УДК 519.64

ПРОПОРЦІЙНО-ІНТЕГРАЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ ЗАКОН РЕГУЛЮВАННЯ

Д. Філіпов, група АК-24
Л. Кривоблоцька, канд. ф.-м. наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

ПІД-закон (пропорційно-інтегрально-диференціальний закон) - це один з найпростіших алгоритмів автоматичного регулятора, що включає в себе вплив пропорційної, інтегральної та диференціальної складових.

Принцип роботи ПІД-закону

Загальне рівняння ПІД-закону виглядає наступним чином:

$$u = K_{\text{п}}\varepsilon + K_{\text{і}}\int \varepsilon dt + K_{\text{д}}\frac{d\varepsilon}{dt},$$

де u - вихідне значення, ε - різниця між заданою величиною та змінною процесу, яку також називають *помилкою, Kп, Кі, Кд* - коефіцієнти, за допомогою яких можна регулювати вплив тієї чи іншої складової ПІД-закону на кінцевий результат, *dt - період дискретизації* (час між розрахунками).

Загальне рівняння ПІД-закону можна розділити на три складові:

1. Пропорційна складова - безпосередньо змінює вихідне значення в залежності від значення помилки. Тобто, що більша помилка, то більше значення цієї складової.
2. Інтегральна складова - це інтеграл від помилки по часу. Інакше кажучи, інтегральна складова накопичує помилку, і часом її усуває.
3. Диференціальна складова - це різниця помилок з попереднього та поточного облислення, поділена на період дискретизації. Тобто, диференціальна складова - це похідна помилки, та дозволяє прогнозувати подальшу поведінку системи.

Загалом, пропорційна складова - безпосередньо реагує на помилку, інтегральна складова - "накопичує", та з часом усуває помилку, а диференціальна складова - реагує на різкі зміни в системі, прогнозуючи майбутню поведінку системи. А також, завдяки наявності коефіцієнтів для кожної складової, можна гнучко налаштувати вплив кожної складової на кінцевий результат.

Керування автомобілем як приклад регулювання за допомогою ПІД-закону

Уявімо водія, який на своєму автомобілі намагається підтримувати швидкість руху 90 км/год. Кожен пункт - це аналогія до поведінки кожної зі складових ПІД-закону.

1. Пропорційна складова: Водій дивиться на спідометр, і бачить, що їде зі швидкістю 75 км/год. Тож, водій тиснутиме на педаль газу пропорційно помилці, чим більша помилка, тим сильніше водій тиснутиме на газ.
2. Інтегральна складова: Автомобіль водія майже досяг бажаної швидкості, але через дорогу з підйомом, швидкість становить не 90 км/год, а 86 км/год, і водій з часом натискатиме на педаль газу все сильніше і сильніше, поки не досягне потрібної швидкості.
3. Диференціальна складова: Якщо водій бачить, що попереду дорога зі спуском, він завчасно відпустить педаль газу, або навіть гальмуватиме, аби утримувати бажану швидкість на спускові.

Підсумовуючи, ПІД-закон є універсальним алгоритмом, і завдяки своїй гнучкості може використовуватися в багатьох випадках, коли потрібно керувати певним процесом зі зворотнім зв'язком. Для прикладу, деякі БпЛА використовують ПІД-регулювання для утримання положення в повітрі, ПІД-регулювання може застосовуватися для електричних духових шаф для підтримання температури. Найголовніше для цього типу автоматичного регулятора - правильний вибір коефіцієнтів для його складових.

Список літератури

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Пропорційно-інтегрально-диференціальний_закон_регулювання
2. https://ukrayinska.libretexts.org/Інженерна/Промислове_та_системного_машинобудування/Книга%3A_Динаміка_та_контроль_хімічних_процесів_(Woolf)/09%3A_Пропорційне_інтегрально-похідне_(PID)_управління/9.02%3A_P%2C_I%2C_D%2C_PI%2C_PD_та_ПІД-контроль