НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

Питання, задачі, завдання

для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь

з дисципліни

«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»

для здобувачів вищої освіти
підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
у галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
з спеціальності 161 «Хімічна технологія та інженерія»
спеціалізації «радіаційний та хімічний захист»

Харків - 2017

Питання, задачі та завдання для поточного контролю знань і вмінь з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об’єктів хімічної технології»

Контрольні питання по темі: «Основні моделі потоків»

Варіант 1.

Модель ідеального змішування:
1) основні припущення, що приводять до моделі;
2) рівняння моделі: вид рівняння, опис (назва, розмірності) всіх величин, що використовують у рівнянні.

Варіант 2.

Модель ідеального витеснення:
1) основні припущення, що приводять до моделі;
2) рівняння моделі: вид рівняння, опис (назва, розмірності) всіх величин, що використовують у рівнянні.

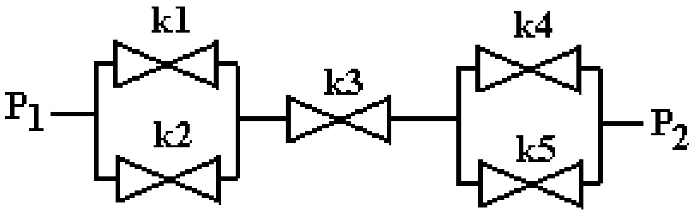
Варіант 3.

Секційна модель:
1) основні припущення, що приводять до моделі;
2) рівняння моделі: вид рівнянь опис (назва, розмірності) всіх величин, що використовують у рівняннях.

Розрахунок гідравлічної мережі
(аналітичне рішення)

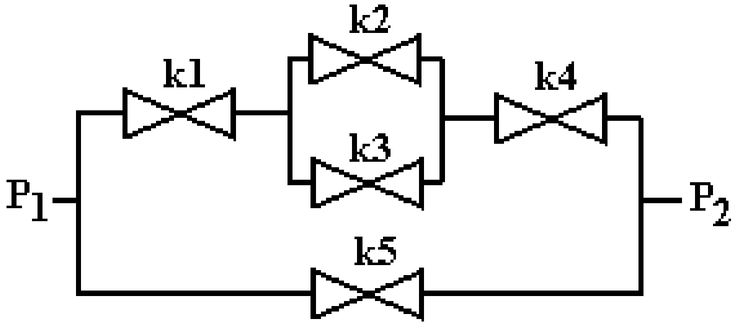
Варіант 1

Визначити загальну витрату в лінії між ділянками з тиском $P_1 = 5 \cdot 10^5$ Па та $P_2 = 1 \cdot 10^5$ Па зображеній на гідравлічній схемі. Коефіцієнти пропускної спроможності звужуючих пристроїв дорівнюють k1=0,009 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k2=0,012 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k3=0,001 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k4=0,015 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k5=0,020 $м^{3,5}/кг^{0,5}$.



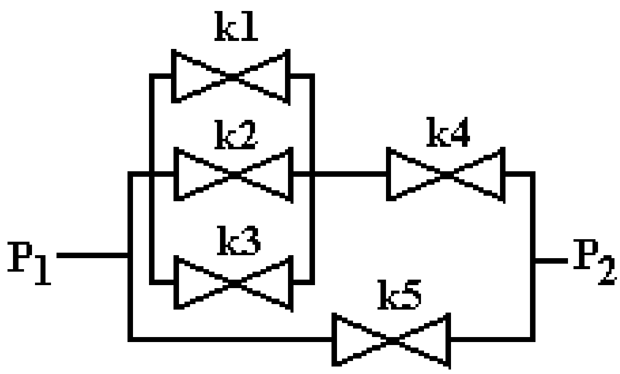
Варіант 2

Визначити загальну витрату в лінії між ділянками з тиском $P_1 = 5 \cdot 10^5$ Па та $P_2 = 1 \cdot 10^5$ Па зображеній на гідравлічній схемі. Коефіцієнти пропускної спроможності звужуючих пристроїв дорівнюють k1=0,009 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k2=0,012 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k3=0,001 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k4=0,015 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k5=0,020 $м^{3,5}/кг^{0,5}$.



