

УДК 681.142

Нарощувані системи збору інформації та їх застосування на борту пілотованих космічних станцій

І. І. Кравець, Ю. В. Опотяк

Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури Національної академії наук України, Львів

Надійшла до редакції 13.04.98

Розглядаються питання, пов'язані із створенням бортової відкритої високоефективної багаторівневої системи відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інформації, яка допускати масштабованість та нарощуваність. Така система дасть можливість інформаційно охопити визначені вузли та системи пілотованої космічної станції (ПКС), інформаційно забезпечувати наукові експерименти, що проводитимуться на борту ПКС, оперативно інформаційно реагувати на можливі екстремальні та аварійні ситуації на борту ПКС, проводити комплексний аналіз умов виникнення цих ситуацій.

ВСТУП

При створенні та функціонуванні складних розширюваних космічних комплексів здійснюється постійний контроль спеціалізованими інформаційно-вимірювальними засобами різноманітних параметрів конструкцій, вузлів, систем енерго-, ресурсозабезпечення та підтримання умов життєдіяльності. При проведенні комплексних довготривалих експериментів також використовуються спеціалізовані засоби контролю за умовами їх проведення, збереження та обробки одержаних даних. З огляду на складність завдань та зміну умов роботи при розширенні космічного комплексу необхідно мати можливість розгортання інформаційно-вимірювальних засобів контролю загального призначення, їх коректної інтеграції з вимірювальними вузлами спеціалізованих систем та ефективної адаптації до особливостей використання на даний час. Актуальність створення бортових інформаційних систем, що призначені для інформаційного забезпечення потенційних користувачів на борту пілотованих космічних станцій та на Землі є беззаперечною.

Існуючі системи мають ряд обмежень, обумовлених архітектурою та функціональними можливостями, що веде до неможливості їх застосування як бортових інформаційних систем. Це стосується їх мобільності, можливостей ефективного нарощування інформаційної ємності системи та оперативності розгортання, масо-габаритних характеристик.

З іншої сторони, вже існуючі бортові системи інформаційного забезпечення мають суттєві обмеження щодо можливості нарощування кількості вимірюваних параметрів.

Проблема ще більше загострюється за умови необхідності інформаційного забезпечення експериментів, що мають проводитися на борту ПКС. У цьому випадку, як правило, кожним постановником експерименту створюються і засоби його інформаційного забезпечення, що призводить до інформаційної несумісності та неможливості оперативного інформаційного обміну із зацікавленими користувачами.

Таким чином, створення бортової відкритої високоефективної багаторівневої системи відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інфор-

мації для застосування на ПКС є, на думку авторів, особливо актуальним.

Пропонована авторами концепція системи передбачає можливість поетапного впровадження та розгортання. Система може застосовуватись для ведення постійного відбору, обробки та накопичення інформації від різноманітних вузлів і систем ПКС, у випадку необхідності – застосовуватись для інформаційного забезпечення різноманітних наукових експериментів, що проводимуться на борту ПКС, а у аварійних ситуаціях – оперативно розгортатись протягом декількох годин.

Концепція пропонованої системи передбачає такі переваги:

- універсальність апаратної та програмної частин системи стосовно забезпечення відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інформації;
- відкритість системи, можливість розгортання системи поетапно, починаючи з мінімально необхідної кількості контрольованих параметрів, в найкоротші терміни та при необхідності – встановлення на діючому обладнанні ПКС;
- представлення інформації в реальному часі у зручному для користувача вигляді (інформація, прив'язана до мнемосхем технологічних процесів ПКС та експериментів; графіки параметрів);
- підтримка системою бортової локальної мережі передачі даних, що дозволяє отримувати інформацію одночасно широкому колу користувачів і за різноманітною тематикою та у відповідності з правами доступу;
- підхід до створення системи, що полягає в комплексному поєднанні задач відбору, зберігання, обробки та відтворення інформації;
- отримувана системою інформація дозволить виявляти закономірності між вимірюваними параметрами, проводити їх кількісну і якісну оцінку та прогнозувати стан досліджуваних процесів на основі повного математичного забезпечення сучасних баз даних.

