

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра МіТЛВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до теоретичного курсу та завдання на контрольну роботу
з дисциплін**

**« Моделювання та оптимізація технічних систем та процесів»,
«Теорія технічних систем»**

**для студентів освітнього ступеня бакалавр заочної форми
навчання спеціальностей 136 «Металургія», освітньої
програми «Ливарне виробництво чорних та кольорових
металів та сплавів»**

**та 131 «Прикладна механіка», освітньої програми
«Обладнання та технології ливарного виробництва»**

2019

Методичні вказівки до теоретичного курсу та завдання на контрольну роботу з дисциплін « Моделювання та оптимізація технічних систем та процесів», «Теорія технічних систем» для студентів освітнього ступеня бакалавр заочної форми навчання спеціальностей 136 «Металургія», освітньої програми «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів та сплавів» та 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Обладнання та технології ливарного виробництва» /Укл.: А.В. Пархоменко, Я.А.Василевська – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 17 с.

Укладачі: А.В. Пархоменко, к.т.н., доцент кафедри МіТЛВ,
Я.А.Василевська, асистент каф МіТЛВ.

Рецензент: В.М.Сажнев, к.т.н., доцент кафедри МіТЛВ,

Відповідальний

за випуск: В.Г.Іванов, зав. каф. МіТЛВ, д.т.н., доц.

Затверджено
на засіданні кафедри
МіТЛВ
Протокол №
від “__” _____ 2019 р.

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол №
від “__” _____ 2019 р.

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни “Моделювання та оптимізація технічних систем та процесів” є оволодіння теорією та навичками майбутньої проектно-конструкторської та виробничо-технологічної діяльності, формування у студента уявлення про основні етапи і методи моделювання технічних систем, різноманітних способів формалізації технологічних, проектних та організаційних задач ливарного виробництва, використання алгоритмічних та програмних засобів рішення цих задач на ЕОМ.

Внаслідок вивчення цієї дисципліни студент повинен засвоїти знання, вміння та навички:

- побудови детермінованих та статистичних моделей різноманітних процесів ливарного виробництва, їх реалізації на обчислювальній техніці та дослідження за допомогою машинного моделювання цих процесів;
- формалізації ливарних задач у вигляді лінійного програмування і їх рішення за допомогою ЕОМ;
- використання методів математичної оптимізації для вирішення питань ливарного виробництва.

Програма дисципліни складається з частин:

- 1 Ливарне виробництво – як складна технічна система;
- 2 Методологія ливарних процесів;
- 3 Моделювання ливарних процесів за допомогою методів детермінованого моделювання;
- 4 Використання статистичного моделювання у ливарному виробництві;
- 5 Оптимізація технічних систем у ливарному виробництві.

У першій частині передбачено знайомство з ливарним виробництвом як із складною технічною системою.

У другій частині розглядається методологія інженерної творчості – проектування, автоматизованого проектування, систем автоматизованого проектування, принципи їх побудови, структури.

У третій частині викладено основні поняття про моделювання технічних систем і процесів. Надається класифікація математичних моделей (ММ), етапи побудови детермінованих моделей.

Четверта частина розглядає використання статистичного моделювання для вирішення питань ливарного виробництва.

У п'ятій частині викладено основні положення оптимізації технічних систем. Розглядається використання різноманітних методів математичної оптимізації у ливарному виробництві.

Засвоєння дисципліни базується на загально-інженерній підготовці. Курс складається з лекційних та лабораторних занять. Кожний студент виконує по курсу контрольну роботу. Лабораторні заняття виконуються в університеті в термін установчої сесії. При вивченні дисципліни треба засвоїти кожену частину і відновити на запитання для самоперевірки.

З 25 варіантів контрольних завдань студент виконує той варіант, номер якого відповідає номеру в обліковому журналі академічної групи.

Відповіді на запитання мають бути чіткі, короткі, при необхідності супроводжуватися схемами та ескізами. Робота оформлюється згідно СТП-15-96.

Контрольну роботу необхідно писати або друкувати на папері, залишаючи поля для позначок та зауважень. В кінці роботи має бути перелік літературних джерел.

