



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Аналіз та синтез ливарних систем

Шифр та назва спеціальності

G10 – Металургія

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація

–

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Освітня програма

Металургійні процеси та системи

Тип дисципліни

Обов'язкова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна,

Olha.Ponomarenko@khp.edu.ua

доктор технічних наук, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 35 років. автор більш ніж 380 науково- та навчально-методичних праць, з них 20 навчально-методичного характеру, 8 методичних посібників з грифом Міністерства освіти України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Теорія формування відливок», «Формувальні матеріали та суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Аддитивні технології у ливарному виробництві»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

У курсі лекцій представлено методологію системного аналізу та синтезу складних технічних систем та методологію системного підходу для рішення наукових і практичних задач ливарного виробництва з використанням апарату теорії систем, прикладних математичних методів, теорії структурної та параметричної надійності систем для підвищення ефективності вирішення задач по проектуванню, реконструкції та експлуатації ливарних технологічних систем для створення на їх базі нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва, що забезпечують випуск заданої кількості якісних відливок.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – дати майбутнім фахівцям знання основ системного аналізу і синтезу складних технічних систем, навчити використовувати методологію системного аналізу, математичні методи дослідження складних систем, теорію структурної та параметричної надійності систем для створення на їх базі нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації.

Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

СК1. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

СК 2. Здатність враховувати технічні, правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні аспекти інженерних та управлінських рішень в металургії.

СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.

СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій.

СК6. Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при плануванні або впровадженні нових технологічних процесів.

СК7. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати.

СК8. Здатність приймати ефективні рішення в металургії.

СК 9. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.

СК 13. Уміння здійснювати експериментальні дослідження у сфері металургійних процесів, опрацьовувати та аналізувати отримані результати, а також готувати їх до публікації.

Результати навчання

РН1. 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.

РН2. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних.

РН3. Розробляти заходи з охорони праці та навколишнього середовища при проведенні досліджень та у виробничій діяльності.

РН 5 Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.

РН6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.

РН8. Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.

РН10. Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії.

РН 15. Розуміння фізико-хімічних основ легування, мікролегування, модифікування та рафінування, впливу хімічного складу на структуроутворення і експлуатаційні властивості чорних і кольорових металів і сплавів.



PH 16. Розуміння різних способів формоутворення та проектування оснащення для різних видів литва.

PH 18. Здатність аналізувати концептуальні, математичні та комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, а також ефективно застосовувати їх для генерації нових знань і розробки інноваційних рішень у металургії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредита ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи -32 год, самостійна робота –86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Технологічні основи машинобудування», «Системи САМ/САМ/САЕ в ливарному виробництві», «Інформатика», «Обладнання ливарного виробництва», «Теорія формування виливків», «Печі ливарних цехів», «Автоматичні лінії та робототехнічні комплекси в ливарному виробництві».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі сучасних робочих процесів для отримання нових технологічних рішень в області технології і обладнання ливарного виробництва, що забезпечують випуск заданої кількості якісних відливок. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Вступ. Виникнення та розвиток системних уявлень. Науки, які займаються вивченням та дослідженням складних систем.. Основні ознаки, які відрізняють складні системи. Особливості системного підходу до рішення задач складних технічних систем. Основні поняття системи. Визначення та принципи системного аналізу і його використання для рішення задач щодо керування технологічними системами на етапах їх створення та експлуатації.	2
Тема 1. Основи системного аналізу та синтезу. Загальне ставлення і сучасні методи рішення задач аналізу та синтезу технічних систем. Системи, структура, елементи, підсистема, мета система, системні ефекти, функціональний та структурний зв'язок, критерії оптимального синтезу системи. Композиція та декомпозиція складних технічних систем. Ієрархічні системи та їх описання. Розробка критеріїв ефективності та цільових функцій на основі системного підходу при рішенні оптимізаційних задач ливарного виробництва. Рівні системного аналізу в ливарному виробництві, вилівка, технологія, спосіб виготовлення, технологічний комплекс, ливарний цех як основні технічні системи ливарного виробництва.	2
Тема 2. Системно-структурний метод дослідження систем. Вибір оптимального варіанту структури складної системи. Пошук оптимального варіанту конструктивної схеми пресового формувального	2



автомата. Аналіз стану виробничої системи. Використання системно-структурного методу для проектування автоматичних ливарних ліній (АЛЛ) на основі уніфікованих агрегатів. Методика прогнозування нових рішень в проектуванні ливарного обладнання

Тема 3. Структурні моделі.

