

## **НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ**

УДК 681.51:57

### **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ, СИСТЕМ ТА ОБЛАДНАННЯ**

*Бойко Т.А., Бойко Є.О., Черкаський державний технологічний університет,  
м. Черкаси, Україна*

*Розглядаються сучасні методи моделювання для ергономічного проектування приладів, систем та обладнання. Представлені результати порівняльного аналізу та рекомендації до застосування ефективних методів моделювання*

#### **Вступ. Постановка завдання**

У сучасній проєктивній ергономіці моделювання розглядається як один з основних методів, що дозволяє проводити ергономічні дослідження різних елементів систем «людина-машина» (СЛМ) на різних етапах проектування.

Порівняльний аналіз ергономічних методів моделювання і визначення їх недоліків та переваг необхідні для чіткої орієнтації ергономістів (дослідників та проєктувальників).

Такий аналіз створюється уперше, що необхідно у виборі методів моделювання і технічних засобів їх реалізації, можливості планування й організації проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт.

#### **Основні типи методів ергономічного моделювання**

В залежності від способу реалізації методи ергономічного моделювання можна розподілити на такі групи:

- напівнатурне моделювання (ННМ);
- метод вербального опису системних операцій (сценарій);
- графічні методи;
- методи математичного моделювання;
- цифрове моделювання людини.

Напівнатурне моделювання проводиться паралельно із розробкою робочої документації на дослідні зразки. Напівнатурна модель повинна містити всі основні елементи підсистеми «людина-оператор (ЛО) – прилад», імітатори майже всіх суміжних із приладом компонентів СЛМ та контрольно-записуючу апаратуру. При здійсненні ННМ виконується повний цикл заходів з ергономічного експертування, ергономічної оптимізації та внесення всіх змін у структуру та конструкцію СЛМ [4].

Сценарій у вигляді вербального опису типових послідовностей системних операцій є самим простим засобом для узагальнення інформації, необхідної для аналізу функцій СЛМ [8], та оптимальним з огляду на витрачені кошти. У сце-

нарії можна врахувати як нормальні умови діяльності, так і можливі (і найбільш важливі) позаштатні ситуації. Розробка сценарію доцільна при міждисциплінарній співпраці фахівців і дозволяє їм знайти порозуміння ще до виникнення концепції, сформованої ідеї, до появи «проекту».

Метод алгоритмічного опису діяльності оператора (представлення процесу діяльності у вигляді припису, що визначає зміст і послідовність дій оператора, які ведуть до виконання поставленого завдання в СЛМ) застосовується при вивченні порівняно простих видів операторської діяльності. Для запису алгоритму застосовуються дві основні форми: логічна схема алгоритму (ЛСА) та блочна схема алгоритму (БСА) [9]. За способом представлення інформації – це графічні методи.

В ЛСА (1) великими латинськими літерами позначаються «оператори», малими літерами – логічні умови, які визначають вибір того чи іншого оператора. Кожна логічна умова має два логічних виходи. Від кожного символу логічної умови починається нумерована стрілочка ( $\uparrow$ ), яка закінчується біля якогось іншого члена ( $\downarrow$ ). У відповідності з розглянутими правилами та позначеннями логічна схема алгоритму роботи оператора може виглядати таким чином:

$$L = \downarrow A_1 A_2 A_3 A_4 P_1 \uparrow A_5 \omega \uparrow \downarrow A_6 \downarrow P_2 \uparrow A_7 \quad (1)$$

В БСА «оператори» позначаються прямокутниками, а логічні умови – ромбами. Всередині кожного прямокутника і ромба записується зміст даного члена алгоритму. Якщо логічна умова виконується, управління передається за стрілкою „Так”. Якщо ця умова не виконується – за стрілкою „Ні”.

Аналіз схеми алгоритму дозволяє отримати деякі кількісні характеристики трудового процесу: показники стереотипності, логічної складності. Моделі, розроблені у вигляді алгоритмів, належать до класу образно-знакових моделей [7].

Операційно-логічна (ОЛ) та предметно-функціональна (ПФ) моделі у вигляді графа застосовуються в залежності від особливостей інтерпретації поняття елементарної операції, способу кодування операцій і їх частоти.

Якщо множину елементарних операцій, з яких складається алгоритм діяльності розбити на підмножини сенсорних (аферентних), моторних (еферентних) і логічних (центральных) операцій, тоді операційно-логічною (ОЛ) моделлю буде граф, вершини якого суть коди сенсорних, моторних і логічних операцій, а дуги (стрілочки) – це імплікації, які характеризуються частотою, рис.1 [12].

В цій системі керування вирішується задача «змінити вихід продукту на задану величину». У формі ЛСА ця задача буде мати вигляд:

$$L = \downarrow z_1 z_2 q_1 \uparrow \downarrow x y q_2 \uparrow \downarrow u \omega \uparrow, \quad (2)$$

де  $z$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$  – поточні значення параметрів, які складають матрицю (рис. 1).

ОЛ-моделі різних рівнів можуть використовуватись для психофізіологічного аналізу діяльності, для складання посадових інструкцій, для розробки навчальних завдань і тренажерів при підготовці фахівців.

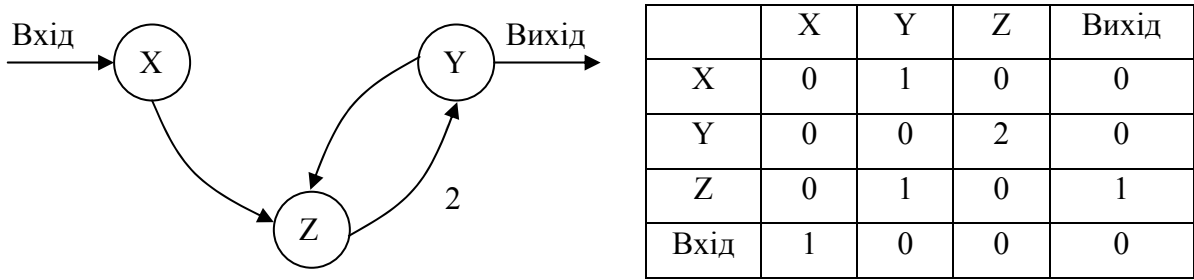


Рисунок 1 - Орграф та матриця суміжності

Крім того, ОЛ-модель є основою для розробки предметно-функціональної моделі, яка теж має вигляд графа (рис. 2).