На обкладинці студент має вказати найменування дисципліни, номер роботи, прізвище, ім'я, по-батькові, домашню адресу, шифр (номер залікової книжки) і підпис.

Контрольна робота надсилається до університету в термін учбового графіку, але не пізніше двох тижнів до початку екзаменаційної сесії. Робота вважається зарахованою після отримання позитивної рецензії, якщо ні, то робота повертається студентові на доробку або на повторне виконання.

2 ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

2.1 Ливарне виробництво – складна технічна система

Система – як засіб вивчення об’єктів та процесів. Класифікація технічних систем (ТС). Типи та види відношень між ТС. Перетворення в технічних системах. Відображення операцій ливарного виробництва.

Методичні вказівки

Вивчаючи цей розділ необхідно чітко уявити, що таке ТС, її зв’язок з навколишнім середовищем, вхідні, внутрішні та вихідні параметри, їх обмеження. Навчитися розглядати технологічні операції ливарного виробництва як ТС. Чітко уявляти поняття система, підсистема, елемент.

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке технічна система?
- 2 Що таке декомпозиція системи?
- 3 Які зв’язки існують між ТС і навколишнім середовищем?
- 4 Чому вхідні параметри мають бути незалежні, а вихідні – залежні?
- 5 Назвіть приклади “системи”, “підсистеми” та “елемента”.

2.2 Методологія інженерної творчості

Проектування, автоматизоване проектування (АП), системи автоматизованого проектування. Основні етапи, маршрути, схеми, структура, вимоги, принципи побудови та класифікація САПР.

Методичні вказівки

Треба отримати поняття що таке проектування, АП, САПР. Звернути увагу на принципи побудови, структуру та класифікацію САПР.

Питання для самоконтролю

- 1 Що таке проектування?
- 2 Особливості процесу проектування?
- 3 Блочно-ієрархічний метод проектування, його переваги та недоліки?
- 4 Яка різниця між автоматизованим та автоматичним проектуванням?
- 5 Назвіть етапи, маршрути проектування у ЄСКД та САПР.
- 6 Назвіть принципи побудови САПР.
- 7 Що вміщує в себе обслуговуюча частина САПР?
- 8 Які функції може виконувати САПР?
- 9 Як класифікуються етапи, маршрути проектування у ЄСКД та САПР?
- 10 Що таке автоматизоване проектування?

2.3 Моделювання ливарних процесів за допомогою методів детермінованого моделювання

Загальна класифікація та поняття моделі. Математичні моделі, їх класифікація, етапи побудови детермінованих моделей. Математичний опис основних фізико-хімічних процесів ливарного виробництва. Розробка аналітичних та чисельних моделей для систем із скупченими та розподіленими параметрами.

Методичні вказівки

Треба чітко уявити що таке модель, моделювання, математичне моделювання. Занямаються класифікацією математичних моделей та чітко уявляти термінологію і поняття цієї класифікації. Вивчити послідовність етапів побудови детермінованих моделей.

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке модель, моделювання?
- 2 Що надає моделювання?
- 3 Які вимоги до ММ?
- 4 Які вимоги до вхідних параметрів ММ?

5 Як визначити метод рішення задачі моделювання?

6 Який вигляд мають моделі для систем із скупченими параметрами?

7 Що таке адекватність детермінованої моделі, як вона визначається?

8 У чому полягає процес корегування детермінованої моделі у випадку її неадекватності?

9 Який вигляд має модель ідеального змішування?

2.4 Використання статистичного моделювання у ливарному виробництві

Статистичне моделювання технічних процесів. Етапи побудови статистичної моделі. Пасивний та активний експеримент. Регресивний кореляційний та дисперсійний аналіз. Повний та роздрібнений факторний експеримент.

Методичні вказівки

При вивченні цього розділу треба ретельно розібратися у суті методів математичної статистики: кореляційного, дисперсійного та регресійного аналізу. Запам'ятати етапи побудови статистичних моделей, вимоги до моделей, вхідних та вихідних параметрів.