2

Теорія графів. Використання теорії графів для аналізу структури та компонок автоматичних ливарних ліній. Використання елементів теорії графів при дослідженні технологічного процесу виробництва виливків з чавуну з кулькоподібного графіту.

Тема 4. Моделі ливарних систем.

4

Двобокий характер ливарної системи. Операційно-технологічні та агрегатно-технологічні графи. Аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності. Умови доцільного будівництва та функціонування ливарної системи. Ливарна система, як транспортна мережа. Визначення та властивості транспортної системи. Умови раціональної структури, доцільного функціонування, доцільного технологічного процесу, потреби в сировині, доцільна потужність агрегатів, взаємодії системи, відповідальності, найменшого перетину, безперервності функціонування системи, доцільного регулювання. Моделювання плавильних систем та умови їх доцільної будови. Виробництво сталі та чавуну. Сучасні ливарні цехи. Моделі ливарних цехів. Доцільна компоновка ливарних систем. Ливарні системи та АСУ.

Тема 5. Математичне описання елементів складних систем.

4

Вибір математичної схеми для описання елементів складних систем. Диференціальні та різницеві рівняння. Загальні динамічні системи: кінцеві автомати, ймовірні автомати, системи масового обслуговування. Марковські процеси, регеніруючі процеси, кусково-лінійні процеси. Вибір уніфікованої абстрактної схеми. Утворення загальної математичної моделі складної системи. Використання математичних схем для описування роботи обладнання ливарного цеху. Математичний апарат аналізу і синтезу ливарних систем. Сучасні методи аналізу складних стохастичних динамічних систем. Аналітичні та численні методи, їх можливість і область використання.

Тема 6. Імітаційне моделювання складних технічних систем.

4

Методологія імітаційного моделювання. Переваги. Порівняння з фізичним та математичним моделюванням. Области використання імітаційного моделювання. Етапи процесу імітаційного дослідження складних систем. Методика реалізації чисельних експериментів на ПК з моделями складних систем. Будова та принцип роботи робота для литва по витоплюваним моделям

Тема 7. Оптимізація ливарного цеху.

4

Аналіз ливарного цеху як складної динамічної технічної системи. Підсистеми ливарного цеху та їх взаємо зв'язок. Загальносистемні ефекти та зміни під час функціонування ливарного цеху. Методика розробки динамічних моделей функціонування підсистем ливарного цеху на основі імовірно-статистичного підходу. Методи рішення задачі календарного і оперативного планування ливарного цеху на основі методів математичного програмування. Ставлення та рішення задачі на основі лінійного програмування. Зведення задачі до канонічного виду, формування симплекс- матриці задачі, технологія використання стандартного математичного забезпечення для рішення задачі. Процес твердіння і охолодження металу у ливарній формі. Методи визначення швидкості і часу твердіння виливків.

Тема 8. Аналіз та синтез ливарної технології.

4

Основні поняття системного морфологічного і функціонально-коштовного підходів для аналізу функціональної та комбінаторно-структурного боку



засобу виготовлення виливків. Засіб виготовлення виливків як технічно розвиваюча система.

Структурно-функціональна модель засобу виготовлення форми та моделі. Основні параметри способу: 1) матеріали або сукупність матеріалів для виготовлення форми та моделей; 2) надання конфігурації форми; 3) стабілізація форми; 4) руйнування форми після твердіння вилівка; 5) утилізація відходів.

Методика систематизації наявності технічної інформатики по різних способам виготовлення виливків. Матриці технологічних можливостей, переваг та недоліків існуючих способів виготовлення виливків. Фреймові моделі подання знань та технологія виготовлення виливків. Комп'ютерні системи керування якістю виливків. Основні поняття про експертні системи. Знання і їх машинне уявлення. Продукційний та фреймовий підходи до формалізації технічних знань. Концепція активних знань і промислові експерименти у технологічних системах. Фреймова модель знань про властивості формувальних сумішей для автоматичних ліній виготовлення ливарних систем.

Тема 9. Ливарні технологічні системи.

