

### Висновки

1. Проаналізовано сучасний стан розвитку методів моделювання систем керування дистанційним навчанням, як слабоформалізованих математичних процесів.

2. Сформовано і розв'язано в рамках ІЕІТ задачу оптимізації параметрів функціонування СКДН, що дозволяє моделювати навчальну діяльність з високою ефективністю.

3. Результати фізичного моделювання показують, що для побудови більш ефективної моделі необхідно здійснювати у рамках ІЕІТ оптимізацію за інформаційним КФЕ інших просторово-часових параметрів функціонування СКДН, що дозволить наблизитись до задачі автоматизованого генерування тестів для машинної оцінки знань слухачів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Астанин С.В., Сопровождение процесса обучения на основе нечеткого моделирования.–Таганрог: Вид-во ЦДО, 2000 р. – С 12-18.
2. Гриценко В.И., Кудрявцева С.П. Колос В.В., Веренич Е.В. Дистанционное обучение: Теория и практика.– Киев: Наукова думка, 2004.– 376 с.
3. Ш.М. Минасов, С.В. Тархов., Проект "Гефест" как вариант практической реализации технологий электронного обучения в вузе в условиях интеграции традиционного и дистанционного обучения.– Уфа: Educational Technology & Society, 2005, стр 134-147.
4. Якимов А.И. Имитационное моделирование в ERP-системах управления / А.И. Акимов, С.А. Альховик. – Мн.: Бел. Наука, 2005.–197с.
5. Гриценко В.И., Довбыш А.С., Любчак В.А., Информационный синтез адаптивной мультиагентной системы управления дистанционным обучением. – УсиМ.–2006.–№6 – с. 4-6,25
6. Краснопопсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань.–Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261с.
7. Рідкокаша А.А., Голдер К.К. „Основи систем штучного інтелекту”. Начальний посібник.–м.Черками: Відлуння-Плюс, 2002.–240 с.

пост. 23.05.07

## Вимірювальні перетворення в системах автоматичного управління

*В.І. БОЙКО, Л.М. ДЕХТЯРЬОВА, А.М. МАСЛЕНКОВА*

Дніпродзержинський державний технічний університет

У статті наведені основні принципи побудови систем автоматичного управління, визначені апаратні засоби для збору, обробки і передачі інформації, висловлені функції управління технологічним процесом з використанням SCADA-системи.

В статье приведены основные принципы построения систем автоматического управления, определены аппаратные средства для сбора, обработки и передачи информации, изложены функции управления технологическим процессом с использованием SCADA-системы.

In the article there are main principles of building automatical systems of control, defined the hardware for gathering, processing and delivery of information, pointed out the functions of technological process control, using the SCADA-systems

У даний час досягнуті певні успіхи в створенні автоматизованих і повністю автоматичних систем управління. Це пов'язано з розвитком мікропроцесорних засобів, здатних виконувати весь комплекс функцій по перетворенню, передачі, обробці, зберіганню і використуванню інформації для дії на технологічний процес. Для окремих технологічних процесів і агрегатів застосовуються системи автоматичного регулювання, що виконують без безпосередньої участі людини весь комплекс операцій управління. Основою всіх систем управління є інформаційні процеси, які слід розглядати як процеси формування інформації, що характеризує полягання об'єкту.

Істотно змінилися вимоги до технічних засобів вимірювання, які зв'язані з використанням результатів не окремих вимірюваних величин, а потоків вимірювальної інформації. Потіки інформації, які функціонують в системах управління, можна розділити на первинні і вторинні. До первинних відносяться інформації, що поступають безпосередньо від об'єкту управління. Вторинні - циркулюють між окремими функціональними групами технічних засобів, які здійснюють посилення, квантування, кодування, обробку і передачу в канали зв'язку системи управління. При цьому у виробничих умовах можливе отримання сотень однорідних або різнорідних вимірюваних величин, для обробки яких

відома велика кількість методів і алгоритмів. Ряд методів і алгоритмів засновані на аналізі структури досліджуваних сигналів – їх тривалості і амплітуді, частоті проходження, частоті перетину сигналами деяких їх фіксованих рівнів і т.д. Інші – засновані на використуванні різних математичних моделей, які дозволяють з достатньою точністю моделювати досліджувані процеси. Широке поширення набули методи, що дозволяють виділяти різні частотні складові досліджуваних сигналів шляхом їх пропускання через систему смугових фільтрів з відомою смугою пропускання. При статистичному аналізі досліджуваних величин часто використовуються закони розподілу вірогідності – кореляційні і спектральні функції. Всі методи для своєї реалізації вимагають широкої номенклатури технічних засобів різних типів і призначень, від найпростіших датчиків і нормуючих перетворювачів до складних мікропроцесорних і обчислювальних комплексів.

