

МЕТОДОЛОГІЯ ПРИСКОРЕНОЇ РОЗРОБКИ ТА АПРОБАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МІКРОЕОМ (НА ПРИКЛАДІ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ШТУЧНОГО МІКРОКЛІМАТУ)

Вступ

Бурхливий розвиток нанотехнологій електронних компонентів вплинув не тільки на техніку контролю та керування, а змінив підхід до проектування автоматичних систем керування (АСК) технологічними процесами (ТП). У системотехніці з'явилася високоінтегрована елементна база типу однокристальних мікроЕОМ. Причому, ціна базових мікропроцесорів у рідких випадках перевищує одиниці доларів, що стимулює виробництво різнофункціональних спеціалізованих мікроконтролерів (МК) на теренах України.

Не дивлячись на значні досягнення в області автоматизації проектування, розробка мікропроцесорних систем носить творчий характер, що не виключає наявності неточностей у проєктах. Розробка МК проходить багато ітераційних етапів, серед яких слід відзначити реалізацію апаратної схемотехніки та програмного забезпечення (ПЗ). Особливо важливий етап – розробка ПЗ, яке поділяється на апаратне (підтримка схемотехніки) та функціональне (реалізація алгоритму керування ТП). Неточності ПЗ можуть суттєво вплинути на кінцевий результат. Від вибраної методики та прискіпливості перевірки залежить якість системи.

Постановка завдання

Програмно-апаратним комплексам відлагоджування мікропроцесорних систем присвячено багато публікацій [1]. Розробники пропонують різноманітні стимулятори та відлагоджувальники. Серед таких пакетів слід відмітити JTAG фірми ATMEL. Основне завдання пакетів даної спрямованості – відслідковувати наявності та проходження певних логічних сигналів у мікропроцесорі. Проте пакети даної парадигми мають суттєвий недолік – неможливість моделювання поведінки МК у рамках роботи технологічної системи, що має свої особливості, які важко врахувати при тестуванні приладу “відірваного” від системи. SCADA і SoftLogic пакети типу ISaGRAF, Trace Mode, InSat, UltraLogic та інші мають таку можливість, де технологічна частина системи моделюється, наприклад MatLAB-ом і за допомогою DEE інтерфейсу Windows стикається із SCADA. Але такі пакети функціонують у середовищі Windows і їх застосування неможливо на мікроЕОМ. Проведений літературний аналіз не виявив існування пакетів, які поєднували переваги обох напрямків. Таким чином, методологія прискореної розробки ПЗ для мікроЕОМ, що є невід’ємною частиною технологічної системи є актуальним завданням.

Методологія розробки ПЗ

Суть методу наступна.

1. Виходячи із області застосування МК визначається перелік необхідних функціональних операцій (логічні, арифметичні, таймерні функції; функції типових залежностей; функції вводу/виводу і т.д.).
2. Для кожної функції формалізується мнемомандата операції.
3. Кожна функція оформляється у вигляді підпрограми на асемблері мікроЕОМ.
4. Для мікроЕОМ розробляється ПЗ (інтерпретатор мнемомандат, що відпрацьовує підпрограми).

5. Проводиться перевірка функціонування ПЗ мікроЕОМ із використанням програмно-апаратних комплексів відлагоджування.

6. Для ПЕОМ розробляється середовище програмування та симуляції (компілятор мнемомандат), використовуючи одну із мов візуального програмування, наприклад мову структурних схем.

7. Проводиться комплексна перевірка ПЗ.

Такий підхід дозволяє використовувати універсальне середовище програмування та симуляції для різних типів мікроЕОМ (звичайно для кожного типу мікроЕОМ необхідно розробити свій інтерпретатор мнемомандат)

Представлену методику розробки ПЗ для однокристалоку реалізовано ТОВ “ЕСТА”. У статті автори діляться досвідом синтезу АСК для системи штучного мікроклімату (СШМ) на базі МК “КонтрАС-500” (у приладі використано CISC-процесори фірми ATMEL) [2] Для програмування МК розроблено пакет ПЗ [3], який одночасно є моделюючим комплексом та програматором для мікроЕОМ серії C51. В пакеті реалізовано мову структурних схем, де розроблений алгоритм керування транслюється у відповідний набір бінарних мнемомандат. Мнемомандат через SPI-порт записується у Flash-пам'ять однокристалоку. Далі, ПЗ однокристалоку інтерпретує записаний мнемомандат, тим самим відпрацьовуючи алгоритм керування.