Питання для самоперевірки

1 Яка модель називається статистичною?

2 Задачі статистичного моделювання?

3 Що таке пасивний експеримент?

4 Назвіть етапи побудови статистичної моделі.

5 Який експеримент називають активним?

6 Що вирішують кореляційний, регресійний та дисперсійний аналізи?

7 Чому дорівнюють коефіцієнти парної та множинної кореляції і кореляційного співвідношення?

8 Що означає поставити задачу при статистичному моделюванні?

- 9 Як вибрати фактори, що впливають на вихідні змінні?
 10 Як проранжувати фактори?

2.5 Оптимізація технічних систем у ливарному виробництві

Загальні відомості та сутність оптимізації. Поняття безумовної та умовної, багатомірної та одномірної, лінійної та нелінійної оптимізацій. Використання систем масового обслуговування, “теорії гри”, методів випадковостей при моделюванні ливарних процесів.

Методичні вказівки

Ознайомитись з поняттям “оптимізація”, критеріями, обмеженнями, методами одно-, багатофакторної та оптимізації випадкових процесів.

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке оптимізація?
- 2 Яка структура моделі оптимізації?
- 3 Які обмеження використовують при оптимізації?
- 4 Наведіть приклади одномірної, багатомірної, однопараметричної та багатопараметричної оптимізацій.
- 5 Що таке умовна та безумовна оптимізація?
- 6 Назвіть методи одномірної безумовної оптимізації.
- 7 Назвіть методи багатомірної безумовної оптимізації.
- 8 Що таке симплекс і його основна властивість?
- 9 Де в ливарному виробництві використовують умовну оптимізацію?
- 10 Назвіть методи багатопараметричної оптимізації.
- 11 Де і коли в ливарному виробництві використовують “теорію гри” для оптимізації?
- 12 Де в ливарному виробництві використовують теорію “систем масового обслуговування”?

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

- 3.1 Побудова технічної системи ливарної операції.
- 3.2 Розробка алгоритму технологічного процесу виробництва відливка.
- 3.3 Побудова детермінованої моделі ливарного процесу.
- 3.4 Побудова статистичної моделі ливарного процесу.
- 3.5 Лінійне програмування.
- 3.6 Імітаційне моделювання процесів ливарного виробництва.

4 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ

Контрольна робота складається з двох теоретичних питань та однієї практичної задачі – побудови детермінованої моделі процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном. Послідовність вирішення практичної задачі наступна:

- 1 Вивчити методику побудови детермінованої моделі.
- 2 Вибрати у додатку А конфігурацію відливка та місце підводу металу в нього, згідно номера свого варіанту.
- 3 Розробити математичну модель у відповідності з завданням і обраним методом вирішення задачі (див. методичні вказівки 5.3.1, л.р. №1).
- 4 Скласти схему алгоритму розрахунку часу заповнення відливка рідким металом.
- 5 Скласти і налагодити програму для ЕОМ.
- 6 Провести контрольні розрахунки на ЕОМ.
- 7 Виконати опис розв'язку практичної задачі, який повинен містити:
 - а) ескіз відливка заданої форми;
 - б) опис етапів розробки математичної моделі;
 - в) схему алгоритму розрахунку;
 - г) програму розрахунку для ЕОМ;
 - д) результати розрахунків;
 - е) графік залежності: час (τ) та швидкість заповнення форми (w) від висоти металу у формі (h).

Варіант 1

- 1 Класифікація технічних систем.
- 2 Симплексний метод оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 2

- 1 Система як засіб вивчення об'єктів і процесів та їх класифікація.
- 2 Умовна оптимізація процесів, які мають лінійні моделі.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 3

- 1 Типи та види відношень між технічними системами.
- 2 Методи безумовної багатомірної оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 4

- 1 Структура, принципи побудови та класифікація САПР.
- 2 Методи багатопараметричної оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 5

- 1 Методологія інженерної творчості (проекування, автоматизоване проектування, САПР).
- 2 Моделювання та оптимізація за методом Монте-Карло.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 6

- 1 Виробнича діяльність інженера ливарного виробництва.
- 2 Умовна оптимізація з нелінійними математичними моделями.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 7

1 Загальна класифікація технологічних процесів ливарного виробництва.