Практично всі системи управління містять аналогові і цифрові частини. До аналогової частини в першу чергу відносяться датчики. При автоматизації теплових процесів визначаючими є температурні датчики: терморезистивні, термометри, пірометри, датчики з уніфікованим виходом (0 – 10 В; -10 – +10 В; 0 – 5 мА; -5 – +5 мА), диференціально-трансформаторні і інші датчики змінного струму. Їх динамічні режими описуються рівняннями першого і другого порядку. Постійні часу таких датчиків є функцією їх теплоємності, коефіцієнта теплопередачі, геометричних розмірів і знаходяться в межах від десятків часток секунди до десятків секунд, а для термометрів – від десятків секунд до декількох хвилин [1]. Динаміка термометрів описується передавальною функцією  $W(p) = K / [T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1]$ , де  $T_1, T_2, T_3$  – постійні часу відповідно захисної оболонки, самої термометричної частини і теплообміну між оболонкою і термометром. Динамічні властивості датчиків є визначаючими швидкістю всієї системи. При роботі в умовах промислових перешкод сигнали з датчиків можуть бути сильно зашумлені. Для усунення їх негативного впливу необхідно використовувати двоступеневі цифрові фільтри, які на першому ступені усувають сильні одиничні перешкоди (рис. 1), а на другому ступені усувають складові сигналу за допомогою експоненціального згладжування.

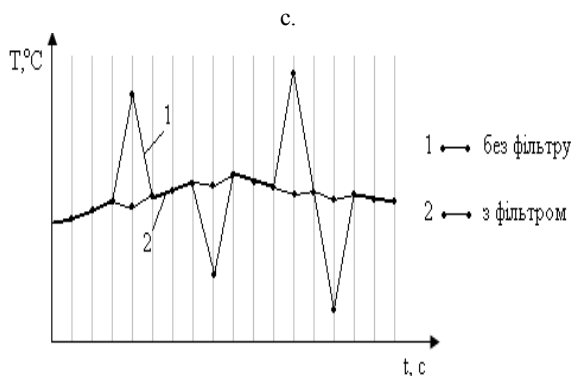


Рис. 1. Фільтрація одиничних перешкод

До аналогової частини відносяться також пристрої перетворення: підсилювачі, аналогові комутатори, фільтри, вхідні ланцюги аналого-цифрових перетворювачів, вихідні ланцюги цифро-аналогових перетворювачів. Аналогова частина системи вносить запізнення в роботу системи  $t_{\phi}$ .

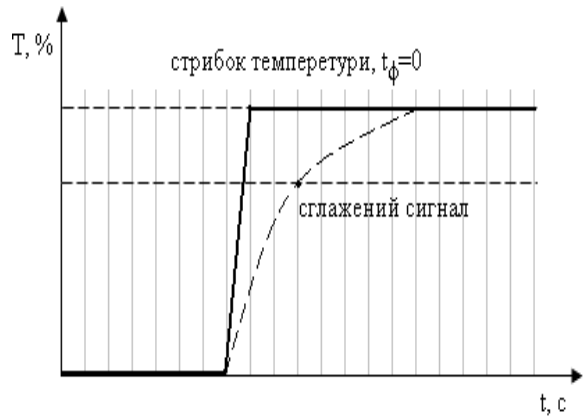


Рис. 2. Згладжування вхідного сигналу

Логічні схеми, що виконують прості логічні функції, мультиплектори, вихідні ланцюги аналого-цифрових і вхідні ланцюги цифро-аналогових перетворювачів, мікропроцесорні пристрої входять в цифрову частину системи управління. З погляду тимчасового аналізу цифрова частина вносить запізнення  $t_{\phi}$ , яке необхідне для виконання перетворень над цифровими сигналами. Таким чином, кількісна інформація про роботу системи визначається сумарним часом аналогової  $t_{\phi}$  і цифрових  $t_{\phi}$  перетворень.

При аналізі систем управління успішно застосовуються методи, розроблені в теорії електричних ланцюгів і в теорії автоматичного управління. До них можна віднести: для елементів аналогової частини – перетворення Лапласа, для дискретної частини – Лапласа – Галуа, для цифрових пристроїв Z-перетворення.

