УДК 621.317 : 681.142.5

АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

© Погребенник В. Д., 2000
Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів

Описано алгоритм роботи мікропроцесорної системи експрес-контролю параметрів водного середовища: питомої електропровідності, солоності та температури.

Аналіз сучасного стану методів дослідження властивостей рідин виявив основну тенденцію в аналітичному приладобудуванні останніх років, яка полягає у подальшій автоматизації процесу вимірювання, пробовідбору, пробопідготовки і видачі результатів вимірювань [1].

Надзвичайно важливим та актуальним у даний час є створення багатоканальних мікропроцесорних систем (МПС) експрес-контролю водного середовища. При їх реалізації доцільно поєднати декілька методів вимірювань. Наприклад, при визначенні концентрації солей у воді бажано використати ультразвуковий та кондуктометричний методи з одночасним вимірюванням температури води, що дозволить підвищити швидкість визначення концентрації, розширити динамічний діапазон, контролювати неорганічні й органічні речовини.

Мікропроцесорна система експрес-контролю рідин [2] включає в себе блок сенсорів, аналоговий інтерфейс, аналоговий багатоканальний комутатор та АЦП, мікроконтролер, індикатор, послідовний інтерфейс RS-232C та персональну ЕОМ.

Програмне забезпечення МПС описано в [3].

Метою даної роботи є розроблення алгоритмічного забезпечення МПС для експрес-контролю рідин.

Основні функції алгоритмічного забезпечення. Алгоритмічне забезпечення вимірювання концентрації солей у воді має виконувати дві основні функції: 1) керування роботою пристрою в процесі установлення режимів роботи, калібрування та вимірювання; 2) опрацювання інформації, що надходить з вимірювальних каналів. У процесі роботи МПС ці функції є взаємопов`язані, оскільки дані, що отримуються з вимірювальних каналів, можуть використовуватись для формування сигналів керування.

Керування роботою МПС включає в себе наступні функції: тестування основних систем мікроконтролера (МК) та установлення базових режимів роботи, зчитування даних з клавіатури, зчитування даних з енергонезалежного оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП, далі SETUP), занесення даних в SETUP, зчитування даних з вимірювальних каналів та керування ланками підсилення, керування роботою генератора УЗ імпульсів, керування роботою інтеграторів вимірювального та еталонного акустичних каналів солеміра, відлік дати і часу.

Опрацювання інформації з вимірювальних каналів включає в себе такі операції: масштабування даних, що надходять з АЦП та лічильників імпульсів, та перетворення їх формату; первинне усереднення (фільтрація) даних; визначення режиму температурної стабілізації еталонного акустичного каналу; визначення моменту включення інтеграторів в акустичних каналах; розрахунок калібрувальних коефіцієнтів, що заносяться в SETUP; розрахунок за калібрувальними характеристиками значень температури t°, електропровідності σ (з температурною компенса-цією даних кондуктометричного каналу) та концентрації солі S.

З точки зору практичної роботи системи алгоритмічне забезпечення повинно підтримувати наступні основні режими роботи: очікування вибору виду роботи, попередніх установок, калібрування, вимірювання, повторних вимірювань, перегляду електронного "Блокнота", а також зв'язку з ЕОМ.

У режимі очікування вибору виду роботи МК здійснює індикацію біжучого часу та одиниць вимірювання для попередньо вибраного каналу (по замовчуванню - t^0).

Режим попередніх установок передбачає: установку дати і часу, вибір вимірювального каналу, вибір періоду повторних вимірів, очищення пам`яті електронного "Блокнота".

При калібруванні проводиться: вимірювання значень t^0, σ та S в еталонних розчинах; введення значення еталонної величини відповідно до вибраного каналу; розрахунок відповідних калібрувальних коефіцієнтів та занесення їх в SETUP.

У режимі вимірювання реалізується: зчитування даних з усіх вимірювальних каналів за заданим алгоритмом (включаючи керування підсиленням, акустичними випромінювачами, інтеграторами акустичних каналів); розрахунок значень t^0, σ, S за калібрувальними залежностями з врахуванням температурної корекції; занесення в "Блокнот" виміряних значень з відповідними датою, часом та номером запису; індикація виміряного значення з вибраного каналу на рідиннокристалічному дисплеї.

При повторних вимірюваннях ці дії повторюються щоразу через заданий період часу τ.