2 Моделювання та оптимізація за допомогою “теорії гри”.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 8

1 Перетворення в технічній системі.

2 Оптимізація за допомогою “систем масового обслуговування”.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 9

1 Блочно-ієрархічне проектування.

2 Категорії властивостей технічних систем.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 10

1 Класифікація математичних моделей.

2 Етапи розвитку технічних систем.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 11

1 Математична модель, вимоги до неї.

2 Етапи створення технічних систем.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 12

1 Модель, моделювання, загальна класифікація моделей.

2 Еволюція технічних систем.

3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 13

- 1 Статистичне моделювання, переваги та недоліки.
- 2 “Згортка” параметрів ранжування багатопараметричної оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 14

- 1 Етапи побудови статистичної математичної моделі.
- 2 Тенденції розвитку та використання технічних систем.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 15

- 1 Етапи побудови детермінованих моделей.
- 2 Категорії властивостей технічних систем.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 16

- 1 Перевірка адекватності аналітичних та чисельних моделей.
- 2 Лінійна “згортка” параметрів при багатопараметричній оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 17

- 1 Принципи вибору факторів та параметрів при статистичному моделюванні.
- 2 “Згортка” параметрів за допомогою функції бажаності при багатопараметричній оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 18

- 1 Елементи регресійного аналізу.
- 2 Метод виключення інтервалів при безумовній оптимізації функцій однієї змінної.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 19

- 1 Планування та підготовка експерименту при статистичному моделюванні.
- 2 Метод Гауса-Уілсона при багатомірній безумовній оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 20

- 1 Вимоги до матриць планування та принципи побудови роздрібненого факторного експерименту ДФЕ $k \dots m$.
- 2 Метод Гауса-Зейделя багатомірної безумовної оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 21

- 1 Побудова матриці повного факторного експерименту ПФЕ 2^3 .
- 2 Метод випадкового пошуку при багатомірній безумовній оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 22

- 1 Поняття та проведення кореляційного аналізу.
- 2 Метод градієнту при багатомірній безумовній оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 23

- 1 Загальні відомості про оптимізацію технічних систем.
- 2 Критерії та методи оптимізації.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 24

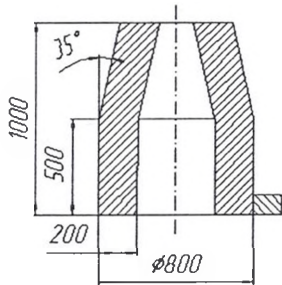
- 1 Методи безумовної оптимізації однієї змінної.
- 2 Метод поділення інтервалів навпіл при безумовній оптимізації функції однієї змінної.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Варіант 25

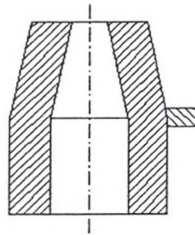
- 1 Елементи дисперсійного аналізу.
- 2 Метод “золотого перетину” при безумовній оптимізації функції однієї змінної.
- 3 Побудувати детерміновану модель процесу заповнення ливарної форми рідким чавуном.

