

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

методичні вказівки
з організації самостійної роботи здобувачів
з дисципліни
"Контроль та керування хіміко-технологічними процесами "

Харків 2024

УДК 614.842

Дурєєв В.О., Антошкін О.А. Методичні вказівки з організації самостійної роботи здобувачів з дисципліни «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами».

У методичних вказівках узагальнений підхід з організації самостійної роботи здобувачів при вивченні дисципліни «Автоматика раннього виявлення надзвичайних ситуацій». Складені варіанти самостійної роботи.

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з пожежної та виробничої автоматики своєю метою мають систематизацію, поглиблення і закріплення теоретичних і практичних знань та умінь, отриманих здобувачами вищої освіти під час навчання в університеті і вивчення курсу пожежної та виробничої автоматики, самостійно застосовувати їх при рішенні навчальних і службових задач.

Самостійна робота припускає в собі виконання індивідуального завдання з вирішення модульних задач. У завданні міститься номер варіанта, основна мета і задачі, вихідні дані, необхідні для виконання роботи, перелік літератури та ім'я керівника з числа професорсько-викладацького складу кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій. Робота виконується здобувачем вищої освіти самостійно під керівництвом викладача-консультанта.

Найбільш підготовленим здобувачам вищої освіти за узгодженням з керівником дозволяється виконувати індивідуальні завдання, які узагальнюють практику діяльності підрозділів ДСНС України, а також розробці, дослідження і виготовлення різноманітних приладів, пристроїв і наочних посібників за системами, установками і елементами автоматичного протипожежного захисту.

Представлення результатів самостійної роботи організується кафедрою, відповідно до розкладу занять, що укладається навчальним відділом університету. При незадовільній оцінці здобувач вищої освіти повинен повторно виконати роботу.

Загальні вимоги до виконання самостійної роботи

Самостійна робота виконується за індивідуальним завданням. Номер варіанта вихідних даних для виконання самостійної роботи вибирається викладачем. Вихідні дані для усіх варіантів надає викладач на занятті.

Використовуючи початкові дані, необхідно виконати стандартний розрахунок, використовуючи практичний досвід роботи, теоретичні знання, практичні навички, навчальну і довідкову літературу. У ході роботи необхідно використовувати відомі розрахункові методики і науково-практичні рекомендації. На основі проведених аналізу й оцінок необхідно обрати для об'єкту найбільш ефективні рішення.

У висновках необхідно узагальнити отримані результати, скласти загальну схему й описати рішення. Крім того, відзначити причини й особливості прийнятих рішень, отриманих результатів розрахунків.

1. Задачі на визначення похибок

Перевід одиниць виміру до системи СІ.

Дано – щільність речовини 120 г/см^3 . Перевести у системні одиниці виміру (кг/м^3).

Допоміжні множники:

$$m=1\text{кг}/1000\text{г}$$

$$V=(1/100)^3$$

Якщо переводять у більші одиниці, то ділять (значення зменшується), якщо в менші – то перемножують (значення збільшується).

$$\rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) = 120 \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{100} \right)^3} = 120 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{100^3}{1} = 120 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$$

Дано – швидкість стрічкового транспортера 15 км/год . Перевести у системні одиниці виміру (м/с).

Допоміжні множники:

$$L=1000\text{м}/1\text{км}$$

$$T=3600\text{с}/1\text{год.}$$

$$v \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 15 \cdot \frac{1000}{1} \cdot \frac{1}{3600} = 4,1 \text{ м/с}$$

Абсолютна, відносна та приведена похибки

$$\text{Абсолютна} - \Delta x = |x_v - x|$$

x_v – вимірне значення, x – дійсне.

Під час метрологічної перевірки гирі було визначено, що її маса складає 0,5 кг. А під час поточного її використання на побутових електронних вагах було визначена маса 0,53 кг. Визначити абсолютну похибку електронного приладу.

$$\Delta x = |x_v - x| = |0,53 - 0,5| = 0,03$$

$$\text{Відносна} - \overline{\Delta x} = \frac{|x_v - x|}{x}$$

$$\overline{\Delta x} = \frac{|x_v - x|}{x} = \frac{|0,53 - 0,5|}{0,5} = 0,006$$

$$\text{Приведена} - \gamma = \frac{\Delta x}{x_N} = \frac{|x_v - x|}{x_N}$$

x_N – діапазон вимірювань.