Перегляд "Блокнота" забезпечує наступні операції: індикацію загальної кількості виконаних вимірювань та вільного місця в "Блокноті"; почергову індикацію дати, часу вимірювань, t^0, σ, S з вказуванням номера запису.

Передбачений також підрежим зв`язку з ПЕОМ. При цьому всі команди вводяться з клавіатури ПЕОМ за допомогою відповідного графічного інтерфейсу, а дані вимірювання передаються безпосередньо в ПЕОМ і записуються на магнітні носії. Це дозволяє повністю автоматизувати процес вимірювань.

Алгоритми роботи МПС. Оскільки переносні прилади мають, як правило, обмежені можливості для керування (обмежений набір команд пульта), а операції, які вони виконують, часто є багатоступеневими і вимагають діалогового режиму, то для забезпечення виконання всіх необхідних функцій МПС потрібно, щоб алгоритм передбачав для виконання кожної операції певну послідовність команд, що вводяться з пульта, та повідомлень, що виводяться на дисплей. Отже, алгоритм роботи МПС забезпечує поєднання великих функціональних можливостей приладу з обмеженими можливостями його пульта керування (клавіатури). Іншими словами, можна говорити про розробку відповідного діалогового інтерфейсу або навіть спеціалізованої операційної системи.

Для розробленого пристрою, що забезпечує контроль параметрів водного вимірювання солей у воді, пропонується клавіатура, яка зображена на рис. 1.

Позначення клавіш тут наступне:

0...9 - введення чисел; "**.**" роздільник (десяткова крапка); **C** - очищення регістру індикатора; **CAL** - калібрування; **MEAS** - вимірювання; **VIEW** - перегляд "Блокнота"; **ALT** - включення альтернативних функцій клавіш; **LINE** - включення режиму **ON LINE**; **Esc** - безумовний вихід в режим WAIT; <⏎ - ввід даних з регістру індикатора в процесор; SDATE, STIME, τ - установлення дати; часу і періоду повторних вимірювань, відповідно; t^0, σ, S - вибір для індикації (чи калібрування) відповідного вимірювального каналу; >,< , СМ - відповідно, перегляд "Блокнота" в прямому, зворотньому порядку та його очищення; AMEAS - автоматичний повтор вимірювань з періодом τ.

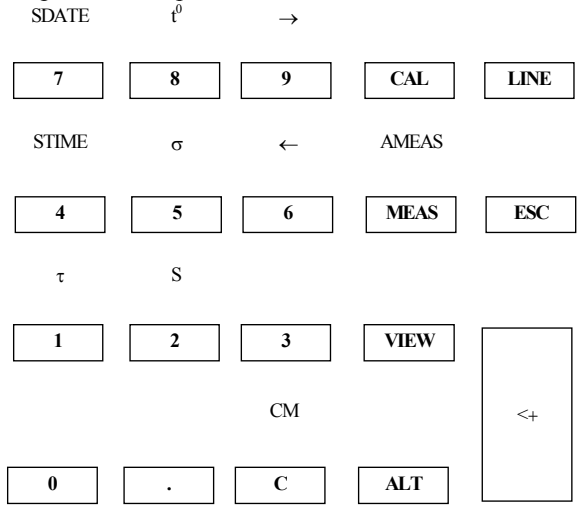
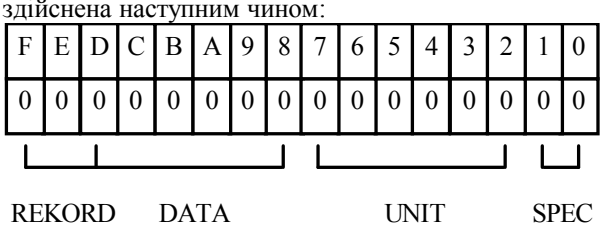
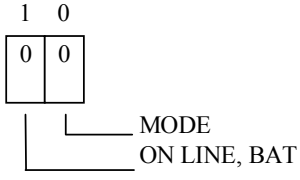


Рис. 1. Клавіатура МПС.

