

**МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КЕРУВАННЯ MEMS ЗІ  
ЗВОТНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
MATLAB/SIMULINK**

Міщенко В.О.

Науковий керівник – доц. Ларченко Л.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)

The purpose of the work is to develop procedures for modeling MEMS components in feedback control systems using the Matlab/Simulink mathematical package. Analysis of automatic control systems with PID controllers and analysis of the general structure of the microsystem with feedback was carried out. Models of the thermal parameter regulation system were developed in the Matlab/Simulink environment, and experimental research was carried out.

**Вступ.** Мікроелектромеханічні системи (MEMS) є одним із прогресивних напрямків мікросистемної техніки, який разом із нанотехнологіями вважаються у всьому світі революційними, що визначають тенденції розвитку сучасного виробництва електронної техніки [1]. *Мета дослідження* – розробка процедур моделювання MEMS-компонентів в системах регулювання зі зворотними зв'язками з використанням математичного пакету Matlab Simulink. Об'єктом дослідження є MEMS-компоненти в системах регулювання температури з використанням ПІД-регуляторів.

**Зміст дослідження.** На сьогоднішній день світовий ринок MEMS надалі швидко зростає, спостерігається його активна динаміка, при цьому обсяг ринку MEMS щороку збільшується на 16%, так як компоненти MEMS і сенсори на їх основі мають велику комерційну привабливість. На рис.1 приведено динаміку зростання ринку MEMS пристроїв до 2026 року. Серед різних MEMS-пристроїв спостерігається подальше зростання виробництва RF MEMS, оптичних MEMS, акселерометрів, гіроскопів, сенсорів тиску, осциляторів і MEMS для моніторингу навколишнього середовища.

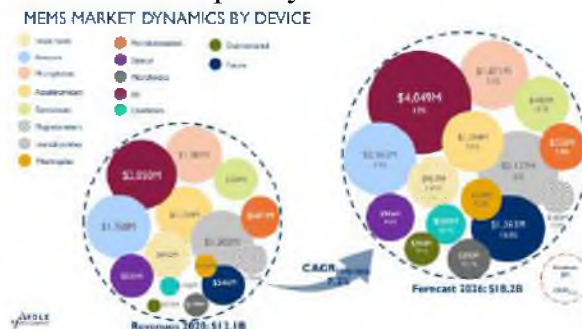


Рис.1. Динаміка зростання ринку MEMS пристроїв

При побудові систем автоматичного управління виникає необхідність враховувати взаємний вплив вихідних змінних один на одного, що неминуче відбивається на структурі системи.

У замкнених системах регулювання проводиться вимірюванням вихідної змінної і його результат у вигляді сигналу зворотного зв'язку порівнюється з еталонним вхідним сигналом, що несе інформацію про заданому значенні вихідної змінної.

У роботі розглянуто процедури моделювання систем автоматичного регулювання температурних режимів зі зворотними зв'язками з використанням математичного пакету Matlab/Simulink та створена Simulink-модель замкнутої системи регулювання температури на основі ПД-регулятора (рис.2).

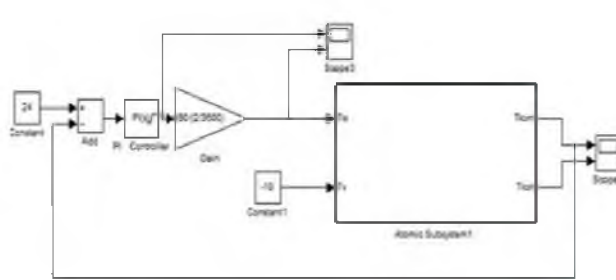


Рис.2. Simulink-модель системи регулювання температурним режимом у приміщенні

На основі проведених досліджень та аналізу отриманих перехідних процесів можна зробити висновки: якщо регулятор не враховує насичення виконавчого механізму, то при досягненні керуючого впливу обмежень збільшується час регулювання, динамічна похибка та перерегулювання; якщо в систему автоматичного регулювання ввести алгоритм обліку обмежень, то значно підвищується якість регулювання.

**Висновок.** Проведено аналіз систем автоматичного регулювання з ПД-регуляторами, аналіз загальної структури мікросистеми зі зворотними зв'язками, розроблено Simulink-модель системи регулювання температурним режимом. При проведенні поведінкового моделювання отримані графіки залежностей, що підтверджують розроблені математичні моделі системи регулювання температури.

Список використаних джерел:

1. Богомолів В.А., Гурко А.Г., Клименко В.И. и др. Моделирование систем управления в Simulink: уч. пособ. / В.А. Богомолів, А.Г. Гурко, В.И. Клименко и др. // – Харьков: ХНАДУ.– 2018. – 220 с.
2. Ханнанова В.Н. Математическая модель системы регулирования температуры внутри помещения / В.Н. Ханнанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №18. – С. 309-313.