Варіант 3

Визначити загальну витрату в лінії між ділянками з тиском $P_1 = 5 \cdot 10^5$ Па та $P_2 = 1 \cdot 10^5$ Па зображеній на гідравлічній схемі. Коефіцієнти пропускної спроможності звужуючих пристроїв дорівнюють k1=0,009 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k2=0,012 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k3=0,001 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k4=0,015 $м^{3,5}/кг^{0,5}$, k5=0,020 $м^{3,5}/кг^{0,5}$.

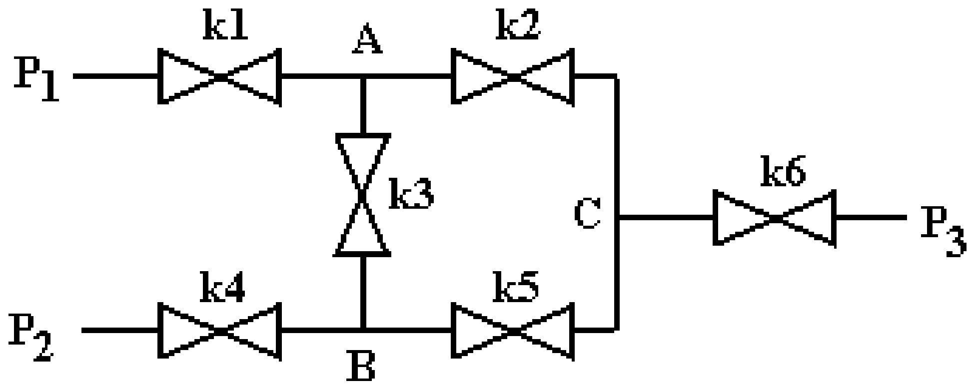


Розрахунок гідравлічної мережі

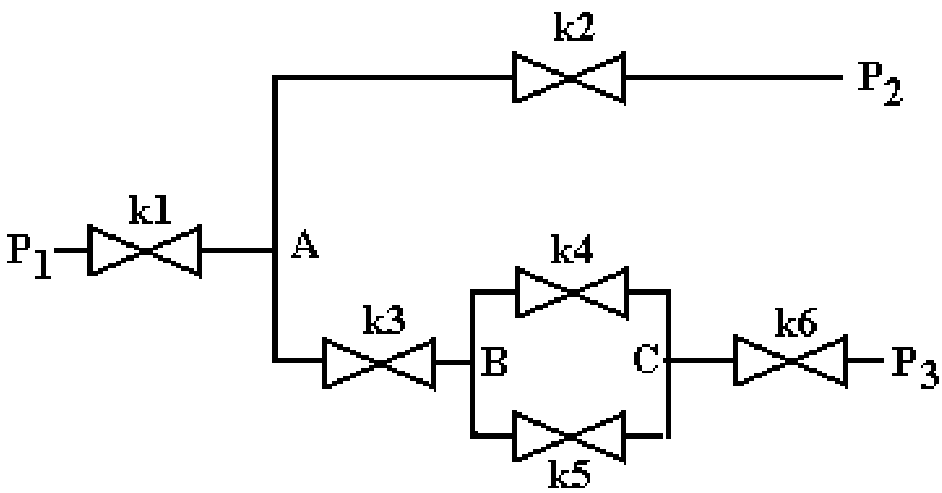
(написання системи рівнянь мережі)

Написати систему рівнянь, що описують функціонування мережі при заданих величинах тисків P_1, P_2,·P_3 та коефіцієнтів пропускної спроможності звужуючих пристроїв k1, k2, k3, k4, k5, k6 (систему рівнянь відносно витрат крізь звужуючі пристрої та тисків P_A, P_B,·P_C у вузлах мережі).

Варіант 1



Варіант 2



Контрольні завдання по темі массопередача.

Варіант 1.