Основне завдання, що постало перед авторами – розробка функціональних зв'язків між вхідними та вихідними сигналами МК для реалізації АСК мікрокліматом промислового приміщення, використовуючи метод “точки роси”. Проведений літературний огляд [4, 5] стосовно керування СШМ показав, що в межах АСК відомі різноманітні схемні рішення контурів керування, в залежності від типу та кількісного складу технологічного обладнання кондиціонера.

Для синтезу алгоритмічних зв'язків системи керування проведено аналіз процесу штучного мікроклімату як об'єкта керування із використанням $i-d$ діаграми [4, 5], рис. 1.

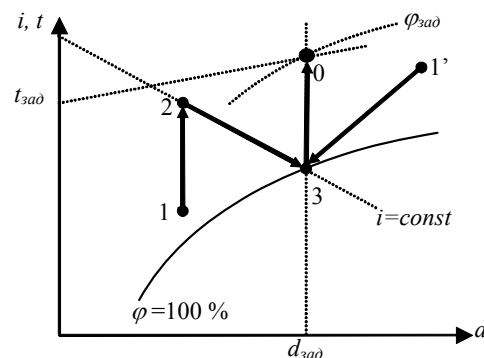


Рис. 1. Процес керування СШМ із використанням методу “точки роси”.

Згідно методу “точки роси” спочатку досягається температура “точки роси” (точка 3). Далі повітря нагрівається до температури необхідної у приміщенні (точка 0).

Реалізується даний метод наступним чином, рис. 2. У холодну пору року регулятор (поз. 1б) впливає на клапан

(поз. 1д) калорифера $1\oplus$ таким чином, щоб повітря нагрілося до температури, що характеризується точкою 2

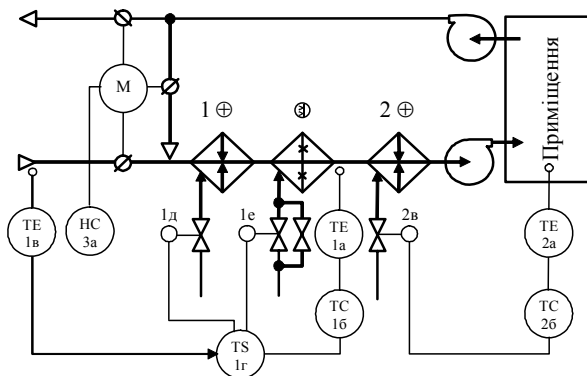


Рис. 2. Спрощена функціональна схема автоматизації обладнання промислового кондиціонера.

(рис. 1). У зрошувальній камері повітря адиабатично охолоджується та зволожується (пряма 2–3) до “точки роси”. В теплу пору року температура “точки роси” підтримується регулятором (поз.1б), який впливає на клапан (поз. 1е) для зміни витрати холодної води у зрошувальній камері \oplus (калорифер $1\oplus$ не працює). На цьому етапі проходить процес охолодження та насичування повітря вологою (пряма 1’–3). Таким чином, незалежно від початкових значень параметрів навколишнього повітря після зрошувача має однакові параметри, що характеризуються точкою 3. Повітря у приміщенні нагрівається до комфортного значення калорифером $2\oplus$ за допомогою контуру регулювання (поз. 2а–2в). Ступінь рециркуляції визначається оператором за допомогою панелі дистанційного керування (поз. 3а). Перемикання між зимовим та літнім режимами роботи кондиціонера відбувається за допомогою комутатора (поз. 1г) та датчика температури (поз. 1в).

Працездатність алгоритму керування перевірялася за допомогою аналітичних методів моделювання [3]. Враховуючи структурну і функціональну складність СШМ, математичне моделювання тепло- та масообмінних процесів здійснювалося у вигляді функціональних блоків, де виходи одного блоку є входами іншого. Динамічну модель СШМ декомпановано на блоки калориферів 1-го та 2-го підігріву, зрошувача, приміщення, змішування навколишнього та рециркуляційного повітря, ПІД-регуляторів температури.

Динамічні моделі тепло- та масообмінних процесів обладнання та приміщення ідентичні рис. 3, відрізняються лише коефіцієнти передаточних функцій $W_1(p) \dots W_5(p)$. Динаміку температурного режиму апаратів та приміщення моделювали із використанням передаточних функцій. Масообмінні процеси моделювалися із застосуванням $i-d$ діаграми, що дозволило враховувати нелінійність масообміну за незначних похибок динамічного моделювання (2–5 %) [4, 5].

Модель блоку змішування навколишнього повітря та повітря рециркуляції розраховує температуру і вологість пропорційно ступеню рециркуляції (0...100 %) [5].

