

УДК. 551.46.581.19

# Інформаційний відеоскоп — базовий елемент автоматизованого робочого місця космонавта-дослідника

**В. М. Чинок**

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

*Надійшла до редакції 24.03.98*

---

Пропонується до розгляду інформаційний відеоскоп — широкопрофільний прилад для автоматизації космічних наукових досліджень, демонструється сфера його застосування і спектр його модифікацій.

---

## **ВСТУП**

Створення на орбіті Землі довготривалих орбітальних космічних станцій ставить перед розробниками космічних програм ряд завдань. В першу чергу, використання космосу для потреб людства. Друге — це вирішення задач космічної науки: астрофізики, позаатмосферної астрономії, медицини, біології та інші. І третє, проблеми, пов'язані з реалізацією довготривалого пілотованого польоту.

Всі ці завдання потребують широких наукових досліджень безпосередньо на борту ОКС. Було б дуже важливим перенести найсучасніші та найкращі технології наукових досліджень, в першу чергу автоматизованих, на борт ОКС і надати космонавтам-дослідникам найкращий інструментарій.

У статті мова йтиме про пропозиції щодо створення на борту ОКС широкопрофільної автоматизованої науково-дослідної лабораторії, про її технічне, програмне, інформаційне та методичне забезпечення.

Структурно така лабораторія може складатися з кількох автоматизованих робочих місць космонавта-дослідника (АРМКД), на яких в паралельному режимі будуть виконуватись різні наукові дослідження в реальному часі. Ці робочі місця можуть

бути поєднані в загальну інформаційну мережу для створення єдиної бази даних. Всі види забезпечення АРМ КД будуть складатися з двох частин: постійної, яка постійно буде знаходитись на орбіті, і змінної, що буде доставлятися на орбіту при потребі.

Постійна частина технічного забезпечення АРМ КД включатиме в себе бортовий варіант персонального комп'ютера, обладнаного сітковим адаптером та пристроєм зв'язку з об'єктом (ПЗО).

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ПЗО ДЛЯ АРМ КОСМОНАВТА-ДОСЛІДНИКА**

Зупинимось на виборі стандарту ПЗО для АРМ. З 1970 до 1990-х рр. в галузі автоматизації наукових досліджень домінував міжнародний стандарт КАМАК. Більшість науково-дослідних організацій розробляли системи автоматизації наукових досліджень в цьому стандарті. Мікромініатюризація засобів обчислювальної техніки спричинила появу персональних комп'ютерів і великої кількості стандартів ПЗО для них. Системи автоматизації почали створюватися на модулях професійної орієнтації, які вироблялись у вигляді плат для персональ-

ного комп'ютера і вмонтовувались в корпус цього комп'ютера. Складні ж системи розроблялись в магістрально-модульних багатопроцесорних системах, таких як VME та Multibus. Ряд фірм розробили свої стандарти ПЗО для автоматизації технологічних процесів та наукових досліджень. Таким чином, на сьогодні немає єдиного стандарту ПЗО для наукових досліджень. Можна тільки зазначити основні вимоги до ПЗО, який міг би бути одним із стандартів для бортової космічної науково-дослідної лабораторії. По-перше, ПЗО повинен мати певні габарити. По-друге, він має бути побудований за магістрально-модульним принципом і бути багатопроцесорним. Модулі ПЗО повинні легко замінюватись. Програмне забезпечення ПЗО має включати в себе тестові програми для перевірки модулів. Це лише основні, бажані пропозиції.

Вимоги до інших видів забезпечення постійної частини АРМ наступні:

- Програмне забезпечення повинно включати в себе операційну систему комп'ютера, набір трансляторів та різних службових загальносистемних програм. Одне з головних місць буде займати так звана «мова дослідника». За її допомогою космонавт-дослідник зможе швидко реконфігурувати програмне забезпечення конкретного експерименту.
- Інформаційне забезпечення повинно підтримувати єдину інформаційну базу в лабораторії і стандартизувати структуру даних та забезпечення типової схеми між АРМ, дослідницьким процесом та космонавтом-дослідником.

Узагальненість загальносистемних видів забезпечення постійної частини АРМ в рамках програми досліджень. Це дозволить забезпечити взаємозамінність цих видів забезпечення АРМ в межах усієї станції.