Максимальне значення на шкалі вагів – 5 кг.

$$\gamma = \frac{|x_v - x|}{x_N} = \frac{|0,53 - 0,5|}{5} = 0,06$$

Ціна одного ділення шкали вимірювального приладу.

Амперметр з максимальним значенням на шкалі 5 А. Кількість рисок – 50. Визначити «ціну» однієї риски.

$$Ц = \frac{П}{n} = \frac{5}{50} = 0,1\text{А}$$

Інструментальна похибка:

$$d = \frac{Ц}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05\text{А}$$

Похибка спільних вимірів.

$$U = IR$$

$$I = 0,5 \pm 0,01\text{A (абсолютна похибка } \Delta I=0,01)$$

$$R = 10 \pm 0,2\text{Ом (абсолютна похибка } \Delta R=0,02)$$

Визначимо коли буде найкраще значення U.

$$U_{\text{найкращ}} = I_{\text{найкращ}} \cdot R_{\text{найкращ}} = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ В}$$

Розрахуємо відносну похибку.

$$\overline{\Delta I} = \frac{\Delta I}{I_{\text{найкращ}}} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 = 2\%$$

$$\overline{\Delta R} = \frac{\Delta R}{R_{\text{найкращ}}} = \frac{0,2}{10} = 0,02 = 2\%$$

Відповідно відносна похибка U буде складати:

$$\overline{\Delta U} = 2\% + 2\% = 4\%$$

Загальне правило знаходження похибки спільних вимірів.

- відносна похибка суми перебуває між найбільшою і найменшою з відносних похибок доданків (діапазон).
- відносна похибка множення або ділення дорівнює сумі відносних похибок співмножників або діленого і дільника.

Абсолютна похибка серії вимірів.

При вимірі маси з використання важільних вагів отримали значення 99,8 г, 101,2 г, 100,3 г, 100,8 г. Інструментальна похибка приладу $d=0,05$ г. Знайти дійсне значення і абсолютну похибку.

Спочатку знаходимо середнє значення маси

$$m_{\text{середн}} = \frac{99,8 + 101,2 + 100,3 + 100,8}{4} \approx 100,52 \text{ г.}$$

Можна прийняти його за дійсне значення маси.

Абсолютна похибка для кожного виміру:

$$\Delta_1 = |100,52 - 99,8| = 0,72$$

$$\Delta_2 = |100,52 - 101,2| = 0,68$$

$$\Delta_3 = |100,52 - 100,3| = 0,22$$

$$\Delta_4 = |100,52 - 100,8| = 0,28$$

Середня абсолютна похибка

$$\Delta_{\text{CP}} = \frac{0,72 + 0,68 + 0,22 + 0,28}{4} = 0,47$$

Абсолютна похибка:

$$\Delta m = \max\{\Delta_{\text{CP}}, d\} = \max\{0,47, 0,05\} = 0,47 \text{ гр}$$

Результат:

$$m = m_{\text{CP}} \mp \Delta m = 100,52 \mp 0,47 \text{ гр}$$

Відносна похибка:

$$\overline{\Delta m} = \frac{0,47}{100,52} \cdot 100\% \approx 0,05\%$$

2. Задачі по будові функціональних схем автоматики.

Принцип побудови умовного зображення приладу



Основні умовні позначення



- прилад ФСА;



- виконавчий механізм (наприклад електродвигун на засувці);



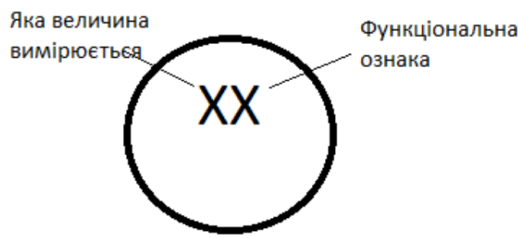
- прилад ФСА, що розташований за місцем;



- прилад ФСА, що встановлений на щиті, пульті.



УВАГА! Першим у будь якій ФСА йде чутливий елемент!



Приклади маркування чутливих елементів.



- первинний датчик температури;



- первинний датчик тиску.

Функціональні ознаки приладу.