1. Масопередача: визначення поняття.
2. Рівняння молекулярної дифузії (закон Фіка): вид рівняння, назви і розмірності усіх задіяних у рівнянні величин.
3. Рівняння масовіддачі: вид рівняння, назви і розмірності усіх задіяних у рівнянні величин.

Варіант 2.

1. Масовіддача: визначення поняття.
2. Рівняння потоку компонента при конвекційному переносі: вид рівняння, назви і розмірності усіх задіяних у рівнянні величин.
3. Рівняння масопередачі: вид рівняння, назви і розмірності усіх задіяних у рівнянні величин.

Контрольні завдання по темі «Моделювання хімічних реакцій».

Варіант 1.

Скласти систему рівнянь хімічної кінетики, доповнену диференціальним рівнянням теплового балансу, для складної реакції, що перебігає в замкнутій системі без зміни її об'єму та складається з трьох простих реакцій,

$$A + B \xrightarrow{k1(T)} F + 2R,$$

$$F + 2B \xrightarrow{k2(T)} 2R + S,$$

$$2R + S \xrightarrow{k3(T)} F + 2B.$$

Вважати, що константи хімічних реакцій задовольняють рівнянням Арреніуса з заданими значеннями як енергій активації (відповідно, E_1, E_2, E_3) так передекспоненціальних множників (відповідно, k_{10}, k_{20}, k_{30}). Ізобарна питома об'ємна теплоємність реакційної суміші (c'_p) задана і вважається незмінною.

Додатково задано значення теплового ефекту першої реакції відносно одиниці продукту R ($Q^{(1)}_{p.R}$).

Варіант 2.

Скласти систему рівнянь хімічної кінетики, доповнену диференціальним рівнянням теплового балансу, для складної реакції, що перебігає в замкнутій системі без зміни її об'єму та складається з трьох простих реакцій,

$$A + 2B \xrightarrow{k1(T)} F + 2R,$$

$$F + 2R \xrightarrow{k2(T)} A + 2B,$$

$$R + 2A \xrightarrow{k3(T)} S.$$

Вважати, що константи хімічних реакцій задовольняють рівнянням Арреніуса з заданими значеннями як енергій активації (відповідно, E_1, E_2, E_3) так передекспоненціальних множників (відповідно, k_{10}, k_{20}, k_{30}). Ізобарна питома об'ємна теплоємність реакційної суміші (c'_p) задана і вважається незмінною.

Додатково задано значення теплового ефекту третьої реакції відносно одиниці реагенту A ($Q^{(3)}_{p.A}$).

Варіант 3.

Скласти систему рівнянь хімічної кінетики, доповнену диференціальним рівнянням теплового балансу, для складної реакції, що перебігає в замкнутій системі без зміни її об'єму та складається з трьох простих реакцій,

$$2A + B \xrightarrow{k1(T)} 2F + R,$$

$$2F + 2B \xrightarrow{k2(T)} R + S,$$

$$R + S \xrightarrow{k3(T)} 2F + 2B.$$

Вважати, що константи хімічних реакцій задовольняють рівнянням Арреніуса з заданими значеннями як енергій активації (відповідно, E_1, E_2, E_3) так передекспоненціальних множників (відповідно, k_{10}, k_{20}, k_{30}). Ізобарна питома об'ємна теплоємність реакційної суміші (c'_p) задана і вважається незмінною. Додатково задано значення теплового ефекту першої реакції відносно одиниці продукту F ($Q^{(1)}_{p.\,F}$).

Задачі на визначення вибіркових характеристик.

Варіант 1.

Розрахувати вибіркове середнє, вибіркову дисперсію та вибіркове середнє квадратичне відхилення від середнєго значення випадкової величини X, за результатами вибірки

(5, 12, 16, 8, 4).

Варіант 2.

Розрахувати вибіркове середнє, вибіркову дисперсію та вибіркове середнє квадратичне відхилення від середнєго значення випадкової величини X, за результатами вибірки

(2, 4, 3, 7, -1, 3).

Варіант 3.

Розрахувати вибіркове середнє, вибіркову дисперсію та вибіркове середнє квадратичне відхилення від середнєго значення випадкової величини X, за результатами вибірки

(-4, -2, 2, 6, 3).