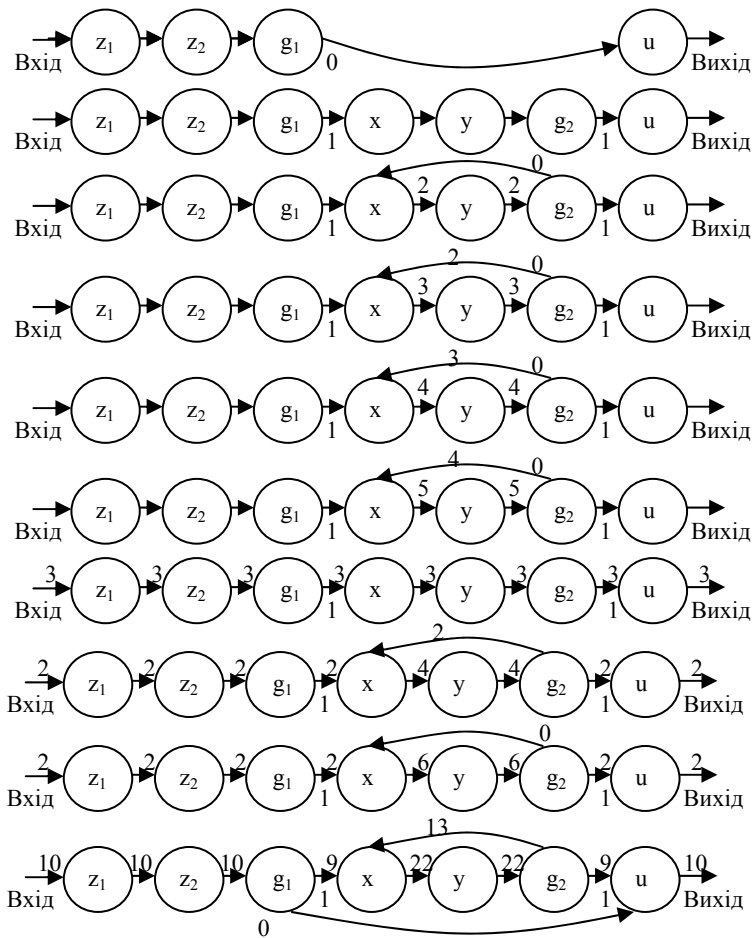


Рисунок 2 – Графи реалізації алгоритму (2)

Циклограма функціонування підсистеми «ЛО – прилад» у вигляді «мікроелементного аналізу» у кожній з гілок наміченого алгоритму функціонування створеної підсистеми «ЛО – прилад» [5] наочно показує погодженість елементарних операцій ЛО з оперативними органами приладу і дозволяє розрахувати проєктовані часові витрати на взаємодію, а також оцінити очікувану темпову напруженість діяльності в конкретному режимі функціонування підсистеми.

Графічне моделювання, яке здійснюється за розробкою образно-знакових

моделей – ергономічних схем інформаційних потоків, схем алгоритмів роботи ЛО, загального ергономічного виду приладу (геометрична модель), – проводиться на всіх етапах ергономічного проектування (технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект). Приклад наведений на рис. 3 [1 - 3].