Технічне, програмне та методичне забезпечення для конкретного дослідницького експерименту є змінною частиною забезпечення АРМ і розробляється для кожного експерименту окремо з урахуванням вимог стандартизації.

Такі основні загальні вимоги до створення на борту ОКС довготривалої автоматизованої науково-дослідної лабораторії. Принцип уніфікації та модульності як технічного, так і програмного забезпечення АРМ закладається в ідею створення такої лабораторії. В першу чергу потрібно мати високоефективні системи для обробки даних з високою роздільною здатністю, які б мали багатфункціональне призначення і малі габарити. Такою системою для ОКС в складі бортової лабораторії пропонується інформаційний відеоскоп.

## ІНФОРМАЦІЙНИЙ ВІДЕОСКОП ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ З НАДВИСОКОЮ РОЗДІЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ

Інформаційний відеоскоп є принципово новим автоматизованим приладом для введення та подальшої обробки даних зображень різноманітної фізичної природи, в першу чергу оптичної. Ідея цього приладу полягає в наданні космонавту-досліднику новітнього пристрою для відображення результатів наукових досліджень в найбільш сприятливій для людини формі — формі телевізійних зображень.

Інформаційний відеоскоп може функціонувати в двох режимах: в режимі «on line» безпосередньо з даними, які отримуються з експерименту в реальному часі, і в режимі «in line» з інформацією, яка зберігається в базі даних.

В режимі «on line» в залежності від типу давачів інформаційний відеоскоп може збирати тривимірну інформацію в багатовимірному інформаційному просторі. При постійному значенні інших параметрів в інформаційному відеоскопі здійснюється розгортка по двох незалежних параметрах  $X$  та  $Y$  і збирається інформація про деякий параметр  $Z$ . Результати досліджень відображаються на екрані монітора комп'ютера у вигляді телевізійної картини, де параметри  $X$  та  $Y$  задають координати пікселя, а координата  $Z$  відображається його яскравістю. Таким чином, космонавт-дослідник за допомогою зорової інформації може швидко оцінювати велику кількість експериментальних даних, які містяться в одному кадрі зображення.

Параметрами, якими оперує інформаційний відеоскоп, можуть бути напруга, струм, тиск, температура, лінійні розміри і ряд інших. Найпоширеніше застосування інформаційного відеоскопа — це його використання для введення звичайних телевізійних зображень просторових об'єктів, які знаходяться на віддалі від дослідника.

Як відомо, в світі існує велика кількість різних систем введення зображень об'ємних об'єктів в комп'ютер. Здебільшого вони будуються на базі звичайних телекамер, які працюють в одному з відомих телевізійних стандартів. Ряд фірм виробляють так звані «захоплювачі кадру» у вигляді однієї плати до персонального комп'ютера. Ідеологія таких систем базується на тому, що комп'ютерне зображення формується шляхом оцифрування аналогового відеосигналу швидкодіючим аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) і запам'ятовується в пам'яті комп'ютера та відображається на екрані монітора. Цей метод дозволяє отримати комп'ютерне зображення з роздільною здатністю до  $1000 \times 1000$  пікселів на один кадр зображення і  $64 - 256$  градаций яскравості одного пікселя. Такі характе-

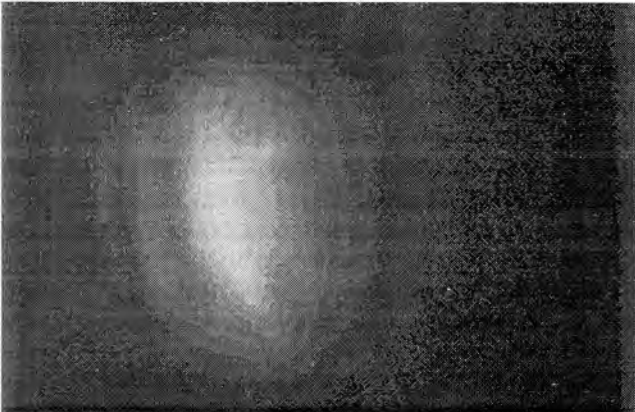
*a**б**в*

Рис. 1. Дослідження точкових об'єктів: *a* — повна панорама, *б* — проміжний випадок, *в* — крупний план