4

Визначення технологічної системи ливарного виробництва, яка складається з підсистем: „вилівок – обладнання - підсистеми керування якістю виливків та надійності обладнання”. Загальносистемні параметри та змінні ефекти взаємодії підсистем.

Аналіз елементів ливарної технології. Поточні, конвеєрні та автоматичні лінії, транспортні системи, роботизовані комплекси обладнання як складні нелінійні стохастичні системи. Аналітичні, чисельні та програмні методи дослідження динаміки складних нелінійних стохастичних динамічних систем.

Методи функціонального, структурного та параметричного аналізу та синтезу складання систем ливарного обладнання. Розробка ієрархічної та топологічної моделей складної ливарної системи.

Синтез математичної моделі функціонування довільного елемента на основі математичного апарату імовірнісних автоматів. Ідентифікація вхідного та вихідного алфавітів, моделювання динаміки зміни внутрішнього етапу, розробка імовірних моделей перехідних та вихідних функцій вивчаємої системи. Концепція нормативного математичного моделювання складних технічних систем. Розробка нормативних математичних моделей ливарних систем на основі апарату імовірнісних методів моделювання. Рішення практичних задач на імітаційних моделях.

Загальна кількість годин

32

Практичні заняття

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять

Кількість годин Вагові коефіцієнти а

Тема 1. Моделювання систем ливарного цеху на основі апарату теорії графів.

6

1

Подвійний характер ливарної системи вимагає роздільної побудови моделей пластичної та скелетної частини. Технологічна частина описується операційно-технологічним графом, а скелетна за допомогою агрегатно-технологічного графа.

Тема 2. Розрахунок на ПК економічної ефективності від впровадження заходів, спрямованих на скорочення простоїв

4

1



автоматичних ливарних ліній.

Ознайомлення з роботою автоматичних ливарних ліній (АЛЛ) в процесі експлуатації та вплив простоїв ліній на їх продуктивність. Поелементний розрахунок величини економічної ефективності від запровадження заходів, вкладених у скорочення простоїв АЛЛ ливарних цехів.

Тема 3. Розрахунок на ПК оптимальної кількості плавильного обладнання цехів масового та крупносерійного виробництва. Розв'язання задачі з розрахунку потреби у плавильному обладнанні за критерієм мінімуму наведених витрат. Методика дозволяє розраховувати кількість та ємність різного плавильного обладнання (вагранок, електродугових та індукційних печей) для плавки чавуну та сталі.	6	1
--	---	---

Тема 4. Дослідження роботи автоматичних ліній на імітаційних моделях. Розробити імітаційну модель автоматичної ливарної лінії. Дослідити роботу автоматичних ливарних ліній на імітаційних моделях.	6	1
--	---	---

Тема 5. Структурна оптимізація процесу електромагнітної сепарації відпрацьованих формувальних сумішей та її розрахунок на ПК. На основі методики структурної оптимізації визначити оптимальну кількість електромагнітних сепараторів для формувально-сумішопідготовчої системи ливарного цеху.	6	1
---	---	---

Тема 6. Системно-структурний метод О. О. Белікова. Вибір оптимального варіанта структури складної системи за допомогою системно-структурного методу на прикладах: Знаходження оптимального варіанта конструктивної схеми пресового формувального автомата АЛЛ; Аналіз стану виробничої системи ливарного цеху.	4	1
---	---	---

Загальна кількість годин

32

$$\sum_{i=1}^n a_i = 6$$

Контрольні роботи

Контрольні роботи з курсу «Аналіз та синтез ливарних систем»

Вагові коефіцієнти b

Модульна контрольна робота № 1	1
---------------------------------------	---

1. Поняття системи та підсистеми. Наведіть приклади в галузі ливарного виробництва.
2. Наведіть якусь структуру ливарної системи.
3. Які системи відносяться простим та складним. Наведіть приклади.
4. Дайте визначення складної системи. Наведіть класифікацію систем за складністю. Приклади.
5. Назвіть основні ознаки складних систем.
6. Дайте визначення елемента системи Наведіть приклади.
7. Опишіть принципи композиції та декомпозиції для систем ливарного виробництва.
8. Що Ви знаєте про ієрархію ливарних систем. Назвіть характеристики ієрархічних систем.
9. Назвіть критерії ефективності при вирішенні оптимізаційних завдань ливарного виробництва.
10. Який математичний апарат використовується під час системного аналізу.