- вимірювач тиску з індикацією, що встановлений на місці;

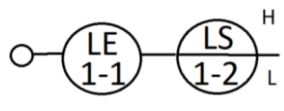


- вимірювач тиску з індикацією, що встановлений на щиті;

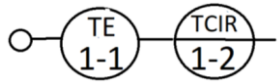


- вимір рівня з індикацією та сигналізацією про нижній рівень.

Функціональні ланцюги.



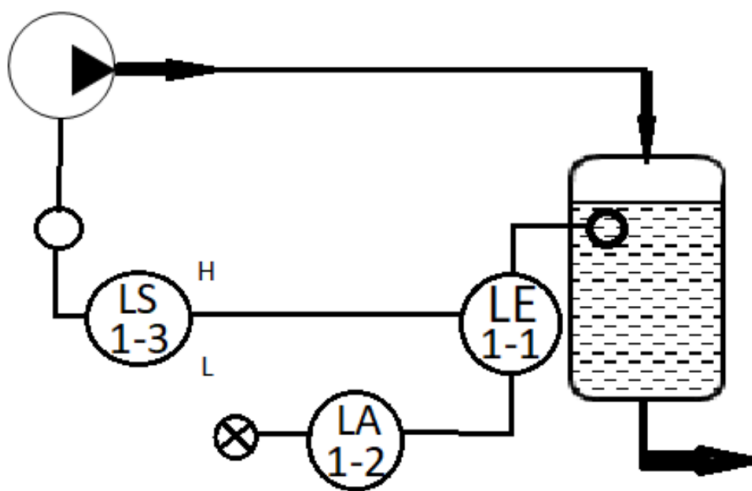
- позиційний регулятор рівня рідини, що встановлений на щіті;



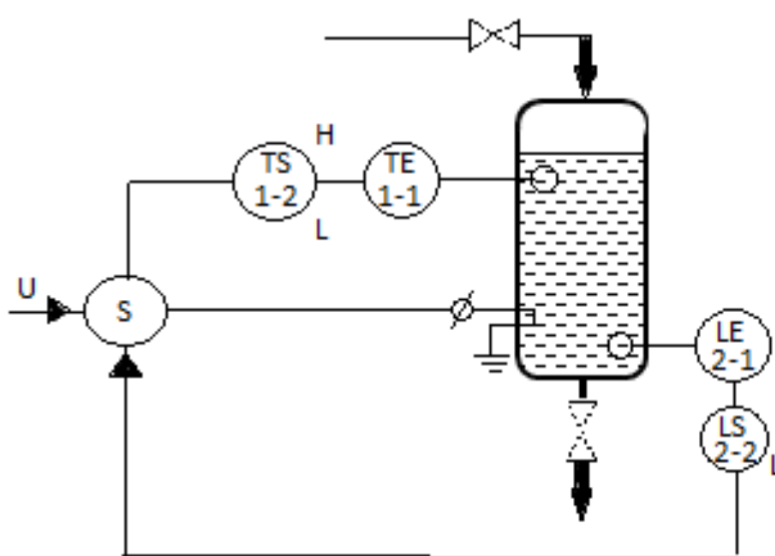
- безперервний регулятор температури, що встановлений на щіті, з індикацією і реєстрацією параметрів.

Функціональні схеми.

Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в технологічному апараті шляхом регулювання притока. Передбачити сигналізацію про досягнення мінімального рівня рідини в ємності.



Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тепловим електричним нагрівачем (ТЕН). Передбачити захист ТЕН від «сухого ходу».



Варіант 1

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - датчик температури;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - позиційний вимір, індикація та реєстрація маси;
 - сигналізація про нижній рівень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора температури, що встановлений на пульті;
 - безперервного регулятора тиску з індикацією, що встановлений на місці.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в ємності шляхом включення-відключення електричного нагрівача. Передбачити сигналізацію про досягнення максимального рівня температури.

Варіант 2

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - датчик рівня;
 - первинний вимірюючий перетворювач температури з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач тиску з реєстрацією сигналу;
 - безперервний вимір, індикація вологості;
 - сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівень щільності.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора рівня рідини, що встановлений на пульті;
 - безперервного регулятора щільності з реєстрацією та індикацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в автоматичному водоживлювачі шляхом включення-відключення насос-підвищувача при досягненні верхнього та нижнього рівнів. Передбачити сигналізацію про досягнення мінімального рівня тиску.