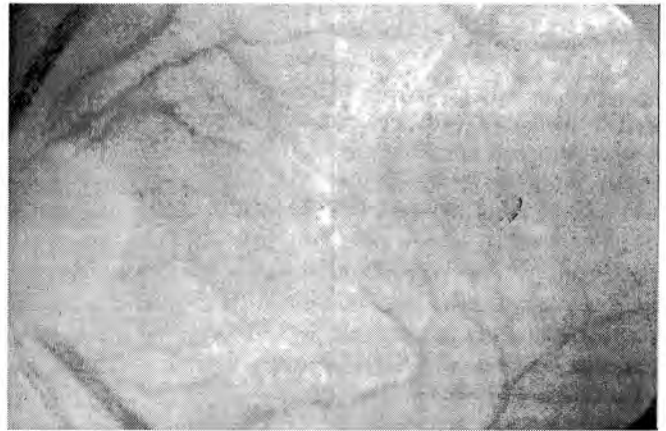
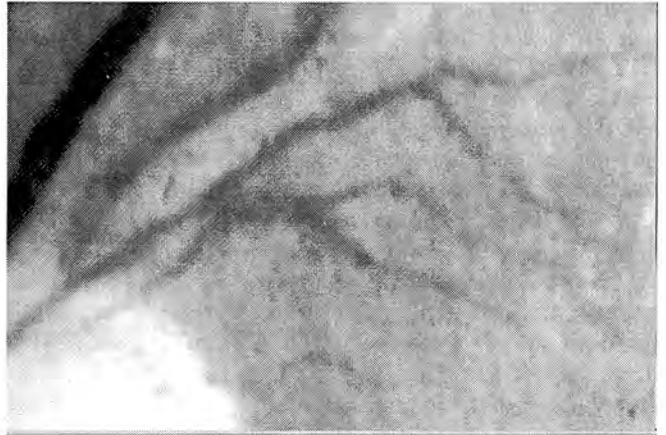
*a**б**в*

Рис. 2. Дослідження лінійних об'єктів: *a* — повна панорама, *б* — проміжний випадок, *в* — крупний план

ристики задовольняють вимоги великої кількості якісних задач, але є дуже низькими для вимірвальних систем. Це стосується використання таких систем на борту ОКС для дослідження космічних об'єктів в задачах астрофізики та позаатмосферної

астрономії. Вирішення цих задач вимагає високої роздільної здатності.

Враховуючи сказане вище, пропонується інформаційний відеоскоп, який може використовуватись в лабораторії на ОКС на базі системи введення те-

лівізійних зображень, побудованій за технологією програмно-керованих растрів [2]. Ця технологія введення телевізійних зображень принципово відрізняється від звичайних тим, що в телевізійній камері, яка використовується в цій системі, відсутня автономна система розгортки електронного променя. Розгортки по вертикалі та горизонталі формуються комп'ютером програмно і через два цифро-аналогових перетворювачі (ЦАП) подаються на відхиляючу систему телевізійної камери. Це дозволяє організувати зчитування інформації з мішені приймальної трубки з перекриттям пікселів і рядків. Це, в свою чергу, дає можливість зчитувати інформацію з роздільною здатністю, значно вищою, ніж площина електронного променя. Технологія програмно-керованих растрів для введення телевізійних зображень у комп'ютер дає надвисоку роздільну здатність не тільки за координатою окремого пікселя, а й за амплітудою сигналу його яскравості. Це досягається тим, що зчитування інформації з мішені телевізійної трубки проводиться не в неперервному, а в старт-стопному режимі. Більшу частину часу модулятор приймальної трубки закритий. Після «прицілювання» (нодання напруг на відхиляючу систему) комп'ютер «виробляє» відкриваючий імпульс на модулятор трубки. З мішені телевізійної трубки зчитується відеоімпульс, який оцифровується піковим АЦП. Інформація з АЦП в цифровому вигляді потрапляє в комп'ютер у вигляді одного пікселя зображення. Так виконується один цикл зчитування. Цей підхід не накладає обмежень на швидкодію АЦП. Тому можна використовувати АЦП високої роздільної здатності. Визначальними при виборі АЦП будуть необхідні роздільна здатність і швидкодія, на яку накладають обмеження постійна часу телевізійної трубки і кількість пікселів в рядку. Ці параметри задають швидкодію системи в цілому.

Технологія програмно-керованих растрів має ряд переваг. Для великої кількості вимірювальних задач інформація на кадрі зображення розподілена фрагментарно. Тому нема необхідності у введенні всього кадру зображення. Технологія програмно-керованих растрів надає можливість дуже простого виділення та введення тільки необхідних фрагментів зображення. Це значно підвищує швидкодію системи.