Щоб одержати в результаті вимірювання інформацію про співвідношення між поточним поляганням об'єкту управління і встановленим нормальним його поляганням, будь-яка система автоматичного управління повинна виконувати наступні основні функції:

- сприйняття вхідних величин і перетворення їх в сигнали, необхідні для подальших операцій  $I(X_0, X_1)$ , де  $X_0 = X_{01}, X_{02}, \dots, X_{0n}$ ;  $X_1 = x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$ ;
- формування вимірюваних величин в аналоговому і цифровому видах  $I(C), I(DC)$ ;
- порівняння вхідних величин або функцій від них із заданим значенням  $I(CR : X, C), I[CR : H(X), C], I(CR : Z, DC), I[CR : H(Z), DC]$ ;
- видача інформації про полягання об'єкту управління  $I[R : CH H(X)]$ ;
- автоматичне управління роботою системи  $\Phi(\Phi^*)$ .

$I(\Phi^*)$  – функціональні оператори отримання, перетворення, передачі і видачі інформації. В дужках да-

ється конкретний зміст таких операторів. CR – операція порівняння (comparison), CH – контролю (checking), R – читання інформації (read).

$H(X)$  – ентропія системи (сума творів різних полягань системи на логарифми цієї вірогідності, узята із зворотним знаком).

$$H(X) = - \sum p_i \log p_i, \quad (1)$$

де  $p_i = P(X=x_i)$  вірогідність того, що система  $X$  знаходиться в стані  $x_i$ .  $P$ - статистична вірогідність.

Кількість інформації, яка отримується при повному з'ясуванні полягання системи  $X$ , рівна ентропії цієї системи:

$$I_x = H(X) \quad (2)$$

Паралельне або послідовне отримання потрібної інформації багато в чому визначається кількістю елементів і пристроїв системи, їх швидкістю і надійністю. Управління процесом збору інформації від об'єкту, управління роботою функціональних блоків системи, обмін інформацією між ними і видачею інформації від системи в даний час здійснюють мікропроцесорні і обчислювальні пристрої. Система, що містить такі пристрої, володіє певною універсальністю, оскільки при певному програмному забезпеченні може виконувати функції управління систем різного призначення. Функції управління виконуються в реальному часі, тобто за деяку частку  $\tau_{ц}$  інтервал часу  $\Delta t_p$ , протягом якого полягання об'єкту управління може із заданими погрешностями залишатися незмінним. Розмір такого інтервалу визначається в процесі системотехнічного проектування. За наявності в системі управління мікроЕОМ для виконання обчислювальних операцій відводиться інтервал реального часу  $\kappa_{ц}$ . За цей час мікроЕОМ повинна прийняти масив даних  $\theta$ , над ним необхідні перетворення  $F\theta$  в реальному часі і видати ці перетворення із швидкістю  $F\theta / \kappa_{ц} \tau_{ц}$ .

Зменшити об'єм обчислювальної роботи можна за допомогою програмованих контролерів, які підклю-

чаються до системної магістралі мікроЕОМ. Вони працюють таким чином, що наступні один за одним алгоритмічні кроки і процедури виконуються за строго певний час.

Важливим компонентом автоматизованих систем управління є SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition), яка є сукупністю апаратно-програмних засобів, що забезпечують можливість моніторингу, аналізу і управління параметрами технологічного процесу людиною. Сучасна SCADA-система має широкий набір апаратури нижнього рівня, великий спектр драйверів або серверів уведення-виведення, а також добре розвинені засоби створення власних програмних модулів – нових пристроїв нижнього рівня.

Виходячи із задач і проблем функціонування, SCADA-система має оптимальну структуру, яка складається з трьох основних блоків:

- Data Access, що здійснює збирання, збереження технологічних параметрів в базі даних реального часу і відображення їх на графічних мнемосхемах.
- Alarms Events, що передбачає виявлення аварійних ситуацій і відображення їх і технологічних повідомлень на графічних мнемосхемах.
- History Access - дозволяє здійснювати архівацію історії зміни параметрів технологічного процесу.

Функції безпосереднього управління технологічним процесом реалізуються в пакетах прикладних програм для мікропроцесорних контролерів [2].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. И.М. Макаров, Б.М. Менский. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета, справочный материал): Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1983. -504 с.
2. Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке. АСУТП. МИФИ.М., 2001. -399 с.

пост. 29.05.07.

В.И. Бойко

Л.М. Дехтярева

А.Н. Маленкова