БАГАТОРІВНЕВА НАРОЩУВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

На початку 1990-х років в рамках програми «Перспективні інформаційні технології і системи» ДКНТ України була розроблена концепція інформаційної системи для підприємства із складним розосередженим технологічним процесом. Додаткові вимоги висувала необхідність використання існуючих датчикових систем, каналів передачі інформації та неможливість зупинки технологічного процесу.

Крім того, процес інформатизації планувалося виконувати протягом певного часу у декілька етапів. Існуючі на той час системи не відповідали висунутим вимогам. Була створена високоефективна система збору інформації з повним математичним і програмним забезпеченням обробки, збереження та відображення технологічної інформації у тепло-, енерго-, водопостачанні та екологічному моніторингу промислово-насичених регіонів [3–5].

Розроблена система збору інформації (рис. 1) складається з набору автономних комплектів мікропроцесорних контролерів та базової ПЕОМ, об'єднаних лініями зв'язку, системними шинами та програмним забезпеченням у інформаційну мережу. Комплект складається з периферійного контролера, контролера зв'язку та накопичення інформації, контролера зв'язку з ПЕОМ. Система збору інформації має можливість підключення мобільних засобів контролю стану навколишнього середовища. Завдяки малим розмірам та простоті підключення

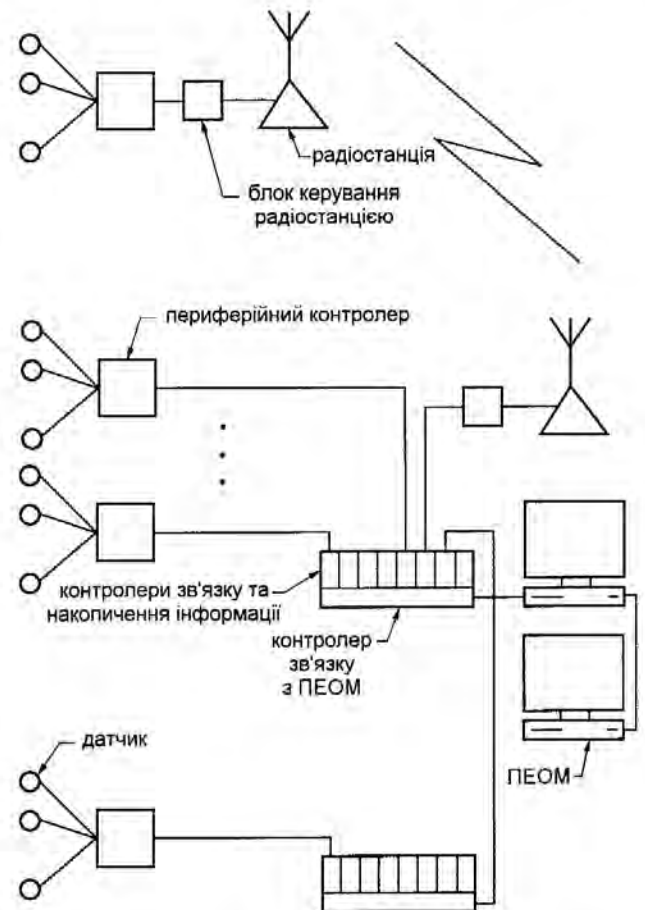


Рис. 1. Структурна схема системи збору та обробки інформації

чення периферійний контролер може встановлюватися в приміщеннях з технологічним обладнанням на певній віддалі від первинних перетворювачів, що дозволяє організувати збір інформації на існуючих технологічних лініях без зупинки технологічного обладнання. Він забезпечує збір інформації з первинних перетворювачів по 32 програмованих входах; первинну обробку інформації; контроль перевищення встановлених допусків; обмін інформацією з контролером накопичення інформації по двопровідній некомутованій лінії зв'язку на віддалі до 20 км; обмін інформацією з контролером накопичення інформації радіоканалом на віддалі, що залежить від типу радіостанції.