Всі викладені переваги телевізійної системи, побудованої на технології програмно-керованих растрів, випробувано у дослідженнях для обробки складних зображень. За цією технологією була розроблена система введення телевізійних зображень надвисокої роздільної здатності для автоматизації фізичної методики «Дифракція повільних

електронів». Інформацією в цій методиці були координати і яскравості рефлексів, які висвічувались на сцинтилятивному екрані у вакуумній установці. На рис. 1 і 2 представлені реальні комп'ютерні фотографії, отримані завдяки цій системі. Наглядно показана можливість дослідження точкових і лінійних об'єктів з різним ступенем деталізації без зміни об'єктива.

На рис. 1 на прикладі дослідження рефлексів за фізичною методикою «Дифракція повільних електронів» показана можливість зміни роздільної здатності системи при дослідженні поточкових об'єктів. На рис. 1, а показана повна панорама зображення, яке є на мішені телевізійної трубки, на рис. 1, в рефлекс займає повний екран, а рис. 1, б — проміжний.

На рис. 2 зображені аналогічні можливості системи для дослідження лінійних об'єктів на прикладі обстеження очного дна людини.

#### **РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВІДЕОСКОПА І ЙОГО МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КОСМІЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ**

Система введення зображень надвисокої роздільної здатності була реалізована на базі автоматизованого робочого місця експериментатора, яке було побудоване на персональному комп'ютері і апаратурі КАМАК [1]. Для формування розгортки використовувались 15-розрядні двійкові ЦАП. Відеосигнал оцифровується 11-розрядним АЦП. Це надало можливість проводити за допомогою цієї системи лінійні вимірювання з відносною похибкою 0.003 % та вимірювання інтенсивності сигналу яскравості з похибкою 0.05 %. Програмне забезпечення системи дозволяє вводити інформацію з мішені приймальної трубки в багатовіконному режимі. Система може працювати як комп'ютерний фотоапарат або цифровий різношвидкісний відеомікрофон, при цьому кількість кадрів в відеофільмі визначається розміром пам'яті комп'ютера та розміром і кількістю підкадрів. Надається можливість продивлятися порядкові графіки зображень як у покроковому, так і у динамічному режимах в прямому і зворотному напрямках. Закладена можливість псевдофарбування, мікрометрії та оцінка інтенсивності окремого пікселя. Для бортових космічних досліджень на ОКС реалізацію інформаційного відеоскопа можна здійснити на основі сучасної елементної бази.

Таким чином, в основу інформаційного відеоскопа закладається телевізійна система введення зображень надвисокої роздільної здатності, яка

пройшла перевірку в наземних умовах. В залежності від оптичного приладу, який буде використовуватись на борту ОКС, інформаційний відеоскоп виступатиме у вигляді цифрового фотоапарата, відеоманітофона, телескопа або мікроскопа. Заміною систем розгортки і давачів відеоскоп може бути використаний як електронний, тунельний, фотоакустичний мікроскоп або тепловізор. За його допомогою можуть бути проведені астрофізичні, біологічні, медичні та ряд інших експериментів. Космонавт-дослідник зможе проводити автоматизовані дослідження в позаатмосферній астрономії, він стане незамінним приладом в космічній навігації. За його допомогою можна буде проводити автоматизований моніторинг земної поверхні з надвисокою роздільною здатністю для обробки зображень.

Таким чином, космонавт-дослідник отримує принципово новий високоефективний сучасний прилад.

1. Чинок В. М. Модуль связи с системой КАМАК для профессиональных ПЭВМ ЕС ЭВМ // Механиз. и автоматиз. упр. Науч.-произв. сб. — 1988. — № 4. — С. 35—37.
2. Чинок В., Віхлій О., Конончук С. та ін. Программовані растри в системах введення зображень фізичних об'єктів // Обробка сигналів та зображень та розпізнавання образів: Праці 1 Всеукр. конф. — Київ, 1992. — С. 181—182.

---

#### INFORMATION VISION SYSTEM — A BASIC ELEMENT OF AN AUTOMATED WORKING PLACE FOR ASTRONAUT RESEARCHERS

*V. M. Chynok*

The information vision system — a multipurpose device for the automation of space research is proposed. The sphere of its application and the range of its modifications are described.