Вимірювальні дані, а також різноманітна службова інформація відображаються на 16-розрядному рідиннокристалічному матричному дисплеї. Розбивка полів дисплея за функціональним призначенням здійснена наступним чином:



Поле "RECORD, DATA" призначене для індикації значень вимірюваних величин, дати, часу та номера запису, поле "UNIT" призначене для індикації одиниць вимірювання, а поле "SPEC" призначене виключно для індикації ознак режимів роботи і має наступну розбивку:



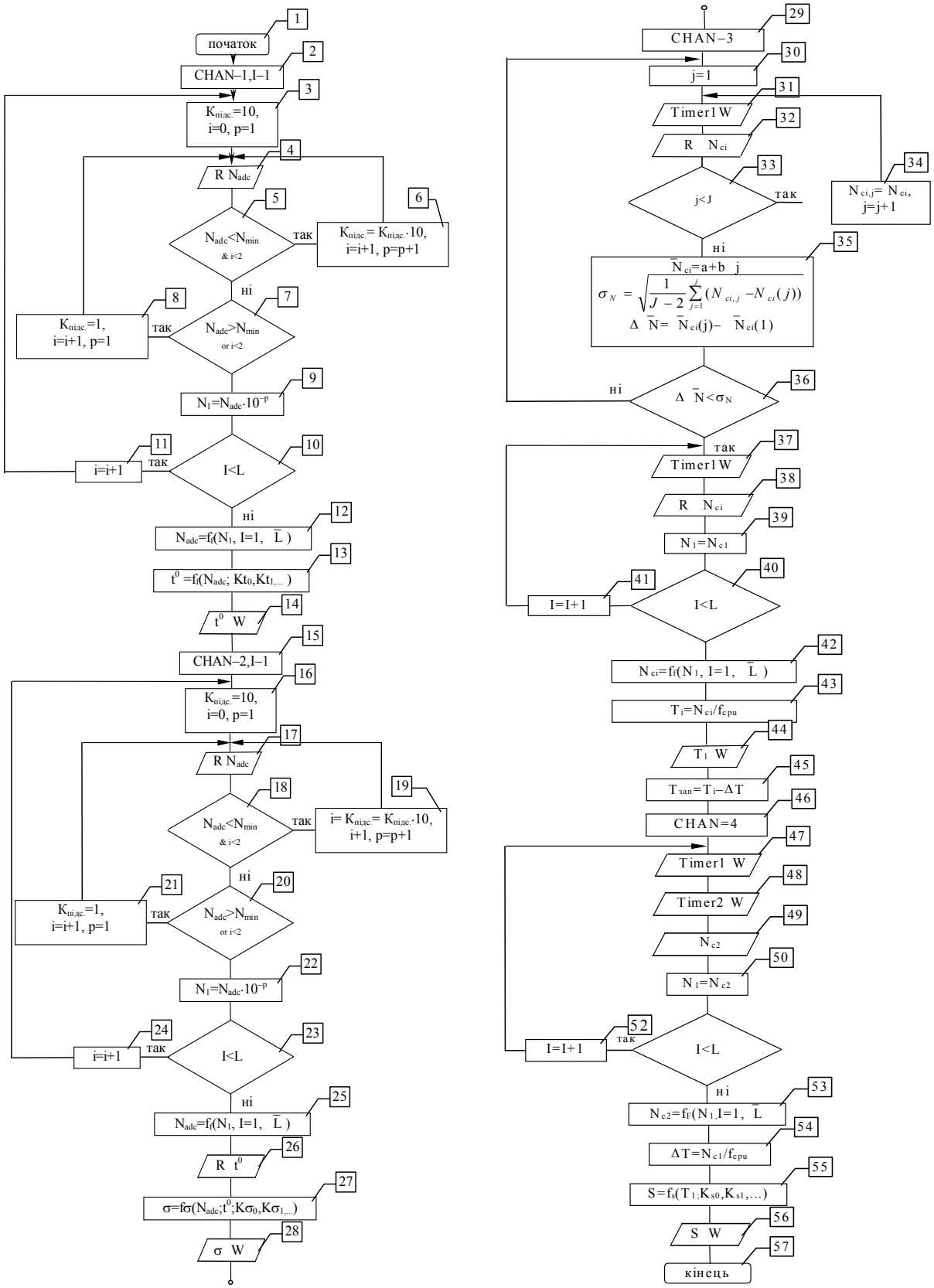


Рис. 2. Алгоритм процедури вимірювання МПС.

У розряді "MODE" індикуються ознаки: C - режим CAL, M - режим MEAS, A - режим AUTOMEAS, V - режим VIEW. В розряді "ON LINE,BAT" індикуються наступні ознаки: L - підрежим ON LINE, B (BLINKED) - ознака розряду акумуляторів.

Алгоритм роботи МПС організований за багаторівневою складною схемою з великою кількістю умовних переходів, діалогів, циклів та процедур, які використовуються одночасно у різних розгалуженнях програми.