Периферійний контролер узгоджений з вихідними сигналами первинних перетворювачів 0–5 мА або «сухий контакт». Може бути апаратно узгоджений із струмовим сигналом 0–20 мА або програмно з рівнем 0–5 В. Тип входу та встановлення допусків здійснюється програмно при конфігуруванні системи.

Контролер зв'язку та накопичення інформації є другою певід'ємною частиною одного каналу збору інформації і зв'язує периферійний контролер з базовою ПЕОМ. ПЕОМ може обслуговувати до 256 контролерів зв'язку та накопичення інформації, що дозволяє створити інформаційну мережу, яка контролює до 8192 технологічних параметрів. Контролер здійснює зв'язок з периферійним контролером; встановлення типу аварійних сигналів; нормалізацію одержаної інформації; пересилання керуючих параметрів з ПЕОМ в периферійний контролер; накопичення інформації; швидкий обмін інформацією з ПЕОМ. Контролер зв'язку та накопичення інформації може працювати цілодобово і накопичувати інформацію в автономному режимі з періодичністю сеансів вводу її в ПЕОМ не менше 12 год.

Контролер зв'язку з ПЕОМ призначений для організації інформаційного обміну між контролерами зв'язку і накопичення інформації та ПЕОМ. В цілому система має такі технічні характеристики:

- розрядність — 16 біт (11 біт — дані, 5 біт — стан);
- розмір посилки — 66 байт;
- швидкість передачі — 3 кБод;
- періодичність обміну (в залежності від режиму) — 2 с — 5 хв;
- час накопичення інформації — не менше 12 год.

Додаткові переваги інформаційної мережі створюють можливість організації зв'язку, через контролери накопичення, між двома або кількома аналогічними мережами, або між інформаційною мережею та централізованим пунктом збору інформації.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє повністю використати всі можливості системи та є максимально зручним для користувача. За його допомогою користувач може самостійно розробити усі необхідні компоненти мнемосхем технологічних процесів (рис. 2, а), що відтворюються на екрані ПЕОМ, конфігурувати систему, встановивши параметри, які описують кожний датчик (одиночку вимірювання, межі, допуски, місце встановлення і т. п.), а вести обробку отриманої інформації та відтворювати її у вигляді різноманітних діаграм та графіків (рис. 2, б). Контроль біжучих даних, аналіз та обробка накопиченої інформації дозволяє вести постійний моніторинг технологічних процесів та прогнозувати стан технологічного обладнання.

При встановленні мережі здійснюється конфігурування системи та можлива розробка додаткового обслуговуючого програмного забезпечення відповідно до умов використання технологічного обладнання.

Таким чином, система збору інформації забезпечує створення локальної мережі збору, накопичення та обробки інформації, можливість розширення її і нарощування в процесі експлуатації, забезпечує гнучку взаємодію диспетчерської служби і технологічних підрозділів, яка реалізується через графічне представлення отриманої інформації у вигляді мнемосхем та графіків.

Система встановлена на технологічному обладнанні насосної станції «Дніпро» (м. Київ), успішно використовується при управлінні водними ресурсами для м. Львова на підприємстві «Львівводоканал», де з її допомогою отримані нові цікаві результати [2], на очисних спорудах концерну «Хлорвіпіл» (м. Калуш).

Ведуться роботи щодо модифікації системи з використання нових швидкодіючих 16-розрядних мікропроцесорів серії MCS-96 фірми Intel, що дасть можливість суттєво покращити її технічні характеристики.

НАРОЩУВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЛОТОВАНОЇ КОСМІЧНОЇ СТАНЦІЇ

В основу концепції запропонованої системи покладено нові результати, отримані нами при розробці та впровадженні ряду спеціалізованих та проблемно-орієнтованих систем збору технологічної інформації [1, 6]. Ці системи побудовані з використанням сучасних обчислювальних засобів, нових типів мікропроцесорних пристроїв та засобів створення програмного забезпечення, а також спеціалізованих обробки телеметричної інформації, що були розроблені і впроваджені на ПКС «Мир».