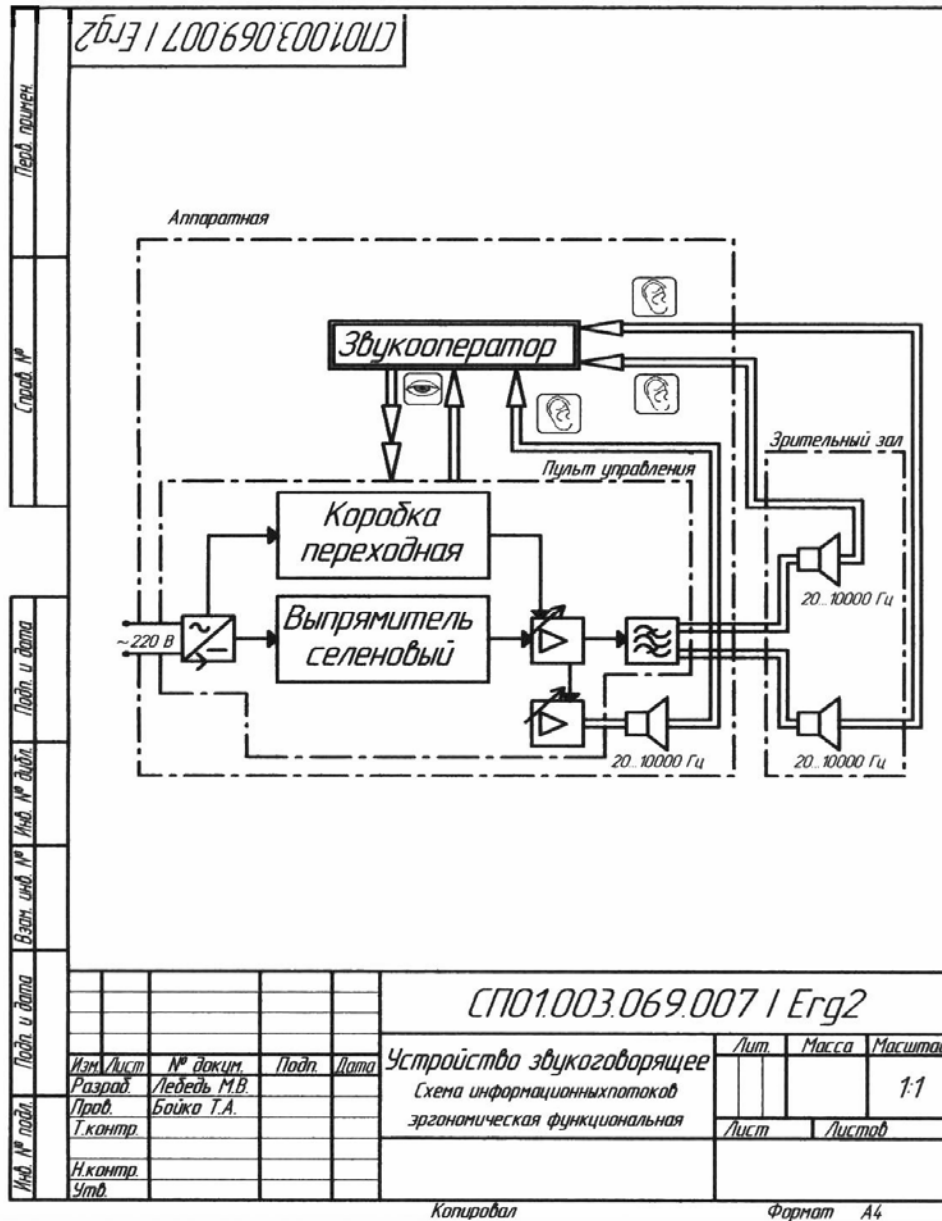


Рисунок 3 – Пристрій гучномовний. Схема інформаційних потоків ергономічна функціональна. I Erg 2

Комплекти документів ергономічного проекту «Схеми інформаційних потоків ергономічні», «Схема алгоритму роботи оператора», «Вид загальний ергономічний» розроблюються як графічне відображення інформаційної моделі СЛМ, дають змогу оцінити велику кількість ергономічних характеристик системи, візуально представляють зв'язок між елементами конструкції та діяльністю ЛО [10].

Соматографія – це метод техніко-антропометричного аналізу статичної та динамічної робочих поз людини, який полягає в сумісному зображенні тіла людини та елементів технічних засобів в ортогональних площинах методами технічного креслення. Такі зображення мають назву соматограмм (рис. 4) [6].

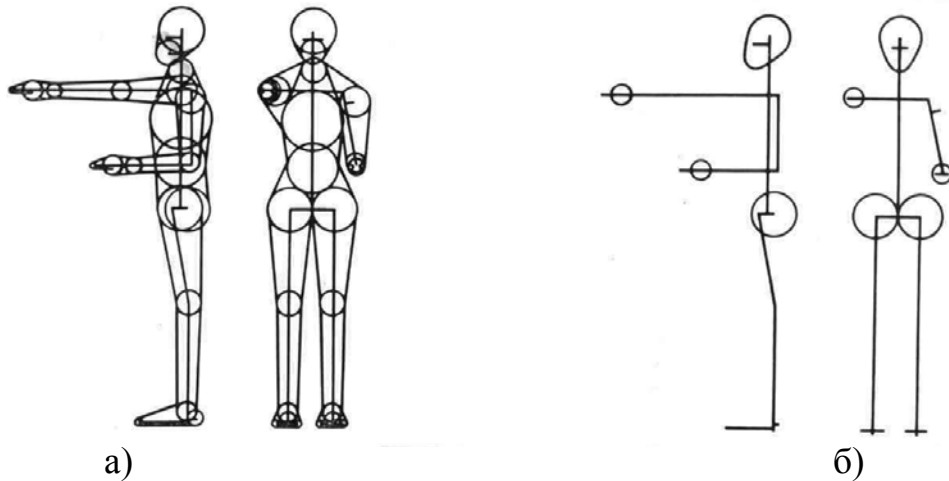


Рисунок 4 – Апроксимована та шарнірна геометричні моделі ЛО

Цифрове моделювання людини [2, 8] є останнім досягненням антропометричного проектування – це комп’ютерна розробка моделей робочого середовища і моделі людини за допомогою різних програм цифрового моделювання людини (Digital Human Modeling) (ЦМЛ) (рис. 5). На цих моделях аналізуються ергономічні характеристики: величина зон досяжності; робоча зона оператора; оглядовість пульта управління; допустимі значення мас для підйому, опускання, переносу; комфортність робочої пози; час виконання окремих операцій.

Математичне моделювання діяльності людини-оператора може здійснюватися методами лінійного програмування.