Варіант 4.

Розрахувати вибіркове середнє, вибіркову дисперсію та вибіркове середнє квадратичне відхилення від середнєго значення випадкової величини X, за результатами вибірки

(-3, 3, 1, 2, -1, 4).

Варіанти завдань
"Побудова регресійних залежностей у середовищі MathCad"

Варіант 1.

Використовуючи середовище MathCad, описати експериментальні дані залежності в'язкості 10% розчину $Al(NO_3)_3$ (y) від температури (x) лінійним та параболічним рівнянням регресії. Визначити залишкові дисперсії отриманих рівнянь, порівняти їх адекватність при рівні значимості 5%. Зробити висновки.

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
y	2.34	1.99	1.71	1.50	1.33	1.18	1.07	0.97	0.88

Варіант 2.

Використовуючи середовище MathCad, описати експериментальні дані залежності теплопровідності 10% розчину $Al(NO_3)_3$ (y) від температури (x) лінійним та параболічним рівнянням регресії. Визначити залишкові дисперсії отриманих рівнянь, порівняти їх адекватність при рівні значимості 5%. Зробити висновки.

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
y	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61

Варіант 3.

Використовуючи середовище MathCad, описати експериментальні дані залежності теплоємкості 10% розчину BCl_2 (y) від температури (x) лінійним та параболічним рівнянням регресії. Визначити залишкові дисперсії отриманих рівнянь, порівняти їх адекватність при рівні значимості 5%. Зробити висновки.

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
y	3652	3657	3662	3668	3672	3680	3688	3701	3709

Варіант 4.

Використовуючи середовище MathCad, описати експериментальні дані залежності густини 10% розчину $Ca(NO_3)_2$ (y) від температури (x) лінійним та параболічним рівнянням регресії. Визначити залишкові дисперсії отриманих рівнянь, порівняти їх адекватність при рівні значимості 5%. Зробити висновки.

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
y	3666	3667	3667	3668	3668	3669	3669	3669	3670

Варіанти завдань

“Обробка результатів повнофакторного експерименту у середовищі MathCad”

Завдання 1.

Досліджувалася межа міцності при стиску зразків цементу фосфатного отвердіння – у (МПа). Факторами були: z_1 – температура термообробки, ^{o}C; z_2 – час термообробки, хв; z_3 – кількість зв’язувача, %. Був проведений повний факторний експеримент за планом, наведеним у таблиці. Кожний дослід був проведений двічі. Потрібно побудувати математичну модель і оцінити її адекватність (з достовірністю 5%). У звіті надати оціночні значення: 1) максимальної вибіркової дисперсії; 2) дисперсії параметра оптимізації; 3) довірчого інтервалу коефіцієнтів регресійного рівняння; 4) дисперсії адекватності; 5) адекватного максимально простого рівняння регресії.

План експерименту

№	x1	x2	x3	y	
1	-1	1	1	79.3	75.35
2	1	1	1	85.1	83.35
3	1	-1	1	59.4	60.33
4	1	1	-1	72.5	77.79
5	-1	-1	1	42.3	45.7
6	-1	-1	-1	48.7	42.56
7	-1	1	-1	62.5	63.46
8	1	-1	-1	51.4	59.79

Завдання 2.

Досліджувалася газопроникність формовочної сміши - у. Факторами були: z_1 – вміст глини у суміші, %; z_2 – вміст вологи у суміші, %; z_3 – час перемішування, хв. Був проведений повний факторний експеримент за планом, наведеним у таблиці. Кожний дослід був проведений двічі. Потрібно побудувати математичну модель і оцінити її адекватність (з достовірністю 5%). У звіті надати оціночні значення: 1) максимальної вибіркової дисперсії; 2) дисперсії параметра оптимізації; 3) довірчого інтервалу коефіцієнтів регресійного рівняння; 4) дисперсії адекватності; 5) адекватного максимально простого рівняння регресії.