11. Назвіть шляхи вибору оптимального варіанту структури складної системи.
12. Назвіть суть системно - структурний метод Белікова О.О.
13. Дайте визначення графа та орграфа.
14. Основні показники графа. Дуги, вершини, маршрут, довжина маршруту, ланцюги.
15. Які використовують матриці для характеристики графів автоматичних ливарних ліній.
16. Дайте визначення матриці суміжності та коефіцієнта асиметричності графа.
17. Що характеризують матриці суміжності та відстаней.
18. Які основні припущення використовуються для аналізу компонок та роботи АЛЛ.

Модульна контрольна робота № 2

1

1. Дайте пояснення двобокому характеру ливарної системи.
2. Назвіть умови доцільного будівництва та функціонування ливарної системи.
3. Назвіть умови раціональної структури та доцільного функціонування.
4. Назвіть умови доцільного технологічного процесу, потреби у сировині, доцільна потужність агрегатів.
5. Назвіть умови взаємодії системи, відповідальності, найменшого перетину, безперервності функціонування системи, доцільного регулювання.
6. На основі яких вимог відбувається вибір математичної схеми для моделювання систем.
7. Назвіть математичні схеми, що найбільш використовуються.
8. Для опису яких систем використовують диференціальні та різницеві рівняння. Переваги та недоліки.
9. Які математичні схеми належать до загальних динамічних систем?
10. Переваги та недоліки кінцевих автоматів. Приклади.
11. Переваги та недоліки ймовірних автоматів. Приклади.
12. Переваги та недоліки системи масового обслуговування. Приклади.
13. Абстрактний імовірнісний автомат як універсальна математична схема.
14. Коли доцільно використати марковські процеси, регенеруючі процеси, кусковолінійні процеси?
15. Дайте визначення імітаційного моделювання складних систем.
16. Метод Монте-Карло. Переваги та недоліки.
17. Переваги та недоліки імітаційного моделювання.
18. Назвіть етапи процесу імітаційного дослідження складних систем.
19. Сформулюйте основні особливості системного підходу до аналізу ливарної технології.
20. Опишіть основні етапи синтезу процесів формоутворення.
21. Наведіть критерій оптимізації для вирішення технологічних задач.
22. Дайте аналіз процесу побудови математичної моделі процесів лиття.
23. Опишіть систему характеристик способів виготовлення виливка.
24. Сформулюйте основні етапи алгоритму вибору оптимального способу виготовлення виливків.
25. Наведіть основні етапи морфологічного моделювання процесу виплавки сталі.
26. Поясніть постановку і методику вирішення задачі синтезу ливарних сплавів.

Загалом

$$\sum_{i=1}^n b_i = 2$$

Самостійна робота

Курс передбачає підготовку розрахункового завдання за індивідуальною темою. На підставі заданої підсистеми ливарного цеху розробити її технологічну модель. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу



Тема 1. Поява автоматизованих та роботизованих комплексів та систем ливарного обладнання як початок нового етапу розвитку технологічних систем лиття. Основні етапи.	4
Тема 2. Виготовлення виливок в умовах масового та крупносерійного виробництва. Механізація процесу виготовлення форм. Моделювання процесу виготовлення форм і умови їх доцільної побудови.	6
Тема 4. Моделювання систем приготування сумішей. Свіжі формувальні матеріали і напівфабрикати. Системи обробки свіжих формувальних матеріалів. Моделювання системи підготовки свіжих формувальних матеріалів. Принципи регулювання та управління системами під час їх конструювання і виготовлення. Системи приготування сумішей. Системи підготовки виробництва. Моделювання системи виготовлення модельних комплектів. Моделювання стержневих систем і умови їх доцільної побудови. Моделювання фінішних операцій.	6
Тема 5. Основні поняття теорій множини та графів. Відношення, їх види, матричні та графічні методи їх представлення. Елементи і їх формальне описування. Абстрактний імовірнісний автомат як універсальна математична схема технічних підсистем динамічного типу в ливарному виробництві. Методи побудови основних характеристик імовірнісних автоматів.	8
Тема 6. Метод Монте-Карло і особливості його реалізації на обчислювальних машинах. Визначення необхідної точності чисельного моделювання складних систем.	8
Тема 7. Задача календарного та оперативного планування ливарного цеху як оптимізаційна задача комбінаторного типу. Математичне формулювання та методи рішення задач дискретного математичного програмування. Алгоритмічні рішення задачі на основі методики дискретного програмування та його реалізація на ПК. Комп'ютерні системи керування виробництвом та технологічним процесом виготовлення виливків. Основні поняття, зміст задач та методи їх рішення у межах автоматизованих систем керування виробництвом ливарного цеху. Автоматизована система керування технологічними процесами ливарного виробництва. Приготування формувальної суміші, виготовлення форм та стержнів, рідкого металу, формовки, фінішні операції. Склад задач структури систем, математичне та програмне забезпечення АСУ ТП ливарного виробництва.	6
Тема 8. Ставлення задач вибору оптимального засобу виготовлення виливків. Існуючі методи визначення раціонального засобу виготовлення виливків в залежності від типу виробництва, марки сплаву, вісових та габаритних характеристик, а також технічних вимог на вилівок та вилиту деталь. Графічні та аналітичні методи визначення раціонального засобу виготовлення виливка. Системний підхід до вибору оптимального способу. Формування критерію вибору оптимального способу виготовлення виливків у рамках системи: „виготовлення оснастки – виготовлення виливка – механічна обробка – експлуатація литої деталі”. Існуючі способи виготовлення оснастки для різних способів виготовлення виливка.	6
Тема 9. Дослідження динаміки функціонування формувально-сумішеприготувальних систем ливарного цеху. Методи збирання та обробки статистичної інформації про параметри функціонування системи. Визначення емпіричних умов функції розподілу відмов системи. Аналіз процесів відновлення в формувально-підготовчій системі. Система	6

математичних моделей динаміки погіршення надійності системи, як нормативна база для синтезу системи відновлення формуально-сумішеприготувального обладнання. Становлення та методи рішення задач оптимізації експлуатаційної надійності систем ливарного обладнання на основі пошуку екстремума загального критерію ефективності функціонування системи.

Тематика індивідуальних завдань

Виконання розрахункового завдання передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з аналізу та синтезу ливарних систем відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг звіту: 15–20 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [11]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Аналіз роботи плавильної системи для отримання вуглецевої сталі.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес отримання сплаву в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для одержання сплаву;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для отримання сплаву;
4. Вибрати список шихтових матеріалів отримання сплаву.
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування ливарної системи.

Тема 2. Аналіз роботи плавильної системи для отримання сірого чавуну.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес отримання сплаву в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для одержання сплаву;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для отримання сплаву;
4. Вибрати список шихтових матеріалів отримання сплаву.
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування ливарної системи.

Тема 3. Аналіз роботи плавильної системи для отримання ковкого чавуну.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес отримання сплаву в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для одержання сплаву;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для отримання сплаву;
4. Вибрати список шихтових матеріалів отримання сплаву.
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування ливарної системи.

Тема 4. Аналіз роботи системи підготовки вхідних формувальних матеріалів.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес підготовки вхідних формувальних матеріалів в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для підготовки вхідних формувальних матеріалів;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для підготовки вхідних формувальних матеріалів;



4. Вибрати список формувальних матеріалів отримання суміші;
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування системи підготовки вхідних формувальних матеріалів.

Тема 5. Аналіз роботи плавильної системи для отримання легованої сталі.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес отримання сплаву в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для одержання сплаву;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для отримання сплаву;
4. Вибрати список шихтових матеріалів отримання сплаву.
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування ливарної системи.

Тема 6. Аналіз роботи системи приготування формувальної суміші для одержання піщано-глинистої суміші.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес приготування формувальної суміші в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для приготування формувальної суміші;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для приготування піщано-глинистої суміші;
4. Вибрати список формувальних матеріалів отримання суміші;
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування системи приготування формувальної суміші для одержання піщано-глинистої суміші.

Тема 7. Аналіз роботи системи приготування стрижневої суміші для одержання стрижнів на смолах.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес приготування стрижневої суміші в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для приготування стрижневої суміші;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для приготування стрижневої суміші;
4. Вибрати список формувальних матеріалів отримання стрижневої суміші;
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування системи приготування стрижневої суміші для одержання стрижнів на смолах.