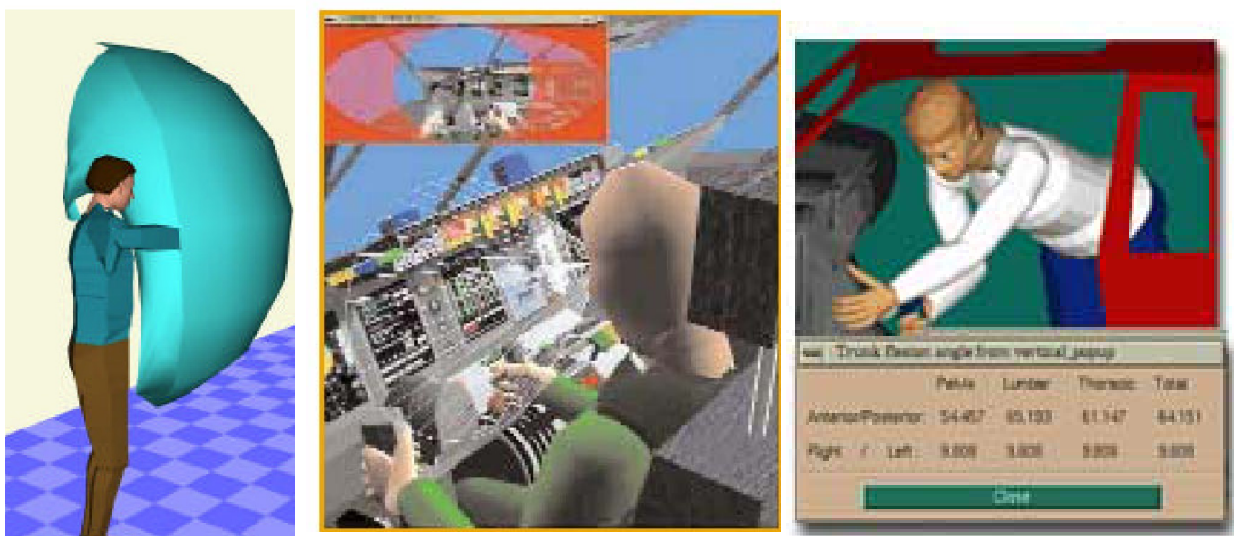


Рисунок 5 – Фрагменти ергономічного аналізу із застосуванням програм ЦМЛ

Графічний метод застосовується при постановці задачі, наприклад, двопараметричної, якщо відомі конструктивні параметри приладу або обладнання, і проводиться оптимізація розташування засобів відтворення інформації та органів керування, компоновка робочого місця. Метод Монте-Карло застосовується для імітації ймовірно - часових характеристик діяльності оператора [8, 11].

Результати порівняльного аналізу зведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Перелік основних якісних показників методів ергономічного моделювання**

<b>Метод моделювання</b>	<b>Позитивні якості</b>	<b>Недоліки</b>
Напівнатурне моделювання	Можливість проведення повного циклу всіх ергономічних досліджень.	Дуже великі витрати часу та коштів.
Графічне моделювання: – соматографія; – операційно-логічна та предметно-функціональна модель у вигляді графа – циклограма  – образно-знакові моделі: схеми інформаційних потоків, схема алгоритму діяльності ЛО, вид загальний ергономічний.  Логіко-алгоритмічний опис: БСА ЛСА	Наочність Наочність  Наочність, можливість оцінки функціонування системи. Наочність і простота побудови, спрямованість потоків інформації в контурах ланцюгах СЛМ, розподіл функцій між людиною і технічними компонентами зв'язок з технічною документацією.  Наочність Компактність	Складні в реалізації. Потребують спеціальної підготовки, складні у виконанні, не показують зв'язок з конструкцією СЛМ.  Складність побудови, слабкий зв'язок з конструкцією та проектною документацією. Необхідна спеціальна підготовка, але загалом навички побудови освоюються легко.  Неефективні у застосуванні для складних приладових систем, в яких більш ніж 3 органи керування та засоби відтворення інформації.
Математичне моделювання	Можливість опрацювання величезної кількості варіантів, точність, швидкість обробки інформ.	Складність розробки цільових функцій для адекватного відображення діяльності людини, необхідність мати велику інформаційну базу.
Сценарій (вербальний опис системних операцій)	Простий і доступний, сямий дешевий	Відсутня наочність, можливе неоднозначне розуміння.
Цифрове моделювання людини	Висока точність, велика варіативність.	Висока ціна (3 000 – 70 000\$).

## **Висновки**

Проведений порівняльний аналіз найбільш застосованих сучасних методів моделювання для ергономічного проектування приладів, систем та обладнання необхідний для проведення подальших досліджень ергономічного проектування.

Рекомендується на різних етапах ергономічного проектування застосовувати графічний метод побудови образно-знакових моделей, як найбільш економічно ефективний, наочний, простий в опануванні.

## **Література**

1. Бойко Т.А., Бойко Є.О. Принципи і методи створення образно-знакових моделей для побудови інформаційних моделей систем „людина-машина” // 3-я НПК „Приладобудування 2004: Стан і перспективи”. Зб. Наук. праць. 20-21 квітня 2004 р., м. Київ, Україна. - С. 62.
2. Бойко Т.А., Бойко Є.О. Сравнительный анализ программ цифрового моделирования человека // Вісник ЧДТУ. – 2003. – №1. - С. 8–13.
3. Бойко Т.А., Бойко Є.О., Лукашенко В.М. Схемы информационных потоков эргономические – средства графического документирования информационных моделей системы “человек-машина” // “Вісник ЧДТУ”. – 2003 – № 2. – С. 11–16.
4. Борисюк А.А. Эргономика в приборостроении. –К.: Техніка, 1985. – 167 с.
5. Войненко В.М., Мунипов В.М. Эргономические принципы конструирования. – К: Техніка, 1988. – 119 с.
6. Кудрявцев А. М. Машинная графика в эргономическом проектировании. // Техническая эстетика. – 1987. – № 9. – С. 10–13.
7. Лебедев А. Н. Моделирование в научно-технических исследованиях. – М.: Радио и связь, 1989. – 224 с.
8. Мунипов В.М., Зинченко В. В. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. – М.: Логос, 2001, – 356 с.
9. Основы инженерной психологии / Под. ред. Б.Ф. Ломов. – М.: Высш.шк., 1977 - 335с.
10. Стандартизація документування в ергономічному проектуванні контрольно-вимірвальних приладів та систем / Бойко Т.А., Бойко Є.О., Корпань Я.В., Івченко П.А., Марченко С.В. // Вісник ЧДТУ. – 2002. - № 2. - С. 46-51.
11. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС: Учеб. пособие. – К.: Выща шк., 1991. – 310 с.
12. Хрестоматия по инженерной психологии / Под. ред. Б.М. Душкова. – М.: Высш.шк., 1991. – 287с.