План експерименту

№	x1	x2	x3	y	
1	1	1	1	88	96
2	-1	1	1	155	171
3	1	-1	1	105	115
4	-1	-1	1	138	146
5	1	1	-1	75	79
6	-1	1	-1	148	156

7	1	-1	-1	104	106
8	-1	-1	-1	142	144

Завдання 3.

Досліджувалася прочність у сирому стані формовочної сміши - у. Факторами були: z_1 – вміст глини у суміші, %; z_2 – вміст вологи у суміші, %; z_3 – час перемішування, хв. Був проведений повний факторний експеримент за планом, наведеним у таблиці. Кожний дослід був проведений двічі. Потрібно побудувати математичну модель і оцінити її адекватність (з достовірністю 5%). У звіті надати оціночні значення: 1) максимальної вибіркової дисперсії; 2) дисперсії параметра оптимізації; 3) довірчого інтервалу коефіцієнтів регресійного рівняння; 4) дисперсії адекватності; 5) адекватного максимально простого рівняння регресії.

План експерименту

№	x1	x2	x3	y	
1	1	1	1	1.40	1.64
2	-1	1	1	0.48	0.56
3	1	-1	1	0.90	1.02
4	-1	-1	1	0.60	0.76
5	1	1	-1	1.08	1.24
6	-1	1	-1	0.28	0.36
7	1	-1	-1	0.48	0.32
8	-1	-1	-1	0.24	0.32

Задачі на екстремум функції однієї змінної

Варіант 1

Визначити при якій концентрації реагенту “c” реалізується максимально можливе значення швидкості ізотермічної хімічної реакції, рівняння якої має вигляд:

$$\frac{dc}{d\tau} = k \cdot \sqrt{c} \cdot (c_0 - c),$$

де k і c_0 - позитивні сталі швидкості реакції і характерної концентрації, відповідно.

Варіант 2

Визначити при якій концентрації реагенту “c” реалізується максимально можливе значення швидкості ізотермічної хімічної реакції, рівняння якої має вигляд:

$$\frac{dc}{d\tau} = k \cdot \sqrt{c} \cdot (\sqrt{c_0} - \sqrt{c}),$$

де k і c_0 - позитивні сталі швидкості реакції і характерної концентрації, відповідно.

Варіант 3

Визначити при якій концентрації реагенту “c” реалізується максимально можливе значення швидкості ізотермічної хімічної реакції, рівняння якої має вигляд:

$$\frac{dc}{d\tau} = k \cdot c \cdot (c_0^2 - c^2),$$

де k і c_0 - позитивні сталі швидкості реакції і характерної концентрації, відповідно.

Варіант 4

Визначити при якій концентрації реагенту “c” реалізується максимально можливе значення швидкості ізотермічної хімічної реакції, рівняння якої має вигляд:

$$\frac{dc}{d\tau} = k \cdot c \cdot (\sqrt{c_0} - \sqrt{c}),$$

де k і c_0 - позитивні сталі швидкості реакції і характерної концентрації, відповідно.

Варіанти завдань

“Рішення задачі лінійного програмування у середовищі MathCad”

Завдання 1.

Засобами пакету MathCad визначити <u>максимальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = x1 + 3 \cdot x2 + 2 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$4 \cdot x1 + x2 + 2 \cdot x3 \le 4;$$

$$2 \cdot x1 + 3 \cdot x2 + 2 \cdot x3 \le 10;$$

$$5 \cdot x1 + 3 \cdot x2 + 3 \cdot x3 \ge 8;$$

$$x1 \ge 0; \quad x2 \ge 2; \quad x3 \le 10.$$

Завдання 2.

Засобами пакету MathCad визначити <u>мінімальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = 7 \cdot x1 - 3 \cdot x2 + 10 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$8 \cdot x1 + 5 \cdot x2 + x3 \ge 200;$$

$$6 \cdot x1 + 4 \cdot x2 + 8 \cdot x3 \ge 10;$$

$$10 \cdot x1 - 2 \cdot x2 - 3 \cdot x3 \le 10;$$

$$x1 \ge 0; \quad x2 \le 10; \quad x3 \ge 25.$$

Завдання 3.