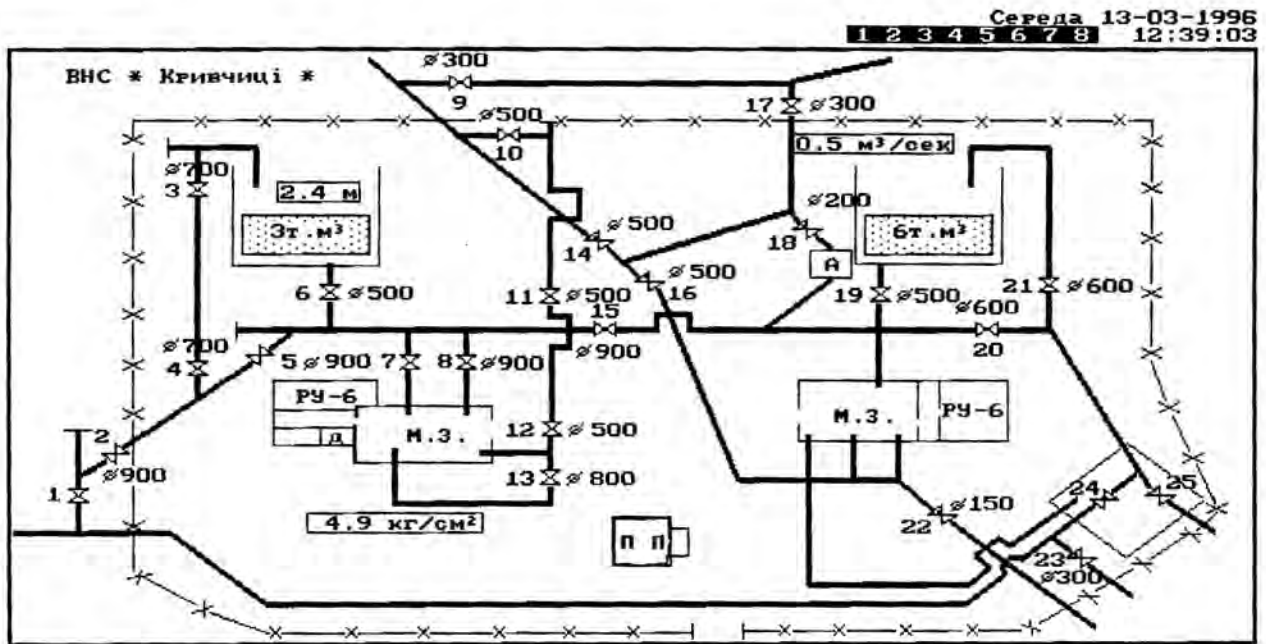


Рис. 2. Приклад робочих вікон програми з мнемосхемою технологічного процесу та відображуваними на ній технологічними параметрами (а) та з графіком технологічного параметра (б)

Значна інформаційна насиченість сучасних ПКС та її очевидне зростання у випадку створення нових ПКС вимагає постійного слідкування за тисячами тисяч параметрів. До цього додається необхідність інформаційного забезпечення сотень, можливо тисяч, різноманітних та різнопрофільних наукових експериментів, що проводяться на борту ПКС. Усе це змушує шукати нові підходи до вирішення цієї проблеми.

Найбільш доцільним, на думку авторів, є підхід, який поєднує вирішення запропонованою системою декількох задач. Це, по-перше, ведення постійного інформаційного моніторингу визначених вузлів і систем ПКС, інформація про які могла б становити інтерес для широкого кола потенційних користувачів як на борту ПКС, так і на Землі. Наприклад,

інформація про масу пального у баках ПКС є важливою для проведення різноманітних та різнопрофільних експериментів і могла б бути «інформацією колективного доступу». По-друге, розгортання додаткових інформаційних засобів пропонуваної системи у випадку необхідності проведення нових наукових експериментів. Це значно спростило б вирішення питань інформаційної сумісності розроблюваних систем, а у багатьох випадках виключило б необхідність їх розробки взагалі. З іншого боку, інформація та дані про проведені експерименти зразу ж надходила б до користувачів у відповідності до їх прав доступу. По-третє, у випадку виникнення аварійних чи екстремальних ситуацій система надавала б інформаційні ресурси протягом малого проміжку часу (до декількох годин).