<p><b>Бойко Т.А., Бойко Е.А. Сравнительный анализ методов моделирования для эргономического проектирования приборов, систем и оборудования</b></p> <p>Рассматриваются современные методы моделирования для эргономического проектирования приборов, систем и оборудования. Приводятся результаты сравнительного анализа и рекомендации применения эффективных методов моделирования</p>	<p><b>Boyko T.A., Boyko E.A. Comparative analysis of methods of design for the ergonomics planning of devices, systems and equipment</b></p> <p>The modern methods of design for the ergonomics planning of devices, systems and equipment are examined. The results of comparative analysis and recommendation for application of effective methods of design are brought over</p>
---	---

*Надійшла до редакції  
20 червня 2006 року*

УДК 531

## БАГАТОКАНАЛЬНА МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МАСИ БОРОШНА НА ОСНОВІ AVR-МІКРОКОНТРОЛЕРА

*Квасніков В.П., Ларін В.Ю., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

*У сучасних умовах для багатьох підприємств нашої країни, у тому числі тих, що виробляють харчову продукцію, існує проблема модернізації виробництва через те, що технологічне обладнання, системи автоматизації та вимірювальні системи працюють по декілька десятиків років. Запропоновано модернізовану систему контролю маси борошна*

### **Вступ**

Наразі відомо багато технічних рішень систем контролю маси сипучої сировини, напівфабрикатів, компонентів продукції на основі різних типів динамометрів. Найбільше розповсюдження отримали інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) на основі тензометричних чутливих елементів, а також системи важільного типу [1]. Як відомо з практичної точки зору найбільш надійними є ІВС з магнетопружними перетворювачами [2]. Проте сучасне запровадження засобів обчислювальної техніки та методів оптимізації дозволяє здійснити на більш високому рівні програмно-апаратне рішення важливих вимірювальних задач: підвищення точності, оперативності контролю та автоматизації метрологічної повірки.

Цілком зрозуміло, що власники сучасних підприємств зацікавлені провести модернізацію застарілих технічних комплексів та засобів при мінімальних фінансових затратах, наскільки це можливо. Розробники вимірювальних засобів можуть допомогти зробити це, наприклад, удосконалюючи вже існуючі системи, шляхом заміни застарілих пристроїв та блоків в системі. Це дозволить підвищити якісні характеристики існуючої системи в потрібному напрямку.

У статті запропоновано модернізацію системи контролю маси борошна в силосах безтарного зберігання борошна (БЗБ) введенням нового обчислювального блока, побудованого на одному із сучасних мікроконтролерів фірми Atmel.

### **Постановка задачі**

На деяких підприємствах харчової промисловості функціонують системи контролю маси продукту в силосах БЗ (безтарного зберігання). У якості первинного вимірювального перетворювача інформації досить часто використовуються магнітопружні перетворювачі. Тоді узагальнена структурна схема вимірювальної системи має наступний вигляд (рис.1). На рис.1 введені позначення: 1 – джерело живлення; 2, 3, 4 – датчики навантаження (тобто магнітопружні перетворювачі); 5,6,7 –масштабуючі перетворювачі до датчиків; 8 – комутатор; 9 – аналого – цифровий перетворювач; 10 – мікропроцесорний (або обчислювальний) блок; 11– індикаторний блок; 12 – кнопочний блок.

Згідно цієї схеми вимірювальна система функціонує наступним чином.

У технологічну схему БЗБ вбудовано датчики навантаження, які вимірюють масу контрольованого об'єкта (тобто силосів), від датчиків інформаційний сигнал надходить до масштабуючих перетворювачів, в склад яких входить випрямляч, фільтр низьких частот та резистивний дільник. Після цього кола перетво-



ренів нормований сигнал поступає на комутатор; далі функціонування відбувається за керуванням мікропроцесорного блоку, ядром якого є кристали серії 1816BE35/39/48/51 – мікропроцесор (згідно з інформацією від кнопочного блоку), керуючи комутатором, опитує потрібний вимірювальний канал, керує роботою АЦП, виводить результати виміру на індикаторний блок [1].

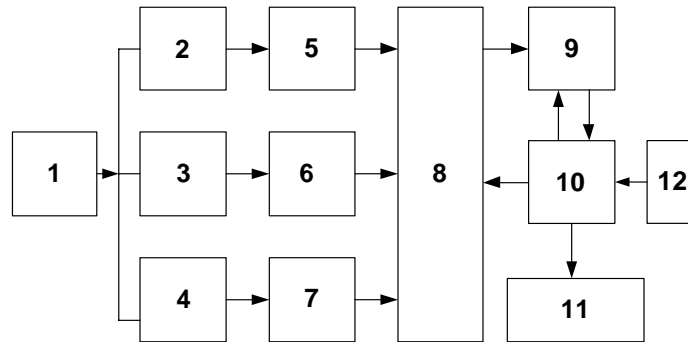


Рисунок 1 – Загальна структурна схема вимірювальної системи при використанні магнітопружних перетворювачів

У наступний час з'явилося досить багато мікропроцесорних сімейств, наприклад сімейства AVR фірми ATMEL виконаних за принципом SOC, які з'явилися на світовому ринку в 1997 р., мають сучасну RISC- архітектуру, яка у сполученні з технологією flash-пам'яті забезпечує дуже високі показники за такими критеріями, як швидкість виконання коду програми, ефективність генерації коду при використанні мов високого рівня (підтримка системою команд), низька ціна. До цього сімейства відноситься і мікропроцесор AT90S8535, обраний для модернізації системи контролю маси.