Варіант 3

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - датчик щільності;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - позиційний вимір, реєстрація температури;
 - сигналізація та реєстрація про верхній рівень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора витрат рідини, що встановлений на пульті;

– безперервного регулятора температури на електронагрівачі з індикацією верхнього та нижнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу».

Варіант 4

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- первинний датчик тиску;
- первинний вимірюючий перетворювач рівня
- вимірювач температури з індикацією сигналу;
- безперервний вимір, реєстрація температури;
- сигналізація та показ про верхній та нижній рівень температури.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- безперервного регулятора температури, що встановлений на місці;
- позиційного регулятора тиску, що встановлений на місці, з відключенням насоса при досягненні верхнього рівня;

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу».

Варіант 5

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- первинний датчик вологості;
- первинний вимірюючий перетворювач тиску;
- вимірювач рівня з реєстрацією та індикацією сигналу;
- позиційний вимір та індикація тиску;
- сигналізація та реєстрація про верхній рівень щільності.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- безперервного регулятора рівня, що встановлений на місці, з відключенням насоса при досягненні верхнього рівня;
- позиційного регулятора температури з індикацією верхнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в газовому котлі шляхом зміни подачі палива. Передбачити:

- сигналізацію максимально допустимого значення тиску в котлі;
- захист котла при досягненні максимального тиску шляхом скидання в атмосферу.

Варіант 6

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- первинний датчик щільності;
- первинний вимірюючий перетворювач вологості;
- вимірювач температури з індикацією сигналу;

- безперервний вимір та реєстрація температури;
 - реєстрація нижнього значення тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- безперервного регулятора тиску, що встановлений на щіті, з включенням компресора при досягненні нижнього рівня;
 - позиційного регулятора рівня з індикацією та реєстрацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в резервуарі регулюванням подачі. Передбачити світлову сигналізацію включення насоса.

Варіант 7

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач щільності з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - позиційний вимір, індикація та реєстрація маси;
 - сигналізація про нижній рівень рівня.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- позиційного регулятора рівня, що встановлений на місці;
 - безперервного регулятора тиску з реєстрацією та індикацією, що встановлений на пульті.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в ємності шляхом включення-відключення електричного нагрівача. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про досягнення максимального рівня температури.

Варіант 8

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- датчик рівня;
 - первинний вимірюючий перетворювач температури з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач тиску з реєстрацією сигналу;
 - безперервний вимір, індикація вологості;
 - сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівень щільності.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- позиційного регулятора рівня рідини, що встановлений на пульті;
 - безперервного регулятора щільності з реєстрацією та індикацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в автоматичному водоживлювачі шляхом включення-відключення насосу-підвищувача при досягненні верхнього та нижнього рівнів. Передбачити сигналізацію про досягнення мінімального рівня тиску.

Варіант 9

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - датчик вологості;
 - первинний вимірюючий перетворювач тиску;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір, реєстрація температури;
 - сигналізація та реєстрація про нижній рівень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - безперервного регулятора витрат рідини, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора температури на електронагрівачі з індикацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу» зі світловою сигналізацією.

Варіант 10

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик щільності;
 - первинний вимірюючий перетворювач температури;
 - вимірювач температури з індикацією і реєстрацією сигналу;
 - безперервний вимір, реєстрація температури;
 - сигналізація та показ про верхній та нижній рівень рідини.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - безперервного регулятора температури, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора тиску, що встановлений на місці, з відключенням насоса при досягненні верхнього рівня;
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію та реєстрацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу».

Варіант 11

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня;
 - вимірювач температури з реєстрацією сигналу;
 - позиційний вимір та індикація щільності;
 - сигналізація та індикація про верхній рівень температури.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора температури, що встановлений на місці, з відключенням ТЕН при досягненні верхнього рівня;
 - безперервного регулятора витрат з індикацією верхнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в газовому котлі шляхом зміни подачі палива. Передбачити:

- сигналізацію максимально допустимого значення температури в котлі;
- захист котла при досягненні максимального рівня температури шляхом регулювання отвору засувки.