Слід зазначити, що концепція пропонуваної системи жодним чином не виключає необхідності існування систем та засобів ПКС, що вже функціонують і не призначені для їх заміни. Основна роль системи, на думку авторів, полягає в інформаційному охопленні всіх визначених вузлів та систем ПКС, різноманітних експериментів, що проводяться на її борту з метою забезпечення всіх зацікавлених користувачів «інформацією колективного доступу». Тобто, основними вимогами до системи є її

мобільність, простота встановлення та нарощування, а також велика інформаційна ємність, що характеризується кількістю вимірюваних параметрів, сукупною розосередженою пам'яттю для зберігання даних, обчислювальними ресурсами для їх обробки та числом потенційних користувачів системи.

Використання у пропонованій системі для передачі інформації різноманітних каналів зв'язку забезпечило б легку її інтеграцію в існуючі інформаційні засоби ПКС та дозволило б створити територіально розосереджену бортову багаторівневу мережу відбору, зберігання та відтворення інформації.

Запропонована ідеологія розподіленої багаторівневої системи відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інформації забезпечуватиме відкритість системи для подальшого розвитку її можливостей. Система забезпечувала б ефективний відбір, нагромадження та відтворення інформації про стан ПКС та різних експериментів. У подальшому розвитку ця система могла б інформаційно охопити всю ПКС. Отримані масиви інформації про проведені експерименти, стан обладнання та екстремальні ситуації дали б можливість узагальнення та прогнозування подальшого стану ПКС та ефективності проведених наукових експериментів.

Для реалізації запропонованої концепції відкритої високоефективної багаторівневої системи відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інформації для ПКС необхідна розробка та створення:

- периферійної мережі пристроїв первинного відбору інформації, зв'язаних каналами передачі даних з пристроями обробки, накопичення та відображення інформації (створення апаратних засобів первинного відбору інформації, засобів накопичення та обробки інформації, пристроїв забезпечення внутрішньосистемного обміну інформацією, апаратних засобів тестування пристроїв системи);
- засобів оперативного розгортання, що використовуються при необхідності проведення наукових експериментів на борту ПКС або при виникненні екстремальних чи аварійних ситуацій;
- пакету системних, обслуговуючих та сервісних програм, що забезпечують функціонування системи (драйвери пристроїв, програми тематичної та проблемно-орієнтованої обробки даних, програми багатоканального динамічного відтворення інформації та ін.).

Розглянемо більш детально питання реалізації системи. Засоби первинного відбору інформації повинні мати можливість підключення різноманітних

датчикових систем, що не входять у структуру системи і забезпечуються постановником експерименту. Бажано було б забезпечити використання переважно стандартизованих датчиків. Це найбільше стосується вихідних параметрів датчиків. Пристрій первинного відбору інформації повинен включати високоякісний вхідний аналоговий комутатор (24–64 входи) та аналого-цифровий перетворювач (12–16 біт), вхідний цифровий комутатор 16–32 біт (8–16 напрямків), вхідний інтерфейс RS-232 (2–4 напрямки). Такий набір інформаційних входів, на нашу думку, інформаційно забезпечив би переважну більшість експериментів та досить легко реалізувався б з використанням сучасних мікропроцесорних пристроїв. Далі пристрій первинного відбору мав би забезпечувати можливість конфігурування інформаційних входів, попередню обробку отриманих даних (усереднення, фільтрацію) та їх накопичення. За допомогою пристроїв міжсистемного обміну інформація надходила б на пристрій накопичення, зберігання та проблемно-орієнтованої її обробки. Як інтерфейс у цьому випадку найбільш доцільно, на нашу думку, використати шину Universal Serial Bus (USB), яка допускає нарощування та динамічне підключення-відключення до 127 USB-сумісних пристроїв та забезпечує швидкість обміну до 12 Мбіт/сек. Для реалізації операцій накопичення чи проблемно-орієнтованої обробки на робочих місцях можливе застосування мобільних Notebook-комп'ютерів, які мають засоби підтримки шини USB та RS-232. Для передачі інформації у межах ПКС найбільш доцільно застосувати засоби ETHERNET з використанням коаксіального кабелю чи витієї пари та концентраторів, а для інформаційного обміну — застосувати протокол TCP-IP та технології Intranet.