Таблиця 1- Граничні параметри AT90S8535

Робоча температура	-5-65°C - +150°C
Температура збереження	5°C - +125°C
Напруга на будь-якому виводі, крім RESET	-1.0V – V <sub>cc</sub> +0.5V
Напруга на будь-якому виводі RESET	1.0V - 13 V
Максимальна робоча напруга	6.6V
Постійний струм через вивід порту	40.0 mA
Постійний струм між VCC і GND	200.0 mA

AT90S8535 – економічний 8-бітовий КМОП мікроконтролер, побудований з використанням розширеної RISC архітектури AVR. Виконуючи по одній команді за період тактової частоти, AT90S8535 має продуктивність близько 1MIPS на МГц, що дозволяє розроблювачам створювати системи, оптимальні по швидкості і споживаній потужності. В основі ядра AVR лежить розширена RISC архітектура, що поєднує розвинутий набір команд і 32 регістра загального призначення. Усі 32 регі-

тра безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (АЛП), що дає доступ до будь-яких двох регістрів за один машинний цикл.[2] Подібна архітектура забезпечує десятикратний вигравш в ефективності коду в порівнянні з традиційними CISC мікроконтролерами. Структурна схема AT90S8535 приведена на рис.2.

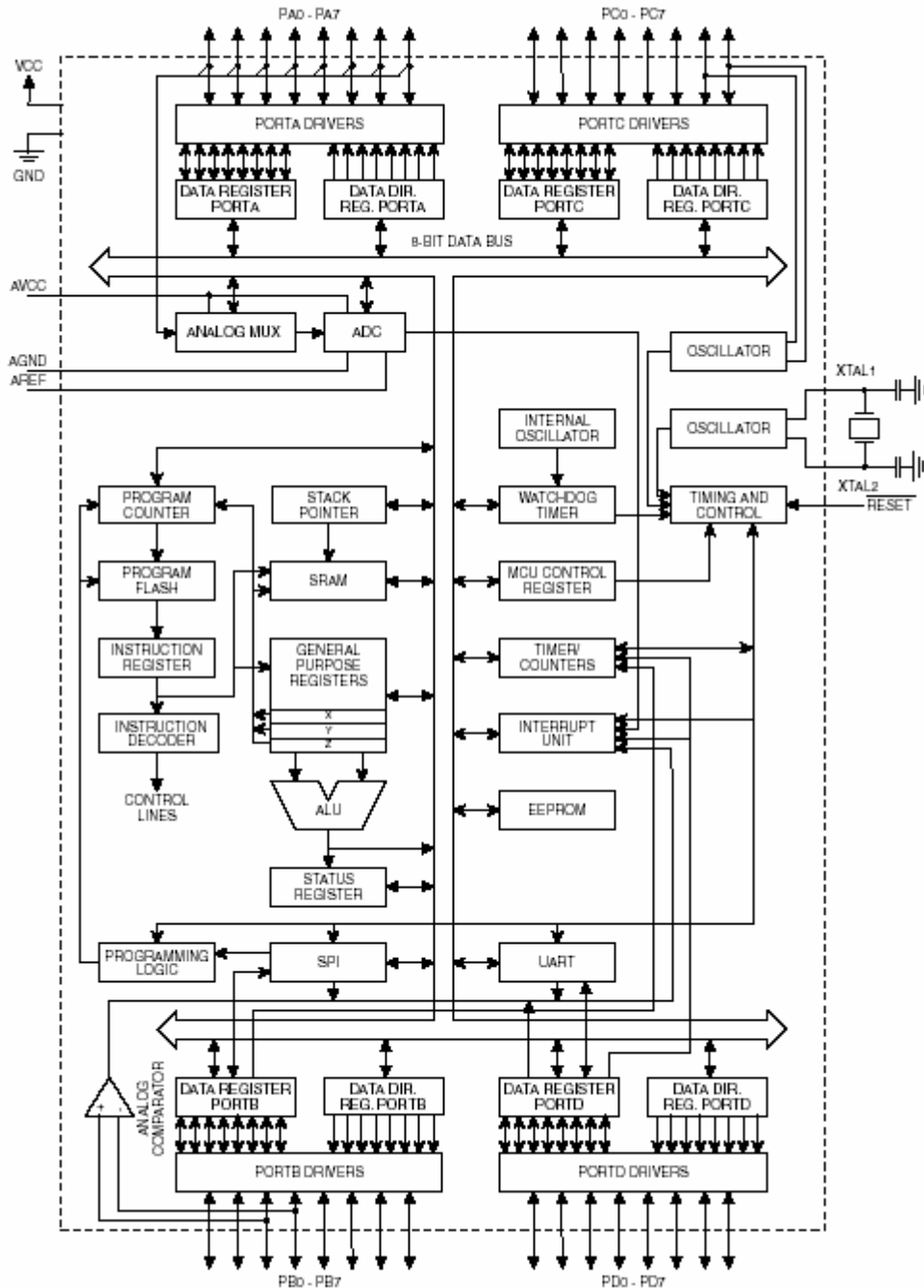


Рисунок 2 – Структурна схема AT90S8535

AT90S8535 пропонує наступні можливості: 2 кБ завантажуваної flash-пам'яті; 128 байт EEPROM; 30 ліній вводу/виводу загального призначення; 32 робітників регістра; налаштування таймери/лічильники з режимом збігу; зовні-

шні і внутрішні переривання; програмувальний універсальний послідовний порт; програмувальний сторожовий таймер з убудованим генератором; SPI послідовний порт для завантаження програм; два обираних програмно режими низького енергоспоживання. Холостий режим (Idle Mode) відключає ЦПУ, залишаючи в робочому стані регістри, таймери/лічильники, SPI порт і систему переривань. Економічний режим (Power Down Mode) зберігає вміст регістрів, але відключає генератор, забороняючи функціонування всіх убудованих пристроїв до зовнішнього переривання чи апаратного скидання [1].

Мікросхеми виробляються з використанням технології енергонезалежної пам'яті високої щільності фірми Atmel. Завантажена flash-пам'ять на кристалі може бути перепрограмована прямо в системі через послідовний інтерфейс SPI чи доступним програматором енергонезалежної пам'яті. Поєднуючи на одному кристалі удосконалений 8-бітовий RISC процесор із завантажуваною flash-пам'яттю, AT90S8535 є могутнім мікроконтролером, що дозволяє створювати досить гнучкі й ефективні по вартості пристрої.