Додаток А

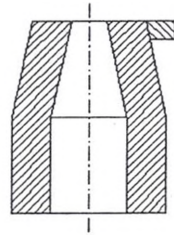
Варіанти конфігурації відливків



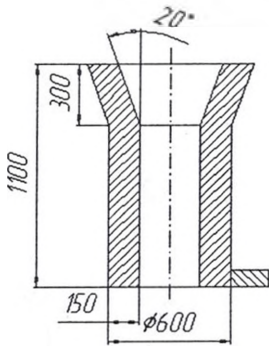
1



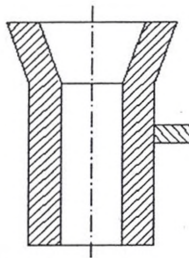
2



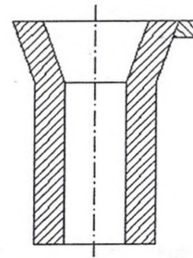
3



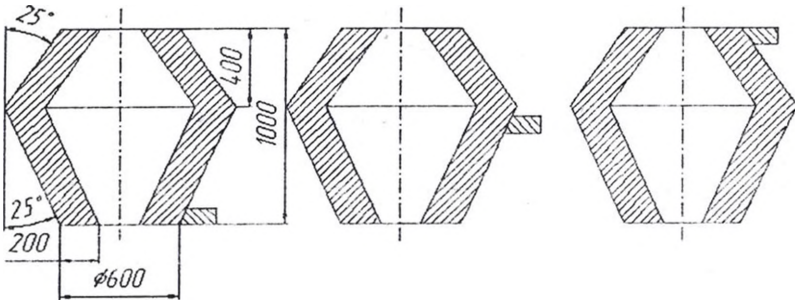
4



5



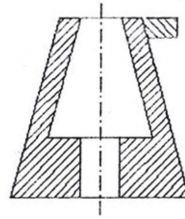
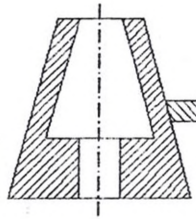
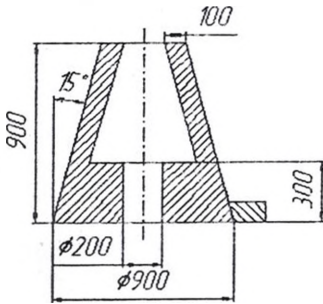
6



7

8

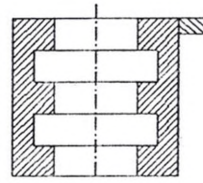
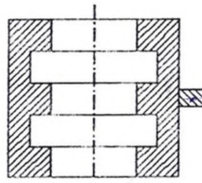
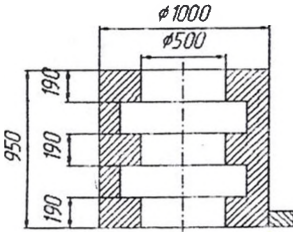
9



10

11

12

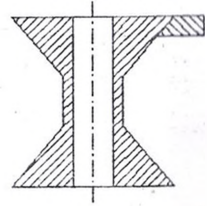
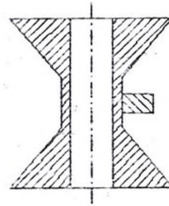
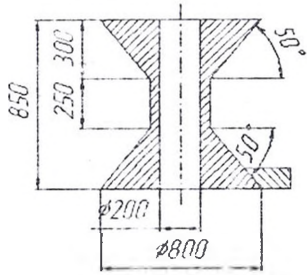


13

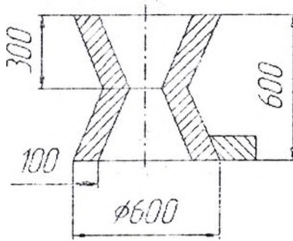
14

15

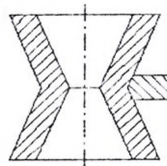
19



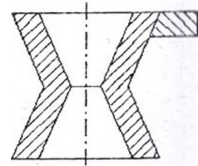
16



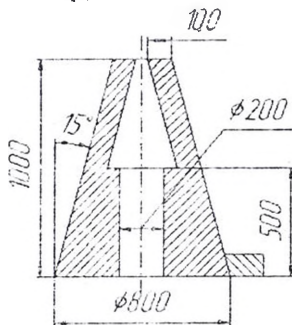
17



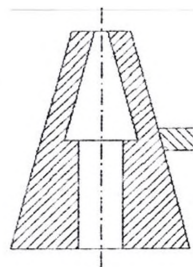
18



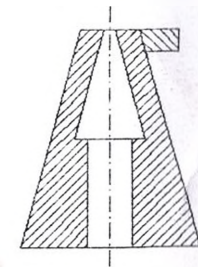
19



20



21



22

23

24