

ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ДОСТОВІРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД КОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА РАДІОТЕЛЕСКОПІ РТ-32

В. В. Чміль

Науково-виробниче підприємство «Сатурн»
Україна, м. Київ
chmil_vladislav@ukr.net

Показано причини необхідності створення радіотелескопа РТ-32, наведено його основні характеристики. Визначено можливі нестандартні ситуації, які впливають на працездатність комплексу. Сформовано підстави отримання достовірної інформації від космічних об'єктів, відповідно, розроблено 227 засобів, програм і підпрограм цього переліку. Створено спеціалізоване програмне забезпечення для комп'ютерного управління комплексом РТ-32.

Ключові слова: радіотелескоп, комплекс, система, інформація, достовірність.

Радіотелескоп РТ-32 — це надзвичайно складний радіоелектронний комплекс надвисоких частот, створений на замовлення Національного центру управління і випробувань космічних засобів на території Центру космічних досліджень та зв'язку в урочищі “Під азимутом” у Золочівському районі Львівської області. Цей радіотелескоп призначений замінити втрачені Україною після анексії Криму такі радіотелескопи, як РТ-22 у Сімеїзі та РТ-70 у Євпаторії.

Радіотелескоп РТ-32 реалізовано на базі антенної системи MARK-4В японської фірми NEC з параболічною антеною типу Касегрена (діаметр рефлектора 32 м, контррефлектора — 3,8 м) і променеводом (квазіоптичним хвилеводом) як антенно-фідерного тракту. Принципи побудови структури РТ-32 та її відповідність вимогам до сучасних радіоастрономічних систем ретельно викладені у [1], а особливості її конструктивної реалізації — у [2].

Створення РТ-32 є необхідною умовою для відновлення участі радіоастрономів України у міжнародних наукових програмах досліджень космічних об'єктів, в першу чергу в інтересах Європейського космічного агентства, під час спільних радіоастрономічних сеансів. А для цього наукова інформація, отримувана від радіотелескопа, має відповідати сучасним вимогам Міжнародної системи електрозв'язку. На РТ-32 виконання цих вимог забезпечується спеціальними засобами, які розглядатимуться у цій роботі.

Комплекс РТ-32 сформований відповідно до структурної схеми, наведеній в [1], з цілої низки функціональних систем та підсистем, які забезпечують працездатність комплексу, реагуючи на 227 можливих нестандартних ситуацій в його роботі. При цьому головною умовою отримання достовірної інформації в процесі радіоастрономічних досліджень на радіотелескопі є забезпечення надійної роботи та чіткої взаємодії всіх означених систем і підсистем, серед яких найбільшої уваги потребують такі: система контролю та управління (СКіУ) радіоастрономічної приймальної системи разом з підсистемами криогенного та термоелектронного охолодження, забезпечення вакуумної складової; система частотно-часового забезпечення; система зв'язку, накопичення та передавання даних; системи енергозабезпечення та управління антенним комплексом. Слід зазначити, що по кожній з систем, наприклад щодо СКіУ тридіапазонної (С-, Х- і К-діапазонів) радіоастрономічної приймальної системи [3], були проведені окремі дослідження.

Управління технічним станом РТ-32 та його роботою — це складний процес, що вимагає наявності достовірної інформації щодо поточного стану складових частин (систем та підсистем) радіотелескопа, управління антенним комплексом для наведення та програмного супроводження космічних об'єктів, управління процесами прийняття ефективних рішень у випадках відхилення від норми в роботі окремих систем чи підсистем за результатами контролю їх технічного стану.

Під час проведення сеансу приймання телеметричної інформації може виникнути нестандартна ситуація та відхилення від стандартного робочого режиму окремих систем та підсистем, які збільшують ступінь невизначеності в прийнятті управлінських рішень [4]. В цілому, в силу високого ступеня невизначеності, великої кількості чинників впливу, високого рівня впливу параметрів зовнішнього середовища неможливо виключити людський фактор, пов'язаний з оператором, який

включається в процес прийняття рішення щодо отримання достовірної телеметричної інформації, хоча більшість рішень під час аварійних ситуацій приймається автоматично системою управління радіотелескопом. Саме тому було створено спеціалізоване програмне забезпечення (СПЗ) для комп'ютерної системи управління станом комплексу РТ-32, яке допускає три рівні прийняття рішень: I — оператор, тобто людський фактор; II — штучний інтелект, тобто автоматичне комп'ютерне рішення СПЗ; III — індивідуальні рішення та жорсткі схеми управління складовими частинами РТ-32.