ВИСНОВКИ

Пропонована система збору інформації має відкритую архітектуру, яка дозволяє легко нарощувати її інформаційну ємність від сотень вимірюваних параметрів до десятків або сотень тисяч з незначними апаратними затратами та без необхідності змін у програмному забезпеченні. Система дозволяє вести постійний та неперервний моніторинг визначених вузлів та систем ПКС. У випадку необхідності проведення наукових експериментів за короткий проміжок часу програмним шляхом здійснюється конфігурування додаткових інформаційних засобів системи у відповідності з вимогами до конкретного експерименту (параметрами давачів та ін.). Інфор-

мація, отримувана у ході експерименту, може зразу використовуватись зацікавленими користувачами у відповідності до їх прав доступу. При виникненні екстремальних або аварійних ситуацій під'єднання додаткових інформаційних засобів виконується таким самим чином, що відразу дає можливість слідування (відбір, обробка чи відтворення) за процесами, що відбуваються.

На основі узагальнення отриманої інформації можливе прогнозування виникнення екстремальних або аварійних ситуацій, їх імовірних наслідків, визначення умов виникнення та можливих заходів щодо їх усунення. Створення банків даних наукової інформації за проведеними на борту ПКС експериментами дасть можливість їх детального вивчення та оцінки усіма зацікавленими користувачами.

Використання запропонованої архітектури відкритої високоефективної багаторівневої системи відбору, передачі, попередньої обробки та відтворення інформації та її реалізація на борту космічної станції дозволить створити інтегровану інформаційну мережу та виявити нові закономірності та взаємозв'язки параметрів проведених наукових експериментів. Розгортання системи може проводитись поетапно і охонити у випадку необхідності усі визначені вузли та системи ПКС.

1. Батюк А. Є., Опотяк Ю. В. Перепрограмований спецпроцесор для систем автоматичного управління і контролю // Автоматика-95: 2-га укр. конф. з автоматичного керування. — Львів: НВЦ ІТІС, 1995. — Т. 2. — С. 71–72.

2. Кравець І. І. Дослідження складних водопостачальних систем великих міст // Ринок інсталяційний. — 1997. — № 1. — С. 12.
3. Кравець І. І., Глова З. В., Опотяк Ю. В. та ін. Моніторна система управління технологічними процесами // ІТІС-93: Перша міжнар. конф. з інформаційних технологій і систем. — Львів: НВЦ ІТІС, 1994. — Т. 1. — С. 30–31.
4. Кравець І. І., Глова З. В., Ралько Р. М. та ін. Інформаційна система для автоматичного контролю корозійного стану технологічного обладнання // ІТІС-93: Перша міжнар. конф. з інформаційних технологій і систем. — Львів: НВЦ ІТІС, 1994. — Т. 1. — С. 27–28.
5. Кравець І. І., Глова З. В., Ралько Р. М. та ін. Телеметрична система аеростатичних досліджень параметрів атмосфери // ІТІС-93: Перша міжнар. конф. з інформаційних технологій і систем. — Львів: НВЦ ІТІС, 1994. — Т. 1. — С. 55–56.
6. Опотяк Ю. В. Программно-аппаратный комплекс потоковой обработки информации на базе однородных вычислительных сред // Пробл. упр. и информатики. — 1997. — № 2. — С. 31–35.

SCALABLE DATA GATHERING SYSTEMS AND THEIR IMPLEMENTATION ONBOARD FLYING SPACE STATIONS

I. I. Kravets, and Yu. V. Opotiak

We discuss some problems arising in the creation of a highly-efficient open multilevel onboard system for gathering, transmission, preprocessing, and representation of information. The system allows its scaling and extension. It will be able to obtain information from certain blocks and systems of the flying space station (FSS), convey it to different scientific experiments carried out on the station, respond timely to any feasible onboard emergencies and accidents for analysis and decision making.