Засобами пакету MathCad визначити <u>максимальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = x1 - 5 \cdot x2 + 6 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$4 \cdot x1 + x2 + 4 \cdot x3 \ge 4;$$

$$2 \cdot x1 - 2 \cdot x2 + 3 \cdot x3 \le 10;$$

$$5 \cdot x1 + 7 \cdot x2 + x3 \ge 18;$$

$$x1 \ge 1; \quad x2 \le 2; \quad x3 \le 8.$$

Завдання 4.

Засобами пакету MathCad визначити <u>мінімальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = 2 \cdot x1 - 3 \cdot x2 + 4 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$2 \cdot x1 + 5 \cdot x2 + 2 \cdot x3 \ge 50;$$
$$5 \cdot x1 + x2 + 6 \cdot x3 \ge 9;$$
$$9 \cdot x1 + 2 \cdot x2 - 3 \cdot x3 \le 5;$$
$$x1 \ge 0; \quad x2 \le 4; \quad x3 \ge 10.$$

Завдання 5.

Засобами пакету MathCad визначити <u>максимальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = 2 \cdot x1 - 4 \cdot x2 + 5 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$3 \cdot x1 + 5 \cdot x2 - x3 \le 6;$$
$$-x1 - 2 \cdot x2 + 6 \cdot x3 \ge 1;$$
$$x1 + x2 + x3 \le 8;$$
$$x1 \le -3; \quad x2 \ge 0; \quad -4 \le x3 \le -1.$$

Завдання 6.

Засобами пакету MathCad визначити <u>мінімальне</u> значення критерію оптимальності F, що має вигляд

$$F = -x1 + 4 \cdot x2 + 2 \cdot x3,$$

за наявності системи обмежень на фактори x1, x2 та x3:

$$x1 - 5 \cdot x2 + 3 \cdot x3 \le 5;$$
$$-x1 + x2 + x3 = 4;$$
$$x1 + x2 + 2 \cdot x3 \ge 8;$$
$$x1 \ge -1; \quad x2 \ge 1; \quad x3 \ge 2.$$

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

для підготовки до екзамену з дисципліни

"Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології".

1. Загальні питання моделювання. Фізичне та математичне моделювання. Математична модель.

2. Основні типи процесів. Класифікація технологічних процесів як об'єктів моделювання.

3. Основні етапи математичного моделювання. Види та вимоги до математичних моделей. Кількісне та якісне дослідження математичних моделей.

4. Математичні моделі з урахуванням гідродинамічної структури в апараті. Ідеалізовані моделі. Загальний підхід до складання математичного опису об'єктів хімічної технології.

5. Математичні моделі руху потоків. Складання рівнянь балансів. Математичний опис джерел та стоків речовини і тепла.

6. Загальний вигляд моделі ідеального змішування (МІЗ), моделі ідеального витиснення (МІВ).

7. Моделювання хімічних процесів, хімічних реакторів. Типи реакторів.

8. Моделювання проточного реактору ідеального змішування. (РІЗ). Створення математичного опису моделей РІЗ для конкретної реакційної схеми, теплового ефекту, теплового режиму роботи.

9. Моделювання періодичного реактору ідеального змішування. (РІЗ-П). Створення математичного опису моделей РІЗ-П для конкретної реакційної схеми, теплового ефекту, теплового режиму роботи.

10. Моделювання реактору ідеального витиснення (РІВ) в нестаціонарному та стаціонарному режимах роботи.

11. Моделювання процесів абсорбції. Загальні положення. Моделювання абсорберу в режимах прямотоку та протитоку.

12. Математичне моделювання гідравлічних систем в стаціонарному режимі. Застосування методу ітерації з релаксацією для рішення рівнянь математичного опису гідравлічної системи.

13. Математичне моделювання теплообмінників. Постановка задачі, вибір методу.

14. Моделювання теплообмінників «труба в трубі» з рухом теплоносіїв «прямоток» та «протиток».

