для лиття за моделями, що газифікуються?
8. Які існують способи плакування піщано-смоляних сумішей для оболонкових форм?
9. Які використовують наповнювачі для керамічних оболонок при литті за моделями, що витоплюються?
10. З якою метою до складу електрофоретичного покриття додають комплексний електроліт?
11. Особливості Шоу-процесу.
12. Які існують режими підспінювання пінополістиролу?
13. Які існують типи піщано-смоляних сумішей для оболонкових форм?
14. Яка операція передуює обсіпанню блоків моделей зернистим наповнювачем при литті за моделями, що витоплюються?
15. Що додають до електрофоретичних покриттів для створення електричного заряду на частинках вогнетривкого наповнювача?
16. Які існують методи спінювання пінополістиролових моделей?
17. Який тип піщано-смоляних сумішей готують із додаванням зволожувача?
18. Який тип піщано-смоляних сумішей готують із додаванням розчинника?
19. З яких компонентів складається вогнетривка суспензія при литті за моделями, що витоплюються?
20. Яка тривалість нанесення електрофоретичного покриття на блок моделей?
21. Як утворити струмопровідний шар при електрофорезі?
22. Що являє собою процес активації пінополістиролу?
23. З якою метою проводять гідроліз етилсилікату?
24. Яким чином проводять гідроліз етилсилікату?
25. Які існують зв'язувальні матеріали для керамічних форм і стрижнів?
26. Який вихідний стан гранул пінополістиролу?
27. Які розчинники використовують у піщано-смоляних сумішах для оболонкових форм?
28. З якою метою гідроліз етилсилікату ведуть при охолодженні?
29. Які речовини використовують у сумішах для керамічних форм як гелеутворювачі?
30. Які особливості виготовлення пінополістиролових моделей?
31. Який вміст розчинників у піщано-смоляних сумішах?
32. Який вміст зволожувачів у піщано-смоляних сумішах для оболонкових форм?
33. Які конструкційні особливості прес-форм для виготовлення газифікованих моделей при використанні перегрітої пари?
34. Назвіть можливі зв'язувальні матеріали для оболонкових форм.
35. Які існують способи витоплювання модельних композицій із керамічних форм при литті за моделями, що витоплюються?
36. Яка газопроникність керамічних оболонок при литті за моделями, що витоплюються?
37. Які операції на автоматичних лініях при литті за моделями, що витоплюються, роблять вручну?
38. Який вміст смоли у сумішах для оболонкових форм?

39. Яке призначення  $H_2SO_4$  у вогнетривких суспензіях при литті за моделями, що витоплюються?
40. Яка область застосування лиття у керамічні форми?
41. Які є способи виготовлення пінополістиролових моделей?
42. Який використовується металевий дріб для лиття за моделями, що газифікуються?
43. За якими ознаками визначають проходження реакції гідролізу етилсилікату?
44. Яка речовина забезпечує спінювання пінополістиролу?
45. Яка речовина перетворює термопластичні смоли у термореактивні?
46. З якою метою використовують  $HCl$  при гідролізі етилсилікату?
47. Чим обумовлена напруженість газового режиму форми при литті за моделями, що газифікуються?
48. Які смоли використовують при приготуванні сумішей для оболонкових форм?
49. Що являє собою новолачна смола?
50. Яка оптимальна в'язкість вогнетривкої суспензії при литті за моделями, що витоплюються, і в яких одиницях її визначають?
51. В чому полягає процес гідролізу етилсилікату?
52. Для чого до струмопровідного покриття в електрофорезі додають  $KOH$ ?
53. Яка сутність Компазайт-процесу?
54. Від чого залежить кількість утвореного газу при литті за моделями, що газифікуються?
55. Які речовини використовують при гідролізі етилсилікату?
56. Яка сутність Дін-процесу?
57. Яка сутність Шотт-процесу?
58. Яка оптимальна швидкість підйому металу у формі при литті за моделями, що газифікуються, при литті сталі?
59. Для чого потрібен пластифікатор при виготовленні керамічних стрижнів?
60. Чим здійснюють армування шарів вогнетривкої суспензії на блоках моделей при литті за моделями, що витоплюються?
61. З якою метою у модельні композиції при литті за моделями, що витоплюються, замішують повітря?
62. Які є способи виготовлення витоплюваних моделей із легкоплавких модельних композицій?
63. Що входить до складу модельної композиції КПсЦ 50-30-20?
64. Який основний компонент входить до складу розчинних модельних композицій?
65. Для чого під час заливання обов'язкове накриття форм при литті за моделями, що газифікуються?
66. Які умови зберігання моделей, що витоплюються?
67. Які існують методи формоутворення керамічних оболонок, виготовлених за витоплюваними моделями, перед їх заливанням?
68. Для чого додають органічний розчинник в процесі гідролізу етилсилікату?
69. Які існують способи з'єднання оболонкових півформ?
70. Що означає число в назві етилсилікату ЕТС-32?
71. Яка температура переходу пінополістиролу у склоподібний стан?
72. Яка температура випаровування ізопентану всередині гранул пінополістиролу?
73. Як регулюється товщина оболонкової форми при литті за моделями, що витоплюються?
74. Для чого в модельні композиції при литті за моделями, що витоплюються, додають каніфоль?
75. Які компоненти входять до складу модельної композиції ПС50-50?