Функціональні блоки ПІД-регуляторів температури реалізують рекурентний алгоритм цифрового ПІД-регулювання.

Моделювання СШМ із використанням розглянутих функціональних блоків проводилося за допомогою пакету ПЗ [3]. Структурна схема СШМ, що моделювалася представлена на рис. 4. Дослідження розробленої АСК показали, що система керування кондиціонером добре відпрацьовує температурні збурення та збурення вологості

повітря навколишнього середовища у різні пори року.

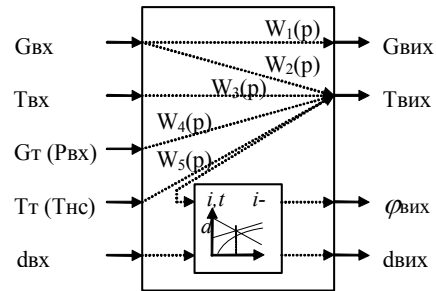


Рис. 3. Структурна схема функціональних блоків для калориферів, зрошувача та приміщення. $W_1(p) = 1$ – передаточна функція зв'язку для витрати повітря; $W_2(p)$ – передаточна функція впливу витрати на температуру повітря; $W_3(p)$ – передаточна функція впливу температури повітря входу на вихід; $W_4(p)$ – передаточна функція впливу витрати теплоносія на температуру повітря (для приміщення – вплив потужності технологічного обладнання на температуру приміщення); $W_5(p)$ – передаточна функція впливу температури теплоносія на температуру повітря (для приміщення – вплив температури навколишнього середовища на температуру в приміщенні).

Для моделювання взято числові значення параметрів моделі СШМ із технічних каталогів обладнання кондиціонерів фірми VTS CLIMA та довідкових даних [4, 5]. Синтез параметрів ПІД-регуляторів проводили згідно методикам налагодження складних систем із перехресними зв'язками.

Таким чином, було перевірено адекватність алгоритму керування СШМ. Розглянута модель СШМ дозволила “оцінити субоптимальні” параметри ПІД-регуляторів із врахуванням суттєвої нелінійності масообміну. Отриманий алгоритм керування доповнили підсистемами керування вентиляторами, сигналізації та блокування для захисту обладнання у зимову пору року та транслювали у МК.

Проведений аналіз дав змогу виявити та усунути неточності та помилки на стадії проектування АСК, що дозволило уникнути додаткових витрат при розробці ПЗ для мікроЕОМ та виконанні пуско-налагоджувальних робіт.

Висновки

Запропонована методологія розробки ПЗ для мікроЕОМ дає можливість у стислі строки розробити будь-який алгоритм керування технологічною системою, перевірити його адекватність, причому дана методика розглядає МК як керуючу частину технологічної системи, тобто розглядається система в комплексі.

До переваг такого підходу слід віднести також універсальність алгоритмів при переході на інше сімейство мікроЕОМ. Скомпільований мнемочод залишається незмінним, необхідно розробити тільки інтерпретатор мнемочодів для нового типу однокристалок.

