

УДК 681.515

Гануля Р. – ст. гр. КА-31, Кресінський Н. – гр.КАс-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ ПРИСТРОЇВ У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Науковий керівник: Козбур І.Р

Hanula R. , Kresinskyi N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **USE OF MICROCONTROLLER DEVICES IN AUTOMATION SYSTEMS**

Supervisor Kozbur I.

**Ключові слова:** мікроконтролер, автоматизація, технологічний процес

**Keywords:** microcontroller, automation, technological process

Після появи обчислювальної електроніки, а саме мікропроцесорних пристроїв та мікроконтролерів, розпочався новий етап розвитку автоматизації у найрізноманітніших галузях. Використання процесорів і мікроконтролерів відкрило нові горизонти розвитку засобів автоматизації. Для реалізації алгоритмів автоматичного управління в сучасних умовах не потрібно окремих схемних рішень, використовуються універсальні обчислювальні пристрої котрі можна запрограмувати під потреби будь-яких задач. Для зміни алгоритмів і законів управління не потрібна апаратна заміна функціональних блоків, достатньо перепрограмувати обчислювальний пристрій, при чому, враховуючи те що більшість сучасних засобів передбачають наявність мережевих інтерфейсів, подібне перепрограмування здійснюють віддалено, що дає можливість створення розгалужених систем автоматизованого управління з можливістю віддаленого управління і моніторингу.

Розглянемо особливості застосування мікроконтролерних систем для автоматизації технологічних процесів у промисловості. Подібні системи використовують мікроконтролери для керування обладнанням, сенсорами та виконавчими механізмами. Мікроконтролерні системи дозволяють реалізувати складні алгоритми обробки даних у реальному часі, що забезпечує підвищення точності, швидкості та надійності технологічних процесів. Сучасні виробничі системи потребують інтегрованого підходу до управління, де мікроконтролери виступають як центральні вузли збору даних із сенсорів, контролю виконавчих механізмів та передачі сигналів управління. Використання мікроконтролерів дозволяє зменшити втрати сировини, підвищити якість продукції та скоротити час простою обладнання завдяки автоматичному моніторингу стану технологічних вузлів і попередженню аварійних ситуацій.

Мікроконтролери – це компактні електронні пристрої, які виконують обробку даних та керування зовнішніми пристроями відповідно до заданих алгоритмів. Основні компоненти включають центральний процесор (CPU), пам'ять (ROM, RAM), вхідні та вихідні порти (I/O), таймери та контролери переривань. Завдяки широкому спектру периферійних модулів та з'єднувальних інтерфейсів, таких як АЦП, ЦАП, UART, SPI,

CAN та I<sup>2</sup>C, мікроконтролери забезпечують гнучке підключення до різноманітних датчиків і виконавчих пристроїв.

Для реалізації ефективного управління в неперервних лінійних системах автоматичного керування використовують відповідні закони. Найпоширенішим законом автоматичного управління є пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) закон регулювання. Аналітичний вигляд рівняння ПІД-регулятора, що використовуються для точного регулювання процесів, має наступний вигляд:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{d(t)}{dt} \quad (1)$$

де  $e(t)$  – сигнал розузгодження,  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  – відповідно, пропорційний, інтегральний, диференціальний коефіцієнти регулятора, що дозволяють налаштувати систему під конкретні технологічні параметри.

Структурна схема пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора зображена на рис. 1.

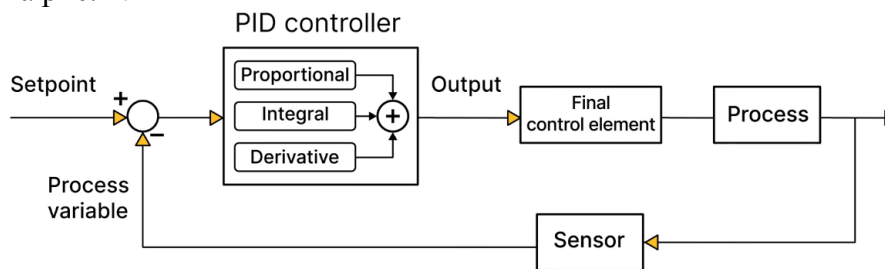


Рис. 1. Структурна схема реалізації ПІД закону регулювання

Використання мікроконтролерів дозволяє зменшити час реакції системи, підвищити точність керування, змінювати алгоритми без заміни апаратного забезпечення, забезпечує компактність, енергоефективність та низьку собівартість впровадження. Переваги включають підвищення безпеки виробництва, зниження впливу людського фактора, можливість віддаленого моніторингу та управління, а також інтеграцію з інформаційними системами підприємства для збору статистики та оптимізації виробничих процесів.

Але існує чимало обмежень для використання подібних ПІД-регуляторів, котрі не рідко виникають за рахунок динамічних змін параметрів в каналах збудження або в самому об'єкті управління. Для повільно змінних процесів використання диференціальної складової є недоцільне, так як вона вносить додаткову похибку в регулювання, відповідно для швидко змінних процесів постає питання про корекцію інтегральної складової закону управління. Тому доцільно дослідити саме умови та принципи оперативного коригування законів регулювання та сформулювати загальні принципи їх програмної реалізації в автоматизованих системах мікроконтролерного управління. На даний час вже існують мікроконтролерні пристрої автоматичного управління котрі реалізують автоналаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора, але переважно подібний принцип використовують окремо, заздалегідь перед запуском у експлуатацію. Важливим є реалізація оперативного коригування законів управління під час експлуатації мікроконтролерних регуляторів при наявності динамічних змін параметрів об'єкта управління та умов зовнішніх збуджень.

Подальший розвиток промислової автоматизації передбачає інтеграцію сучасних мікроконтролерів із технологіями Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту, для прогнозного обслуговування та машинного навчання, для адаптивного керування технологічними процесами. Це дозволяє створювати автономні та саморегульовані системи, здатні підвищувати ефективність виробництва, знижувати енергоспоживання та впроваджувати гнучкі виробничі лінії, що швидко адаптуються до змін вимог ринку.