

Секція:

Радіоелектронні біотехнічні системи

УДК 57.086

Зубрілін І.К. – ст. гр. РМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТЕРМОСТАТУ В КАРДІОЛОГІЧНІЙ
ПРАКТИЦІ**

Науковий керівник: Паляниця Ю.Б.

Zubrillin I.K.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

**THERMOSTAT OPERATION ALGORITHM IMPROVEMENT IN
CARDIOLOGY PRACTICE**

Supervisor: Palaniza Y.B.

Ключові слова: Серцево-судинна система людини, термостат, пропорційно-інтегрально-диференційне керування

Keywords: Human cardiovascular system, thermostat, proportional–integral–derivative controller

Постійний розвиток науки і техніки, а також антропоцентрична модель трансформації суспільства накладають свій відбиток на спосіб життя людини несьогоднішній день. Перманентний стрес, гіподинамія, шкідливі звички та ціла низка екзогенних та ендогенних факторів чинять комплексний деструктивний вплив на здоров'я та самопочуття. В першу чергу це позначається на фізіологічному та функціональному стані серцево-судинної системи (ССС) як одного з основних адаптогенних механізмів [1] людського організму в умовах тропного впливу мінливих негативних чинників. Як наслідок, спостерігається постійний ріст захворюваності та смертності від патологій ССС в Україні та світі, що вимагає впровадження нових підходів до корекції патологічних станів. Зокрема постійний ріст інтересу медиків та суспільства загалом до клітинних технологій та регенераційних й репараційних можливостей стовбурових клітин сприяє зростанню кількості досліджень в цьому напрямку задля лікування морфологічних порушень [2] функціонування системи транспортування крові. Для вирощування гістологічного матеріалу на поживних субстратах застосовують термостати. Забезпечення мінімального відхилення значення температури відносно заданого є актуальним завданням. Завдання частково вирішується завдяки розташуванню температурних сенсорів безпосередньо в зоні розміщення біоматеріалу, однак через інерційність сенсорів, геометрію камери нагріву, фізичну віддаленість нагрівальних елементів від зони контролю температури викликає деяке запізнення реакції системи регулювання температури, зокрема через використання принципу пропорційної зміни керуючого впливу у відповідь на зміну значення вхідного параметра (температура). Відбувається "замикання" виходу на вхід і система входить в "режим генерації", коли фактичне значення температури в

контрольованій зоні постійно коливається (або фаза зростання (спадання) температури змінюється стрибкоподібно) відносно заданого.

Мінімізувати негативний чинник інерційності системи та запізнення відгуку на керуючий вплив дає можливість введення алгоритму пропорційно-інтегрально-диференційного закону керування (ПІД-керування) [3]. При цьому регулятором встановлюється залежність між керуючим впливом U і помилкою (або неузгодженістю) D , тобто реалізується залежність $U = f(D)$.

В більшості випадків для збільшення швидкості обчислень потрібно застосувати рекурентний алгоритм. При цьому для обчислення значення сигналу керування на кожному наступному етапі враховується окрім коефіцієнта поправки обчислюється попереднє значення керуючого сигналу:

$$U(k-1) = K \left\{ \Delta(k-1) + \frac{T}{T_1} \sum_{i=0}^{k-1} \Delta(i-1) + \frac{T_2}{T} [\Delta(k-1) - \Delta(k-2)] \right\} \quad (3)$$

Результатом віднімання рівнянь буде:

$$U(k) - U(k-1) = g_0 \Delta(k) + g_1 \Delta(k-1) + g_2 \Delta(k-2), \quad (4)$$

$$\text{де } g_0 = K \left(1 + \frac{T_2}{T}\right), \quad g_1 = -K \left(1 + 2 \frac{T_2}{T} - \frac{T}{T_1}\right), \quad g_2 = K \frac{T_2}{T}.$$

Якщо ж для апроксимації неперервного інтегралу використаний метод трапецій, то різницеve рівняння матиме вигляд:

$$U(k) = K \left\{ \Delta(k) + \frac{T}{T_1} \left(\frac{\Delta(0) + \Delta(k)}{2} + \sum_{i=1}^{k-1} \Delta(i) + \frac{T_2}{T} [\Delta(k) - \Delta(k-1)] \right) \right\} \quad (5)$$

Аналогічно отримаємо:

$$U(k) - U(k-1) = g_0 \Delta(k) + g_1 \Delta(k-1) + g_2 \Delta(k-2), \quad (6)$$

$$\text{де } g_0 = K \left(1 + 2 \frac{T}{T_1} - \frac{T_2}{T}\right), \quad g_1 = -K \left(1 + 2 \frac{T_2}{T} - \frac{T}{T_1}\right), \quad g_2 = K \frac{T_2}{T}.$$

Для відносно невеликих періодів дискретизації T коефіцієнти g_0 , g_1 , g_2 обчислюються з використанням параметрів K , T_1 і T_2 аналогового ПІД-регулятора.

Якщо обчислена керуюча величина є більшою, ніж цифровий поріг 0,5, то вона приймається рівною 1. Якщо менше - 0.

Такий підхід дає можливість створювати термостати із меншим відхиленням значення температури біоматеріалу відносно заданого у порівнянні із алгоритмом пропорційного керування та модернізувати існуючі термостати.

Література

1. Драган Я.П. Обґрунтування структури системи дистанційної діагностики адаптаційних резервів серця / Я.П. Драган, Ю.Б. Паляниця, О.В. Гевко, І.Ю. Дедів // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.10. – 364 с.
2. Urbanek, K., Torella, D., Sheikh, F., De Angelis, A., Nurzynska, D., Silvestri, F., ... & Bolli, R. (2005). Myocardial regeneration by activation of multipotent cardiac stem cells in ischemic heart failure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(24), 8692-8697.
3. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления/ В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2006. – 752 с.