Варіант 12

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- первинний датчик витрат;
- первинний вимірюючий перетворювач вологості;
- вимірювач температури з індикацією сигналу;
- безперервний вимір, індикація та реєстрація температури;
- реєстрація нижнього та верхнього значень тиску.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- позиційного регулятора тиску, що встановлений на місці, з включенням компресора при досягненні нижнього рівня;
- безперервного регулятора рівня з індикацією та реєстрацією нижнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в резервуарі регулюванням подачі. Передбачити світлову та звукову сигналізацію включення насоса.

Варіант 13

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- датчик температури;
- первинний вимірюючий перетворювач рівня з електричним вихідним сигналом;
- вимірювач температури з індикацією сигналу;
- позиційний вимір та реєстрація щільності;
- сигналізація про нижній рівень вологості.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- позиційного регулятора температури, що встановлений на пульті;
- безперервного регулятора тиску з індикацією, що встановлений на місці.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в ємності шляхом включення-відключення ТЕН. Передбачити світлову сигналізацію про досягнення максимального рівня температури.

Варіант 14

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- датчик вологості;
- первинний вимірюючий перетворювач температури з електричним вихідним сигналом;
- вимірювач тиску з реєстрацією сигналу;
- позиційний вимір, індикація та реєстрація тиску;
- сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівень щільності.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора рівня рідини, що встановлений на пульті;
 - безперервного регулятора щільності з реєстрацією та індикацією про досягнення верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в автоматичному водоживлювачі шляхом включення-відключення насосу-підвищувача при досягненні нижнього та верхнього рівнів відповідно. Передбачити сигналізацію про досягнення мінімального рівня тиску.

Варіант 15

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - датчик щільності;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - позиційний вимір, реєстрація температури;
 - сигналізація та реєстрація про верхній рівень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора витрат рідини, що встановлений на пульті;
 - безперервного регулятора температури на електронагрівачі з індикацією верхнього та нижнього рівня, що встановлений на пульті.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу».

Варіант 16

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір, реєстрація температури з електричним вихідним сигналом;
 - сигналізація та показ про верхній та нижній рівень температури.
3. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - безперервного регулятора температури, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора тиску, що встановлений на щіті, з відключенням газового насосу при досягненні верхнього рівня;
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідинним насосом з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію про досягнення нижнього та верхнього значень рівня.

Варіант 17

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик вологості;

- первинний вимірюючий перетворювач тиску з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач рівня з реєстрацією та індикацією сигналу;
 - позиційний вимір та індикація тиску;
 - сигналізація та реєстрація про верхній рівень щільності.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- безперервного регулятора рівня, що встановлений на місці, з відключенням насосу при досягненні верхнього рівня;
 - позиційного регулятора температури з індикацією верхнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в газовому котлі шляхом зміни подачі палива газовим насосом. Передбачити:
- сигналізацію максимально допустимого значення тиску в котлі;
 - захист котла при досягненні максимального тиску шляхом скидання в атмосферу.

Варіант 18

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- первинний датчик щільності;
 - первинний вимірюючий перетворювач вологості;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір та реєстрація температури;
 - реєстрація нижнього значення тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- позиційного регулятора тиску, що встановлений на щіті, з включенням компресора при досягненні нижнього рівня;
 - позиційного регулятора рівня з індикацією та реєстрацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в резервуарі шляхом регулюванням подачі через засувку. Передбачити світлову сигналізацію про зміну положення засувки.

Варіант 19

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - позиційний вимір, індикація та реєстрація маси;
 - сигналізація про нижній рівень рівня.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- позиційного регулятора рівня, що встановлений на місці;
 - безперервного регулятора тиску з реєстрацією та індикацією, що встановлений на пульті.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в ємності шляхом включення-відключення електричного нагрівача. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про досягнення максимального рівня температури.

Варіант 20

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- датчик температури;
- первинний вимірюючий перетворювач рівня з електричним вихідним сигналом;
- вимірювач тиску з реєстрацією сигналу;
- безперервний вимір, індикація та реєстрація вологості;
- сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівень щільності.

2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- позиційного регулятора рівня рідини, що встановлений на пульті;
- безперервного регулятора щільності з реєстрацією та індикацією верхнього та нижнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в автоматичному водоживлювачі шляхом включення-відключення насос-підвищувача при досягненні верхнього та нижнього рівнів. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про досягнення мінімального рівня тиску.