AT90S8535 підтримується повною системою розробки, що містить макроасемблер, програмний відладчик/емулятор, внутрисхемний емулятор і відладочний комплект. Усі його технічні дані задовольняють поставленим вимогам, а саме розрядність не менш 10, час перетворення не більш 100 мкс. Діапазон зміни вхідного сигналу (0 – 5) В робить необхідним використання в схемі нормуючого дільника. Отже для рішення даної задачі буде використовуватися АЦП, вбудоване в мікроконтролер.

Вбудований аналоговий компаратор, налагоджений таким чином, що його спрацьовування відбувається при переході через 0, на рисунку - момент часу  $t_1$ . Після цього йде затримка часу  $\Delta t$ , рівна  $\frac{1}{4}$  періоду. У даному випадку при частоті 400 Гц період дорівнює  $T = 0,0025$  с, отже,  $\frac{1}{4}T = 0,000625$  с = 625 мкс. У момент часу  $t_2$  відбувається включення АЦП і зчитування інформації про величину амплітуди  $A$  (рис.3).

AT90S8535 містить АЦП 10-розрядного послідовного наближення. АЦП зв'язаний з 8 канальним аналоговою мультиплексором, який дозволяє кожному виводу порту  $A$  використовуватися як вхід для АЦП. АЦП містить підсилювач вибірки й збереження, який гарантує, що вхідна напруга АЦП буде підтримано на постійному рівні протягом перетворення. АЦП має два окремих аналогових висновки напруги живлення,  $AVCC$  і  $AGND$ .  $AGND$  повинний бути зв'язаний з аналоговою "землею", а напруга на  $AVCC$  не повинна відрізнитися більше чим  $\pm 0.3$  В від живильної напруги. Зовнішня опорна напруга повинна бути прикладена до висновку  $AREF$ . Це напруга повинна бути в діапазоні  $AGND - AVCC$ .

АЦП може використовувати режим однократного чи безупинного перетворення. У режимі однократного перетворення кожне перетворення повинно бути ініційовано користувачем. У режимі безупинного перетворення АЦП постійно робить вибірки і модифікує регістр даних АЦП. Біт  $ADFR$  у  $ADCSR$  вибирає між двома доступними режимами. Регістр  $ADMUX$  обирає один із восьми каналів аналогового вхідного сигналу, використовуваних як введення АЦП.

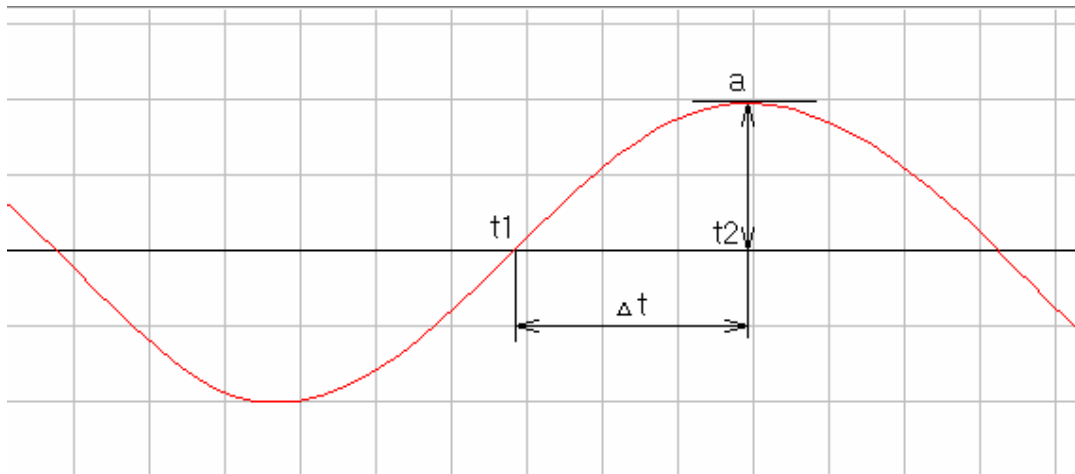


Рисунок 3 – Результати моделювання роботи аналогового компаратора та АЦП

АЦП містить попередній дільник частоти, що поділяє системну тактову частоту до прийнятної частоти синхронізації АЦП у діапазоні 50 - 200 кГц. Застосування більш високої вхідної частоти приведе до меншої точності перетворення. Біти ADPS0 - ADPS2 у регістрі ADCSR встановлюють коефіцієнт розподілу, якщо XTAL частота перевищує 100 кГц. Попередній дільник частоти починає працювати з моменту включення АЦП установкою біта ADEN у регістрі ADCSR і працює, поки біт ADEN установлений. При ініціалізації перетворення установкою біта ADSC у регістрі ADCSR запуски перетворення відбуваються по наступному наростаючому фронту тактового циклу АЦП.

Фактична затримка складає 1.5 тактових циклу АЦП після початку перетворення. Результат буде готовий і записаний у регістр даних АЦП після 13 циклів. У режимі однократного перетворення, АЦП має потребу в ще одному тактовому циклі перед новим перетворенням. Якщо ADSC установлений у цей момент, АЦП запустить нове перетворення негайно. У неперервному режимі нове перетворення буде почато негайно після того, як результат, записаний у регістр даних.

Використання режиму безупинного перетворення й частоти синхронізації АЦП 200 кГц дає самий низький час перетворення, 65  $\mu$ s, еквівалентне 15.4 kSPS.

Враховуючі вищевказані складові частини й характеристики мікропроцесора AT90S8535 можна скласти нову структурну схему вимірювальної системи. (рис.4). Напруга живлення системи надходить з промислової мережі  $\sim$ 220 В при частоті 50 Гц. За допомогою випрямляча змінна напруга перетворюється в постійну. Постійна напруга використовується для живлення задавального генератора та підсилувача потужності. Задавальний генератор формує частоту, яка стабілізована за формою сигналу (синусоїда) та періоду коливальності. Підсилувач потужності забезпечує необхідний вихідний струм і величину напруги живлення датчиків.