Тема 8. Аналіз роботи системи виготовлення форм для одержання відливок.

Для цього необхідно:

1. Вивчити процес виготовлення форм для одержання відливок в умовах ливарного цеху;
2. Визначити перелік обладнання та оснащення, необхідних для виготовлення форм для одержання відливок;
3. Визначити перелік операцій, необхідних для виготовлення форм для одержання відливок;
4. Вибрати список матеріалів виготовлення форм для одержання відливок;
5. Побудувати операційно-технологічний та агрегатно-технологічний графі системи ливарного цеха;
6. Зробити аналіз графів з допомогою матриць потрібності та відповідальності;
7. Визначити умови раціональної побудови та функціонування системи виготовлення форм для одержання відливок.



Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Ситник Г.П., Комаха Л.Г., Рудик А.О. Основи теорії систем та системного аналізу: навчальний посібник / за заг. ред. Г.П. Ситника ; ТОВ «Академпрес». – Київ, 2024. – 160 с.
2. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб.[Електррий ресурс] / Т.О. Прокопенко; М-во освіти України, Черкас.держ.технол.ун-т. – Черкаси:ЧДТУ, 2020. – 139 с.
3. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Khoroshylov, O., Yevtushenko, S., Berlizeva, T., Vorobyov, M., Lukianov, I. (2023). Using an Object-Oriented Approach in Foundry Production. (Использование объектно-ориентированного подхода в литейном производстве).In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762, pp. 604-615. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_48
4. OI Ponomarenko, SD Yevtushenko, NS Yevtushenko, TV Berlizeva, MM Vorobiov. Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings.(Робастные методы управления литейными процессами и качеством отливок). /4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Kryvyi Rih, Ukraine, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1254 012007 DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/0120078.
5. Ponomarenko, O. (2024). Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. (Управление работой плавильных печей в литейных цехах с использованием имитационных моделей) / Ponomarenko, O. , Yevtushenko, N., Lysenko, T., Yevtushenko, S., Vorones, V., Shelepko, P., Vorobyov, V. // In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham. (Scopus) https://doi.org/10.1007/978-3-031-70670-7_16
6. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Saithareiev, L., Yevtushenko, S., Dzhaniqian, A. (2025). Modern Methods for Synchronizing the Operation of Subsystems of the Foundry Workshop. (Современные методы синхронизации работы подсистем литейного цеха). In: Ivanov, V., Silva, F.J.G., Trojanowska, J., Pinto, A.M.G. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing VIII. DSMIE 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95211-1_8
7. Olga Ponomarenko, Nataliia Yevtushenko, Tetiana Berlizeva, Igor Grimzin, Tatiana Lysenko. (2022) A Method for Calculating the Strength Performance of Cast Parts. In: Tonkonogyi V., Ivanov V., Trojanowska J., Oborskyi G., Pavlenko I. (eds) Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. September 6-9, 2022 | Odessa, Ukraine. C. 473-481 https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_45
8. Ponomarenko, O. (2024). Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. (Управление работой плавильных печей в литейных цехах с использованием имитационных моделей) / Ponomarenko, O. , Yevtushenko, N., Lysenko, T., Yevtushenko, S., Vorones, V., Shelepko, P., Vorobyov, V. // In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham. (Scopus).
9. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Saithareiev, L., Yevtushenko, S., Dzhaniqian, A. (2025). Modern Methods for Synchronizing the Operation of Subsystems of the Foundry Workshop. (Современные методы синхронизации работы подсистем литейного цеха). In: Ivanov, V., Silva, F.J.G., Trojanowska, J., Pinto, A.M.G. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing VIII. DSMIE 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95211-1_8

Додаткова література

- 10.Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Аналіз та синтез ливарних систем" [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форми навчання за спец. G9 "Прикладна механіка" та G10 "Металургія" / уклад.: Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – 2-ге вид., перероб. та доп. – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПИ", 2025. – 63 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/87590>



11.Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Аналіз та синтез ливарних систем» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності G10 «Металургія»/ уклад. О.І. Пономаренко –Х.:НТУ «ХПІ», 2025 – 24 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91950>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з заліком), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^n b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F



Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Дата погодження, підпис



30.06.2025

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри

Ольга ПОНОМАРЕНКО

Гарант ОП

Дмитро ДЬОМІН