Варіант 21

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- датчик вологості;
- первинний вимірюючий перетворювач тиску;
- вимірювач температури з індикацією сигналу;
- безперервний вимір, реєстрація температури;
- світлова сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівені тиску.

3. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- безперервного регулятора витрат рідини, що встановлений на місці;
- позиційного регулятора температури на електронагрівачі з індикацією верхнього та нижнього рівня.

3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронегрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу» зі світловою сигналізацією.

Варіант 22

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- первинний датчик щільності;
- первинний вимірюючий перетворювач температури;
- вимірювач температури з індикацією і реєстрацією сигналу;
- безперервний вимір, реєстрація температури;

- сигналізація та показ про верхній та нижній рівень рідини.
- 4. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - безперервного регулятора температури, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора тиску, що встановлений на щіті, з відключенням насосу при досягненні верхнього рівня;
- 3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури газовою форсункою з реєстрацією та індикацією значень. Передбачити сигналізацію та реєстрацію зниження температури до нижнього рівня.

Варіант 23

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня;
 - вимірювач температури з реєстрацією сигналу;
 - позиційний вимір та індикація щільності;
 - сигналізація та індикація про верхній рівень температури.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора температури, що встановлений на місці, з відключенням ТЕН при досягненні верхнього рівня;
 - безперервного регулятора витрат з індикацією поточних значень.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в газовому котлі шляхом зміни подачі палива. Передбачити:
 - сигналізацію максимально допустимого значення температури в котлі;
 - захист котла при досягненні максимального рівня температури шляхом регулювання отвору засувки на вході.

Варіант 24

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик витрат;
 - первинний вимірюючий перетворювач вологості;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір, індикація та реєстрація температури;
 - реєстрація нижнього та верхнього значень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора тиску, що встановлений на місці, з включенням компресора при досягненні нижнього рівня;
 - безперервного регулятора рівня з індикацією та реєстрацією нижнього рівня.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в резервуарі шляхом регулювання подачі за допомогою засувки. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про зміну положення засувки.

Варіант 25

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:

- датчик вологості;
 - первинний вимірюючий перетворювач температури з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач рівня з індикацією та реєстрацією сигналу;
 - позиційний вимір, індикація та реєстрація маси;
 - сигналізація про нижній рівень рівня рідини.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- безперервного регулятора рівня, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора тиску з реєстрацією та індикацією, що встановлений на пульті.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в ємності шляхом включення-відключення ТЕН. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про досягнення максимального рівня температури.

Варіант 26

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- датчик температури;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня з електричним вихідним сигналом;
 - вимірювач тиску з реєстрацією сигналу;
 - позиційний вимір, індикація та реєстрація вологості;
 - сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівень щільності.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- позиційного регулятора рівня рідини, що встановлений на пульті, та має функцію сигналізації про досягнення верхнього порогового значення;
 - безперервного регулятора щільності з реєстрацією та індикацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тиску в автоматичному водоживлювачі шляхом включення-відключення насос-підвищувача при досягненні верхнього та нижнього рівнів. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про досягнення мінімального рівня тиску.

Варіант 27

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
- датчик вологості;
 - первинний вимірюючий перетворювач тиску;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір, реєстрація температури;
 - світлова сигналізація та реєстрація про нижній та верхній рівні тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
- безперервного регулятора витрат рідини, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора температури на електронагрівачі з індикацією верхнього та нижнього рівня.
3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури тепловим електронагрівачем (ТЕН) з реєстрацією та індикацією верхнього

рівня. Передбачити сигналізацію включення ТЕН і захист ТЕН від «сухого ходу» зі світловою сигналізацією.

Варіант 28

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик щільності;
 - первинний вимірюючий перетворювач температури;
 - вимірювач температури з індикацією і реєстрацією сигналу;
 - безперервний вимір, реєстрація температури;
 - сигналізація та показ про верхній та нижній рівень рідини.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - безперервного регулятора температури, що встановлений на місці;
 - позиційного регулятора тиску, що встановлений на щіті, з відключенням насосу при досягненні верхнього рівня;
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури газовою форсункою з реєстрацією та індикацією значень. Передбачити сигналізацію та реєстрацію зниження температури до нижнього рівня.