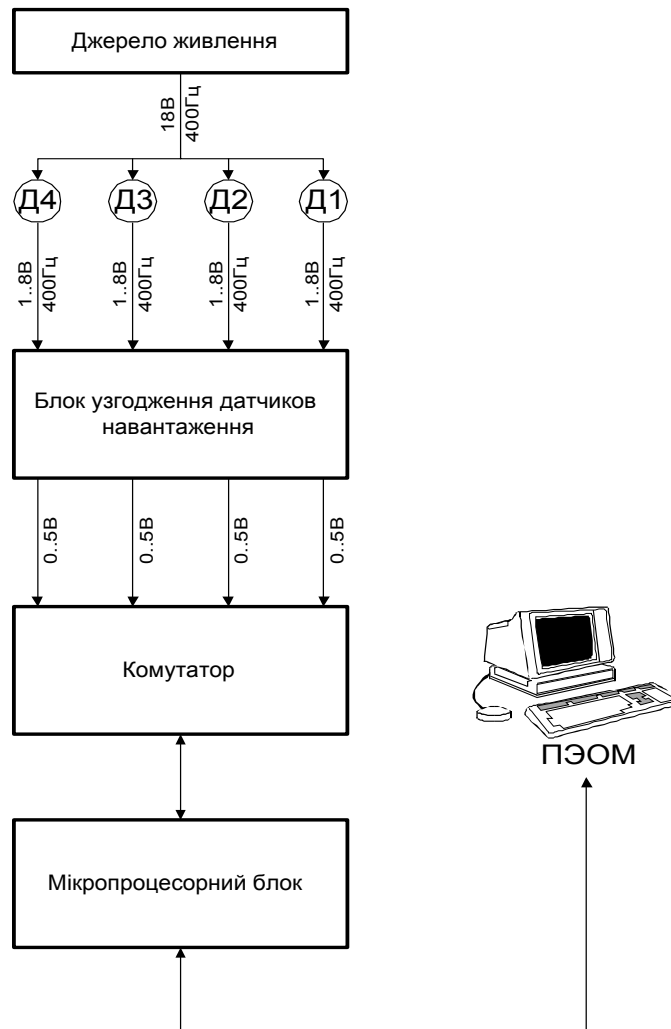


Рисунок 4 – Структурна схема вимірювальної системи контролю маси, побудована на основі процесора AT90S8535

Сигнал з датчиків надходить на блоки узгодження датчиків навантаження, що містять нормуючий перетворювач, що виконаний у вигляді нормуючого подільника. Після цього за допомогою мультиплексорів, керованих мікроконтролером, сигнал з певного датчика комутується на вхід активного смугового фільтра, призначеного для виділення інформаційної першої гармоніки і придушення шумів. З виходу фільтра сигнал надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера.

Коли інформація з чотирьох датчиків одного силосу отримана, мікроконтролер формує "повідомлення" і по лінії RS-232 передає її пристроєві прийому-передачі інформації. Пристрій прийому-передачі інформації конвертує "повідомлення" у формат RS-485, після чого воно може бути передано на відстань до 1200 м без додаткового підсилення.

Другий пристрій прийому-передачі приймає посилення, конвертує його з RS-485 у RS-232. Після цього інформація подається в СОМ-порт ПЕОМ, де отримані дані про стан силосу обробляються за допомогою спеціального програмного забезпечення і надаються на дисплей оператора БЗБ у зручному для сприйняття вигляді.

В системі передбачений дисплей, який встановлений безпосередньо в БЗБ, він стисло відображає інформацію про стан силосів. Час опитування дев'яти силосів складу БЗБ не перевищить 1 с.

### **Висновки**

Використання сучасних мікропроцесорів в структурі вимірювальної системи контролю маси надалі дозволить: значно розширити функціональні властивості вимірювальної системи внаслідок спрощеної процедури підключення до ПЕОМ; провести скорочення кількості виконавчих модулів через їх наявність в складі МП; при цьому не потрібно буде змінювати існуючу конструктивну схему вбудови первинних перетворювачів в контрольований об'єкт і що є перспективним напрямком досліджень.

### **Література**

1. Профос П.М. Измерение в промышленности / Справочное издание. Кн.1 - Теоретические основы/- М: Металлургия, 1994.-492с.
2. Чичикало Н.И. Структурно-алгоритмические принципы построения ИИС напряженно-деформированных объектов.-Донецк:РИА ДонГТУ, 1998.-187с.
3. Якубовский С.А., Барканов Н.А., Кудряшов В.П. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы: Справочное пособие / Под ред. С.В.Якубовского. - М.: Радио и связь, 1985. – 336 с.
4. Справочник по AVR-микроконтроллерам серии AT90XXX. - СПб.: Питер, 2002. – 435 с.

**Квасников В.П., Ларин В.Ю. Многоканальная микропроцессорная система контроля массы муки на основе AVR-микроконтроллера**

В современных условиях для многих предприятий нашей страны, в том числе и тех, которые занимаются производством пищевой продукции, существует проблема модернизации производства из-за того, что технологическое оборудование, системы автоматизации и измерительные системы работают по несколько десятков лет. Предложена модернизированная система контроля массы муки

**Kvasnikov V.P., Larin V.Yu. Many-server microprocessor system of the checking the mass of flour on base AVR-microcontroller**

In modern condition of the development of our countries for many enterprise, including that, which concern with the production to food product, exists the problem a modernization of production, because of that that technological equipment, systems automation and measuring systems slave-melt on several groups of ten of the years. The modernization of control system of the flour mass is offered

*Надійшла до редакції  
4 вересня 2006 року*