Процедура вимірювання MEAS полягає в послідовному відборі даних з каналів вимірювання t^0, σ, S, їх попередньому опрацюванню, перетворенню згідно з калібрувальними залежностями, а також температурній корекції для вимірювання σ та термостабілізації для вимірювання S.

При цьому необхідно враховувати, що сигнали, що отримуються на згаданих каналах, є різними (для t^0 і σ - це значення напруги, а для S це часові інтервали) і тому процедури їх формування, відбору та обробки суттєво відрізняються між собою. Це вимагає чіткого керування входами комутатора каналів, трактом підсилення і комутатором напрямів обробки. При вимірюванні солоності води керування є особливо складним оскільки вимагає керування акустичними випромінювачами, інтеграторами еталонного та вимірювального акустичних каналів та відбору даних з двох лічильників імпульсів.

Алгоритм, за яким працює процедура MEAS, наведений на рис. 2.

Весь алгоритм складається з трьох частин: вимірювання температури t^0 (операції 2,...,14); вимірювання питомої електропровідності σ (операції 15,...,28); вимірювання концентрації солі S (операції 29,...,56).

Основними блоками алгоритму є наступні: цикли зчитування і масштабування даних (операції 4-5-6-4-5-7-8-4, а також 17-18-19-17-18-20-21-17), в яких відбувається автоматичне керування підсиленням сигналу; процедури фільтрації даних, що включають цикли нагромадження даних для фільтрації (3, ..., 10-11-3 і 16, ..., 23-24-16, а також 37, ..., 40-41-37 і 47, ..., 51-51-52-47) та процедури власне фільтрації (операції 12, 25, 42, 53); процедура термостабілізації еталонного акустичного каналу (цикл 30,...,36-30), що включає в себе цикл нагромадження даних 31-32-33-34-31) та процедуру розрахунку коефіцієнтів лінійної регресії a і b, середньоквадратичної похибки регресії σ_N і похибки від тренду ΔN (операція 35); процедура розрахунку часу запуску інтеграторів (операція 45) для керування другим таймером; процедури розрахунку t^0, σ, S за відповідними калібрувальними залежностями з коефіцієнтами, що визначаються у режимі калібрування (операції 13, 37, 55). Під час виконання режиму калібрування замість розрахунку значень t^0, σ, S розраховуються калібрувальні коефіцієнти K_{ti}, $K_{\sigma i}$, K_{Si}, а перед операціями 13, 37, 55 додаються операції вводу даних з клавіатури та запам`ятовування проміжних (відфільтрованих) вимірювальних даних.

Висновки. Описаний алгоритм поєднує, по суті, інтерактивну операційну систему та адаптивну процедуру відбору даних, що дозволяє віднести МПС до інтелектуальних вимірювальних систем. Подальший розвиток алгоритмічного забезпечення МПС може полягати в автоматизації процедури підготовки вимірювань (наприклад, відбору та підготовки проб, переміщення блоку сенсорів на різні глибини в досліджуваному середовищі і т.п.), розробці елементів експертних систем, що включають в себе процедури статистичної обробки даних, видачі попереджень про перевищення порогових рівнів, корекції даних з врахуванням кореляції значень σ та S, процедури контролю режимів роботи сенсорів і т.д. Однак, стримуючим фактором для введення таких процедур є обмежені можливості наявного рідинно-кристалічного дисплею, який непридатний для відображення надто складної інформації. Але при використанні МПС у стаціонарному лабораторному режимі сумісно з ПЕОМ ці обмеження знімаються, більше того, появляється можливість розробки ергономічного дружнього графічного інтерфейсу, що може значно підвищити ефективність роботи персоналу.

1. Зарубежные аналитические приборы для контроля загрязнений // Обзорная информация: Приборы, средства автоматизации и системы управления. Серия ТС-4 "Аналитические приборы и приборы для научных исследований". - М.: Информприбор, 1989. - Вып. 3. - 49 с. 2. Погребенник В. Д., Михалина І. А. Автоматичний експрес-контроль концентрації водних розчинів// Фізико-хімічна механіка матеріалів, 1997, № 5. - С.123-129. 3. Погребенник В. Д., Сопрунюк П. М., Михалина І. А., Івасів І. Б., Бобков В. Ю. Структура програмного забезпечення роботи мобільної лабораторії експрес-аналізу забруднення водного середовища та донних відкладів // Геоекологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону. Збірник наукових праць.- Івано-Франківськ :Екор, 1998. С. 209-213.