15. Поняття статистичної моделі. Загальний підхід до розробки статистичної моделі. Поняття факторів та факторного простору. Пасивний та плановий експеримент. Статистичні оцінки випадкових величин.

16. Кореляційний та регресивний аналіз. Обробка результатів однофакторних експериментів методом найменших квадратів.

17. Статистичний аналіз рівняння регресії. Лінійна та параболічна регресія. Критерій Фішера. Засоби лінеаризації нелінійних по параметрам рівнянь.

18. Повний факторний експеримент (ПФЕ) першого порядку. Обробка результатів ПФЕ.

19. Випадок проведення ПФЕ першого порядку в присутності паралель-

них дослідів в одній точці факторного простору. Обробка результатів.

20. Рішення задач оптимізації об'єктів хімічної технології. Постановка задач оптимізації. Критерії оптимальності (цільова функція), урахування обмежень. Стратегія розв'язання задач оптимізації.

21. Аналітичні методи розв'язання задач оптимізації без обмежень.

22. Оптимізація при наявності обмежень.

23. Лінійне програмування.

24. Алгоритм безградієнтних методів нелінійного програмування.

25. Градієнтні методи оптимізації.

Задачі

1. Використовуючи середовище MathCad, описати експериментальні дані залежності в'язкості 10% розчину $Al(NO_3)_3$ (y) від температури (x) лінійним та параболічним рівнянням регресії. Провести статистичний аналіз отриманих рівнянь, порівняти їх адекватність.

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
y	2.34	1.99	1.71	1.50	1.33	1.18	1.07	0.97	0.88

2. Рівняння для розрахунку швидкості реакції окиснення оксиду азоту $2NO+O_2 \rightarrow 2NO_2$ має вигляд

$$W=K\cdot x^2\cdot y,$$

де x - концентрація NO, % об.; y – концентрація O_2, % об.

Враховуючи, що y=100-x, визначити максимальне значення швидкості реакції окиснення оксиду азоту та його концентрацію.

3. Використовуючи середовище MathCad, визначити оптимальну температуру, при якій досягається максимальна швидкість оборотної екзотермічної реакції $A \leftrightarrow R$, якщо константи швидкості прямої $\mathrm{A} \rightarrow \mathrm{R}$ і зворотної $\mathrm{A} \leftarrow \mathrm{R}$ реакцій становлять $k_1 = 3\cdot 10^7 \cdot e^{\frac{-48604}{8.31\cdot T}}, c^{-1}$ і $k_2 = 2.7\cdot 10^{19} \cdot e^{\frac{-124024}{8.31\cdot T}}, c^{-1}$, відповідно. Початкова концентрація реагенту А $c_{A,0}$=1 кмоль; діапазон температур для пошуку оптимальної [298 К- 348 К]; ступень перетворення реагенту А для визначення оптимального профілю температур x_A=0.2.

Тестові питання
з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології», внесені до державного іспиту.

1. Яку величину мінімізують при побудові регресійної залежності за методом найменших квадратів?

1.1. Суму квадратів відхилень вибіркових значень відгуку від значень відгуку, постульованих рівнянням регресії.
1.2. Суму відхилень вибіркових значень відгуку від значень відгуку, постульованих рівнянням регресії.
1.3. Суму абсолютних значень відхилень вибіркових значень відгуку від значень відгуку, постульованих рівнянням регресії.
1.4. Абсолютне значення різниці між математичним очікуванням вибіркових значень відгуку і математичним очікуванням значень відгуку, постульованих рівнянням регресії.

2. Які обмеження накладає обсяг вибірки (n) на ступінь (k) поліноминального рівняння регресії, що будується на основі цієї вибірки?

2.1. $k < n$.
2.2. $k > n$.
2.3. $k < (n+1)$.
2.4. k – не обмежено.

3. Які задачі відносяться до задач лінійного програмування?

3.1. Задачі в яких і параметр оптимізації і всі обмежуючі умови є лінійними функціями факторів.
3.2. Задачі в яких тільки параметр оптимізації є лінійною функцією факторів.
3.3. Задачі в яких тільки обмежуючі умови є лінійною функцією факторів.
3.4. Задачі в яких похідні параметра оптимізації і обмежуючих умов по факторним змінним дорівнюють нулю.