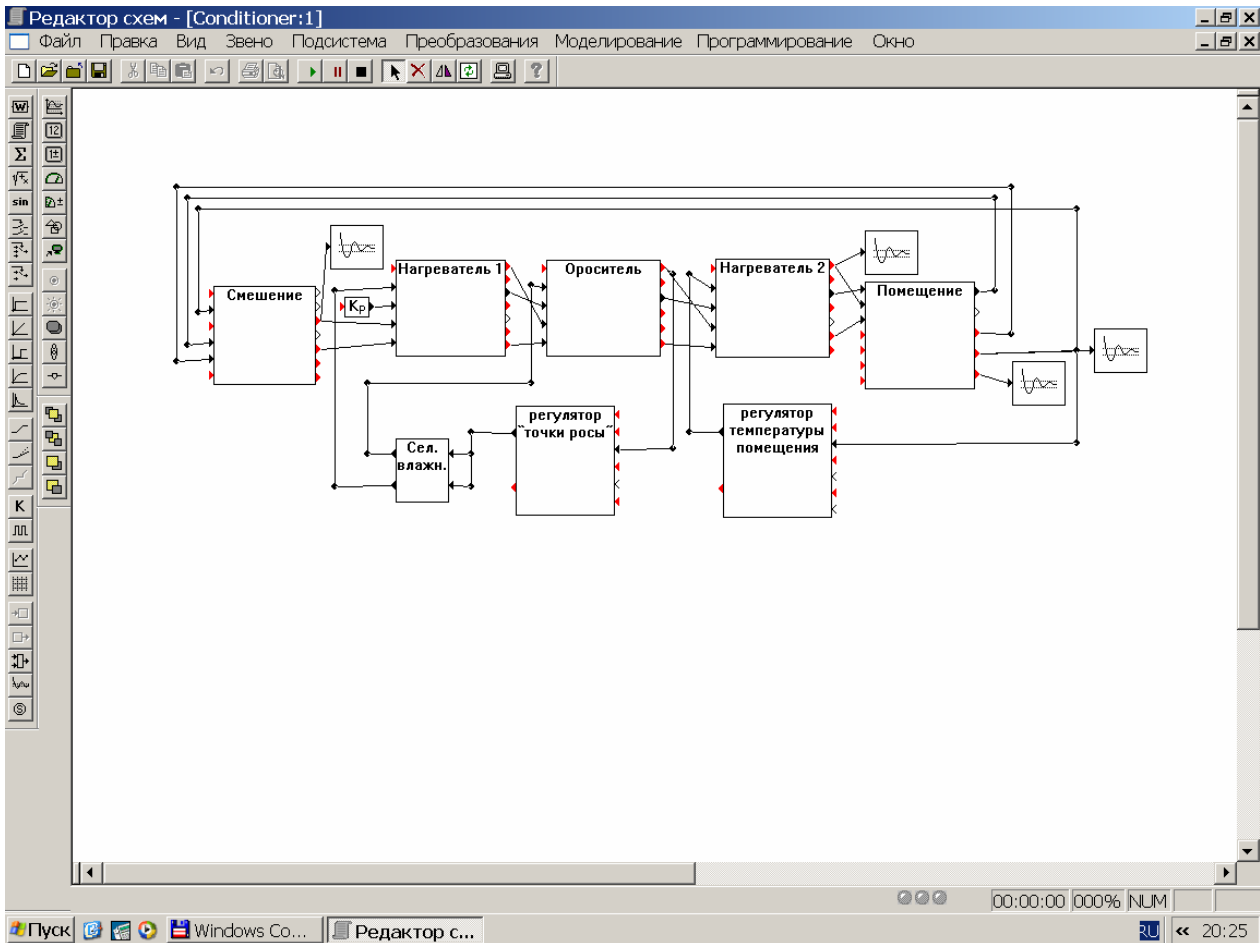


Рис.4. Структурна схема СШМ, що моделювалася

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильев Н.П., Горовой В.Р. Микропроцессоры. Аппаратурно-программные средства отладки. –М.: Высш. шк., 1984. –95с.: ил.
2. Гемба В.М. Новый контролер автоматизованих систем. Энергозберігаючі технології та автоматизація №3, 2002. с.37.
3. Айзенберг Д.Е., Гемба В. Н., Голинко И. М. Разработка компьютерных моделей технологических систем. Энергозберігаючі технології та автоматизація №1, 2003. с.42–44.
4. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. –М.: Стройиздат, 1990 –300 с., ил.
5. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. –М.: АВОК–ПРЕСС, 2002. –194 с.: ил.

УДК 681.5.015.8:519

МЕТОДОЛІЯ ПРИСКОРЕНОЇ РОЗРОБКИ ТА АПРОБАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МІКРОЕОМ (НА ПРИКЛАДІ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ШТУЧНОГО МІКРОКЛІМАТУ)

Розглядається специфіка прискореної розробки програмного забезпечення для мікроЕОМ. Як приклад наведено методику розробки алгоритму керування

штучним мікрокліматом для промислових приміщень. Представлено математичний опис системи штучного мікроклімату, де враховано нелінійність масообмінних процесів підготовки повітря. Може використовуватися фахівцями для впровадження комп'ютерно-інтегрованих технологій та для аналізу і настройки параметрів системи керування промислових кондиціонерів.

Іл. 4 Бібліогр.: 5 назв.

УДК 681.5.015.8:519

THE METHODOLOGY OF ACCELERATED DEVELOPING AND TESTING OF MICROCOMPUTER SOFTWARE (ON EXAMPLE OF CONTROL ALGORITHM BY ARTIFICIAL MICROCLIMATE SYSTEM)

The rapid logical design for microcomputers is topical question for automated control system. Authors propose the logical design method for manufacturing facilities artificial microclimate system. The method based on mathematical model that takes into account mass-transfer non-linearity of air treatment processes. Proposed approach is used for industrial class conditioner control system analysis and setup and for application of computer-based technologies.