Варіант 29

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик тиску;
 - первинний вимірюючий перетворювач рівня;
 - вимірювач температури з реєстрацією сигналу;
 - позиційний вимір та індикація щільності;
 - сигналізація та індикація про верхній рівень температури.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:
 - позиційного регулятора температури, що встановлений на місці, з відключенням ТЕН при досягненні верхнього рівня;
 - безперервного регулятора витрат з індикацією поточних значень.
3. Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання температури в газовому котлі шляхом зміни подачі палива. Передбачити:
 - сигналізацію максимально допустимого значення температури в котлі;
 - захист котла при досягненні максимального рівня температури шляхом регулювання отвору засувки на вході.

Варіант 30

1. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити прилади:
 - первинний датчик витрат;
 - первинний вимірюючий перетворювач вологості;
 - вимірювач температури з індикацією сигналу;
 - безперервний вимір, індикація та реєстрація температури;
 - реєстрація нижнього та верхнього значень тиску.
2. Користуючись умовними позначеннями у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 зобразити функціональну групу ФСА:

- позиційного регулятора тиску, що встановлений на місці, з включенням компресора при досягненні нижнього рівня;
- безперервного регулятора рівня з індикацією та реєстрацією нижнього рівня.

3. Розробити типові рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в резервуарі шляхом регулювання подачі за допомогою засувки. Передбачити світлову та звукову сигналізацію про зміну положення засувки.

31. **A)** 12 км/хв (м/с); **Б)** 385 мА/хв (А/год); **В)** 35 л/год (л/с).

1. Для виміру напруги 220В у мережі змінного струму використовується вольтметр з максимальним значенням на шкали 250 В і 125 рисками. За дійсне приймаємо заявлене значення напруги. Але під час вимірів було виміряне значення 218 В. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. Відомий об'єм резервуару ($2\pm 0,01 \text{ м}^3$) та щільність речовини ($335\pm 0,2 \text{ кг/м}^3$). Визначити найкраще значення маси речовини та її відносну похибку.

3. Серія вимірів швидкості дала наступні результати: 121 км/год, 120 км/год, 122 км/год, 119 км/год. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

32. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

A) 1202 г/дм^3 (кг/м^3); **Б)** 38 мм/хв (км/год); **В)** 56 кг/год (г/с).

1. Для виміру довжини використовувалась рулетка з максимальним значенням 5 м і 500 рисками на шкалі. В паспорті вказана довжина конвеєрної стрічки 4,75 м. Але під час вимірів було отримано значення 4,77 м. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. За $2\pm 0,01$ год автомобіль подолав шлях $186\pm 0,2$ км. Визначити найкраще значення швидкості руху та її відносну похибку.

3. Серія вимірів витрат води дала наступні результати: 3,7 л/с, 3,8 л/с, 3,5 л/с. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

33. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

A) 35 Н/см^2 (Н/м^2); **Б)** 28 г/см^2 (кг/м^2); **В)** 21 г/хв (кг/с).

1. Для виміру маси посилки використовувались ваги з максимальним значенням 5 кг і 5000 рисками на шкалі. В супроводжувальних документах вказана маса 2,5 кг. Але під час контрольного зважування було отримано значення 2,49 кг. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. Відомий об'єм резервуару ($32\pm 0,01 \text{ м}^3$) та маса речовини в ньому ($4754\pm 0,2 \text{ кг}$). Визначити найкраще значення щільності речовини та її відносну похибку.

3. Серія вимірів швидкості дала наступні результати: 111 км/год, 110 км/год, 112 км/год, 110 км/год. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

34. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

А) 834 г/см³ (кг/м³); Б) 55 м/хв (км/год); В) 25 кг/хв (г/с).

1. Для виміру довжини використовувалась рулетка з максимальним значенням 5 м і 500 рисками на шкалі. В паспорті вказана довжина конвеєрної стрічки 3,80 м. Але під час вимірів було отримано значення 3,77 м. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. За 4 \pm 0,02 год пішохід подолав шлях 16 \pm 0,02 км. Визначити найкраще значення швидкості руху та її відносну похибку.