76. Переваги способу лиття в оболонкові форми (порівняно із піщано-глинястими формами).
77. Недоліки способу лиття в оболонкові форми (порівняно із піщано-глинястими формами).
78. Переваги способу лиття за моделями, що витоплюються.
79. Недоліки способу лиття за моделями, що витоплюються.
80. Область використання способу лиття за моделями, що витоплюються.
81. Переваги способу лиття у керамічні форми.
82. Недоліки способу лиття у керамічні форми.
83. Переваги способу лиття за моделями, що газифікуються.
84. Недоліки способу лиття за моделями, що газифікуються.
85. Які спеціальні способи литва потребують використання формувальних матеріалів?
86. Які спеціальні способи литва НЕ потребують використання формувальних матеріалів?
87. В яких спеціальних способах литва використовують стрижні, виготовлені із керамічних або солекерамічних сумішей?
88. В яких спеціальних способах литва використовують постійні (багаторазові) ливарні форми?
89. В яких спеціальних способах литва використовують разові ливарні форми?
90. Які особливості графітових ливарних форм?
91. Для яких груп сплавів використовують лиття у графітові форми?
92. Яка тривалість виготовлення графітової форми?
93. Скільки графітова форма витримує заливань?
94. Що є основним дефектом чавунних виливків при литті у графітові форми?
95. Переваги способу литва у графітові форми
96. Що може бути матеріалом ливарного кокілью?
97. Які типи ливникових систем є характерними для литва у металеві форми (кокілі)?
98. Особливості металевих форм (кокілів).
99. Що застосовують для виведення повітря і газів із металевих форм (кокілів)?
100. До якої температури підігрівують перед заливанням алюмінієвих сплавів металеву форму (кокіль)?
101. До якої температури підігрівують перед заливанням залізобуглецевих сплавів металеву форму (кокіль)?
102. Для яких груп сплавів застосовують литво у кокіль?
103. Переваги способу литва у кокіль.
104. Недоліки способу литва у кокіль.
105. З якою метою наносять вогнетривке покриття (фарбу) на поверхню кокілью?
106. Які існують способи регулювання швидкості твердіння виливків у металевих формах (кокілях)?
107. Які дефекти можуть утворитися при виготовленні виливків у металевих формах (кокілях)?
108. Особливості способу литва в облицьований кокіль.
109. Чим покривають робочу поверхню форми при литві в облицьований кокіль?
110. Як здійснюють операцію облицювання кокілів піщано-смоляною сумішшю?
111. Недоліки способу литва у облицьований кокіль.
112. Які існують способи відцентрового литва?
113. В яких місцях вилівка розташовуються неметалеві вкраплення при відцентровому литті сталі?

114. В яких місцях виливка розташовуються неметалеві вкраплення при відцентровому литті магнієвого сплаву?
115. Особливості кристалізації виливків при відцентровому литті.
116. Способом відцентрового литва з горизонтальною віссю обертання можна виготовити які виливки?
117. Від яких факторів залежить густина металу у виливках, виготовлених відцентровим литвом?
118. В яких межах знаходиться швидкість обертання форми при відцентровому литві?
119. Переваги відцентрового литва.
120. Яким є технологічний вихід придатного при відцентровому литві?
121. Для яких груп сплавів застосовують литво під тиском?
122. Переваги способу литва під тиском.
123. Недоліки способу литва під тиском.
124. Які дефекти виливків утворюються при литті під тиском?
125. Які можливі режими заповнення прес-форми металом при литті під тиском?
126. Із яких матеріалів виготовляють прес-форми для литва під тиском?
127. Що є причиною низького виходу придатного литва при литті під тиском?
128. Які особливі елементи ливникової системи застосовують при литті під тиском?
129. Який основний тип ливникової системи застосовують при литті під тиском?
130. Які заходи влаштовують при литті під тиском для попередження потрапляння повітря у виливок?
131. До яких негативних наслідків призводить повітряна пористість виливків при литті під тиском?
132. Які режими термічного оброблення можна застосувати для виливків, виготовлених методом лиття під тиском?
133. Із яких матеріалів виготовляють ливарні стрижні при литті під тиском?
134. Який метод литва забезпечує найбільшу розмірну точність і найкращу якість поверхонь виливків?
135. За якими ознаками класифікують машини лиття під тиском?
136. Де відносно плавильного агрегату розташовують ливарну форму при методі лиття вакуумним всмоктуванням?
137. Від чого залежить швидкість заповнення розплавом форми при методі лиття вакуумним всмоктуванням?
138. Переваги методу литва вакуумним всмоктуванням (порівняно із литтям під тиском)
139. Які особливості має спосіб литва з кристалізацією під тиском (рідка штамповка)?
140. Які особливості має спосіб литва під низьким тиском?
141. Які переваги мають методи лиття у металеві форми порівняно із литтям у разові форми?
142. Які недоліки мають методи лиття у металеві форми порівняно із литтям у разові форми?
143. Які переваги має спосіб литва із протитиском?
144. Яким чином здійснюється вилучення виливка із прес-форми при литті під тиском?
145. Які литі вироби виготовляють методом безперервного литва?
146. Яким чином відбувається кристалізація металу при методі безперервного литва?
147. Сутність методу литва вижиманням.
148. Яким чином відбувається розплавлення металу при електрошлаковому способі лиття?
149. Для яких груп сплавів використовують електрошлаковий спосіб лиття?
150. Переваги способу електрошлакового лиття.

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

**Складено** професор, д.т.н., Ростислав ЛЮТИЙ  
посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

**Ухвалено** кафедрою Ливарного виробництва (протокол № 9 від 24 червня 2026 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 8/26 від 25 червня 2026 р.)