Пріоритет прийняття рішень — з I до III рівня. Вищий рівень управління (I) може скасувати рішення нижчого. Він застосовується в процесі окремих операцій під час нештатних (аварійних) ситуацій. Тактичні рішення (наприклад, перехід на резервний вхід системи енергозабезпечення або інформування оператора про відхилення від стану «норма») приймаються найнижчим (III), рівнем управління. Для підвищення стійкості процесу управління низка функцій дублюється (тобто функції повторюються) як на II, так і на III рівнях управління.

Практичним результатом такого принципу побудови системи управління комплексом РТ-32 є алгоритм з 227 ймовірних, в тому числі нештатних [5], ситуацій на базі яких було розроблено матрицю прийняття управлінських рішень. Для цього до алгоритму системи СПЗ роботи комплексу в плані реакції на нестандартні ситуації були додатково введені 32 програми та підпрограми, які стосуються управлінських рішень про дії в нестандартних (аварійних) ситуаціях.

Дослідна експлуатація РТ-32 довела дієвість розробленої побудови системи управління. Відкритість системи, можливість введення додаткових систем контролю технічного стану, можливість введення додаткових функцій управління створюють можливості подальшої модернізації та поліпшення параметрів інструмента. Багатоцільове призначення РТ-32 забезпечується гнучкою системою управління. Система управління дає можливість виконувати поставлені завдання у разі часткового відхилення параметрів систем від номіналу (збої в системах охолодження, відхилення первинного та вторинного енергозабезпечення тощо). Передбачається робота комплексу протягом не менше 20 хв за повної відсутності первинного енергозабезпечення.

Можливість приймання завдань від віддаленого абонента та проведення сеансу зв'язку в автоматичному режимі розширює ареал спеціалістів, що можуть використовувати можливості РТ-32 у своїх дослідженнях, а з метою економії ресурсу блоків, систем та підсистем передбачено можливість залучення до сеансів зв'язку (спостережень) тільки необхідних для поточного сеансу складових частин.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Антюфеев В.А., Шульга В.М., Ульянов О.М. та ін. Створення радіотелескопа РТ-32 на базі антенної системи MARK-4В. Оцінка можливості проведення спектральних спостережень радіоастрономічних об'єктів. *Радіофізика і радіоастрономія*, 2019, т. 24, № 3, с. 163–183.
2. Глушеченко Е.М., Пилипенко О.М., Сундучков І.К. та ін. Створення сучасної наземної радіоастрономічної інфраструктури на базі антенних комплексів в м. Золочів. *Збірник наукових праць конференції «Радіолокація. Супутникова навігація. Радіомоніторинг»*, Україна, м. Харків, 2017, с. 145–147.
3. Чміль В.В. Контроль працездатності НВЧ-каналів приймання телеметричної інформації з непрямыми параметрами. *Технологія та конструювання в електронній апаратурі*, 2021, № 5–6, с. 20–25.
4. Сундучков К.С., Голік А.Л., Волков С.Є. та ін. Метод розрахунку параметрів радіоканалу безпроводного доступу до мобільних терміналів в міліметровому діапазоні. *Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника*, 2014, № 8, с. 1–8.
5. Пилипенко О.М., Сундучков І.К., Чміль В.В. та ін. Радіометричний приймальний комплекс і шляхи зниження погрішності, що вноситься ним, в радіометричні виміри. *Технологія та конструювання в електронній апаратурі*, 2015, № 5–6, с. 14–21.

V. V. Chmil

Means of generating reliable information from space objects on RT-32 radio telescope

The study explains the need of creating RT-32, presents its main characteristics, and defines all possible non-standard situations affecting the performance of the complex. The authors form grounds for obtaining reliable information from space objects, and, accordingly, develop 227 tools, programs and subroutines of this list. Specialized computer software management complex RT-32 is developed.

Keywords: radio telescope, low frequency, complex, system, radio astronomy, information, reliability.