4. Визначити при якій концентрації реагенту "c" реалізується максимально можливе значення швидкості ізотермічної хімічної реакції, рівняння якої має вигляд:

$$\frac{dc}{d\tau} = k \cdot c \cdot (c_0^2 - c^2),$$

де k і c_0 - позитивні сталі швидкості реакції і характерної концентрації, відповідно.

4.1. Максимальне значення швидкості реакції реалізується при $c = c_0/\sqrt{3}$.
4.2. Максимальне значення швидкості реакції реалізується при $c = c_0$.
4.3. Максимальне значення швидкості реакції реалізується при $c = c_0 \cdot \sqrt{3}$.
4.4. Максимальне значення швидкості реакції реалізується при $c = c_0/\sqrt{2}$.

5. Які припущення (щодо просторових залежностей) відповідають моделі ідеального змішування у апараті?

5.1. Розподіл субстанції і температурний розподіл у апараті однорідні.

5.2. Розподіл субстанції у апараті є однорідним, а температурний розподіл може бути довільним.

5.3. Розподіл субстанції у апараті є неоднорідним, а температурний розподіл однорідний.

5.4. Розподіл субстанції і температурний розподіл у апараті неоднорідні.

6. Які припущення (щодо незалежних змінних) відповідають моделі ідеального змішування у апараті?

6.1. Концентрації залежать тільки від часу.

6.2. Концентрації залежать від часу і просторової координати.

6.3. Концентрації залежать тільки від просторової координати.

6.4. Розподіл субстанції і температурний розподіл у апараті неоднорідні.

7. Чому дорівнює коефіцієнт пропускної спроможності (k) ділянки гідравлічної мережі? Ця ділянка утворюється двома з'єднаними <u>послідовно</u> звужуючими пристроями з коефіцієнтами пропускної спроможності k_1 і k_2.

7.1. $k = 1 \Big/ \sqrt{\dfrac{1}{k_1^2} + \dfrac{1}{k_2^2}}$ 7.2. $k = k_1 + k_2$

7.3. $k = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}$ 7.4. $k = 1 \Big/ \left(\dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}\right)$

8. Чому дорівнює коефіцієнт пропускної спроможності ділянки гідравлічної мережі? Ця ділянка утворюється двома з'єднаними <u>паралельно</u> звужуючими пристроями з коефіцієнтами пропускної спроможності k_1 і k_2.

8.1. $k = k_1 + k_2$ 8.2. $k = 1 \Big/ \sqrt{\dfrac{1}{k_1^2} + \dfrac{1}{k_2^2}}$

8.3. $k = 1 \Big/ \left(\dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}\right)$ 8.4. $k = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}$

9. Який вигляд має необхідна умова екстремуму критерію оптимізації $F(x_1, x_2)$, що є неперервною функцією факторів оптимізації x_1 та x_2, всередині області зміни цих факторів?

9.1. $\dfrac{\partial F(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 0$ та $\dfrac{\partial F(x_1, x_2)}{\partial x_2} = 0$

9.2. $F(x_1, x_2) = 0$

9.3. $\dfrac{\partial^2 F(x_1, x_2)}{\partial x_1 \partial x_2} = 0$

9.4. $\dfrac{\partial F^2(x_1, x_2)}{\partial x_1^2} = 0$ та $\dfrac{\partial F^2(x_1, x_2)}{\partial x_2^2} = 0$

10. Які припущення (щодо просторових залежностей) відповідають секційній моделі потоку у апараті?

5.1. Об'єм апарату розбито на об'єми (секції), у межах кожної з яких розподіл субстанції і температурний розподіл є однорідними.

5.2. Об'єм апарату розбито на об'єми (секції), у межах кожної з яких розподіл субстанції і температурний розподіл є неоднорідними.

5.3. Розподіл субстанції у всьому об'ємі апарату є однорідним.

5.4. Розподіл температури у всьому об'ємі апарату є однорідним.