3. Серія вимірів витрат води дала наступні результати: 19,7 л/с, 19,8 л/с, 19,5 л/с, 19,75 л/с. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

35. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

А) 37 км/хв (м/с); Б) 930 мА/хв (А/год); В) 47 л/год (л/с).

1. Для виміру напруги 220В у мережі змінного струму використовується вольтметр з максимальним значенням на шкали 240 В і 120 рисками. За дійсне приймаємо заявлене значення напруги. Але під час вимірів було виміряне значення 221 В. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. Відомий об'єм резервуару (3 \pm 0,02 м³) та щільність речовини (536 \pm 0,1 кг/м³). Визначити найкраще значення маси речовини та її відносну похибку.

3. Серія вимірів швидкості дала наступні результати: 111 км/год, 110 км/год, 112 км/год. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

36. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

А) 45 л/хв (л/с); Б) 5 м/с (км/год); В) 320 кг/год (г/с).

1. Для виміру довжини використовувалась рулетка з максимальним значенням 3 м і 300 рисками на шкалі. В паспорті вказана довжина патрубку 1,35 м. Але під час вимірів було отримано значення 1,34 м. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. За 3,5 \pm 0,03 год автомобіль подолав шлях 273 \pm 0,1 км. Визначити найкраще значення швидкості руху та її відносну похибку.

3. Серія вимірів витрат піноутворювача дала наступні результати: 0,9 л/с, 0,95 л/с, 0,8 л/с, 0,93 л/с. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

37. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

А) 210 Н/см² (Н/м²); Б) 35 г/см² (кг/м²); В) 120 г/хв (кг/с).

1. Для виміру маси посилки використовувались ваги з максимальним значенням 10 кг і 5000 рисками на шкалі. В супроводжувальних документах вказана маса 3 кг. Але під час контрольного зважування було отримано значення 2,96 кг. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.

2. Відомий об'єм резервуару ($3 \pm 0,02 \text{ м}^3$) та маса речовини в ньому ($726 \pm 0,2 \text{ кг}$). Визначити найкраще значення щільності речовини та її відносну похибку.
3. Серія вимірів мережі на водовіддачу дала наступні результати: 1,9 л/с, 1,95 л/с, 1,83 л/с, 1,94 л/с. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

38. Перевести в одиниці виміру, що вказані в дужках.

А) 49 г/дм^3 (кг/м^3); **Б)** 25 м/хв (км/год); **В)** 13 кг/год (г/с).

1. Для виміру довжини використовувалась рулетка з максимальним значенням 10 м і 10000 рисками на шкалі. В паспорті вказана довжина конвеєрної стрічки 6,80 м. Але під час вимірів було отримано значення 6,78 м. Визначити абсолютну, відносну, приведену та інструментальну похибки, ціну ділення на шкалі.
2. За $2,5 \pm 0,01$ год пішохід подолав шлях $10 \pm 0,02$ км. Визначити найкраще значення швидкості руху та її відносну похибку.
3. Серія вимірів витрат води дала наступні результати: 11,6 л/с, 11,8 л/с, 11,5 л/с, 11,85 л/с. Визначити абсолютну та відносну похибку наведеної серії вимірів.

Перелік літератури, що рекомендується

1. Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист» за спеціальністю 183 "Технології захисту навколишнього середовища" підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 16 "Хімічна та біоінженерія".
2. Автоматика для запобігання вибухам та пожежам. Дерев'яно О.А., Бондаренко С.М., Антошкін О.А., Мурін М.М., Могильніков О.М.- Харків: АЦЗУ, 2006.- 278 с.
3. Системи пожежної та охоронної сигналізації. Бондаренко С.М., Христич В.В., Дерев'яно О.А., Антошкін О.А. Конспект лекцій. Харків: УЦЗУ, 2008.- 136 с.
4. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології : курс лекцій / О. С. Садовий. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 84 с. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2275/1/Kontrolno-vymiryuvalni_prylady_osnovamy_metrolohiyi.pdf
5. Теплотехнічні вимірювання і прилади : навч. посіб. / А. Ф. Курилов, В. М. Козін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 189 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/324243027.pdf>
6. Курс лекцій «Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки» // Укладачі: Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Дерев'яно О.А., Литвяк О.М., Мурін М.М., Христич В.В – Харків: НУЦЗУ, 2021 <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13121>