

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

*O. Pletinka, F. Gorin, A. Potapenko,
N. Chymakova*

TO MODELING PARAMETERS OF COMMUNICATION MICROSATELLITE SUBSYSTEMS USING VIRTUAL ENVIRONMENT

The paper investigates the issue of modeling parameters of communication subsystems using microsatellite virtual environments that allow to justify the choice of algorithms and protocols forming telemetry frame.

Key words: virtual environment, satellite communication.

Исследуются вопросы моделирования параметров систем связи микроспутника с использованием подсистем виртуального окружения, позволяющие обосновать выбор алгоритмов и протоколов формирования телеметрического кадра. Ключевые слова: виртуальное окружение, спутниковая связь.

Досліджуються питання моделювання параметрів систем зв'язку микросупутника з використанням підсистем віртуального оточення, які дозволяють обґрунтувати вибір алгоритмів та протоколів формування телеметричного кадру. Ключові слова: віртуальне оточення, супутниковий зв'язок.

© О.В. Плетінка, Ф.М. Горін,
А.Ф. Потапенко, Н.Ф. Чумакова,
2014

УДК 681.3.06

О.В. ПЛЕТІНКА, Ф.М. ГОРІН, А.Ф. ПОТАПЕНКО,
Н.Ф. ЧУМАКОВА

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ МІКРОСУПУТНИКА З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДСИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОГО ОТОЧЕННЯ

Вступ. У роботі розглянуті питання пов'язані з підсистемами бортового зв'язку супутникових систем, алгоритми знімання даних та створення оптимального протоколу і формату сигналу для передачі даних на наземну станцію.

Серед багатьох сучасних високих технологій у сфері дослідження космосу важливе місце сьогодні займають системи (платформи) віртуального оточення, які завдяки своїй універсальності дозволяють моделювати та відтворювати необхідні процеси. Важливими напрямками є питання взаємодії бортової системи зв'язку та бортової обчислювальної системи, які відтворюють знімання та передачу даних і формування оптимального для передачі даних сигналу [1, 2]. Робота містить методику зчитування даних, формування телеметричного кадру, алгоритми формування протоколів, адрес і дані для передачі інформації на наземну станцію, а також результати дослідження задач передачі даних підсистеми зв'язку микросупутника (МС) у віртуальному оточенні на базі віртуальної лабораторії МС КПІ [3].

Загальна частина. У роботі досліджуються питання моделювання параметрів систем зв'язку з використанням підсистем віртуального оточення, які дозволяють проаналізувати ефективність зчитування даних з бортових систем та методику формування сигналу для оптимальної передачі даних на наземну станцію.

В даний час для обміну даними між кос-

мічними об'єктами застосовуються протоколи, що дозволяють реалізувати міжнародні угоди по взаємодії відкритих систем. Формування оптимального протоколу інформації та телеметричного кадру на рівні бортової станції мікросупутника є вкрай важливою задачею, у зв'язку з обмеженими технічними характеристиками об'єкта, що знаходиться у відкритому космосі. Тому так важливо розробляти алгоритми моделювання і зчитування даних з бортових систем [2, 4].

У загальному випадку структурна схема бортової системи обробки інформації та керування включає: апаратуру телеметрії (ТМ), службові системи СС ($CC_j, j = 1, 2, \dots, m$), наукові прилади НП ($NP_i, i = 1, \dots, n$). Прийнято, що будь-яка СС j і будь-який НП i складається з l -функціональних модулів, кожний з яких має k інформаційних каналів, де $l = 1, 2, \dots, p_j$ або p_i ; $k = 1, 2, \dots, q_j$ або q_i . Якщо позначити адреси джерел інформації як C_j^{lk} для СС та A_i^{lk} для НП, то це буде означати, що дані отримані з СС j або НП i по модулю l та каналу k .

Передбачаються такі чотири режими знімання інформації: циклічний по всім СС і НП; циклічний по всім СС; циклічний по всім НП; вибіркоковий. Для моделювання режимів використовуються підсистема ВО, яка забезпечує моделювання та реалізацію алгоритмів знімання даних, де D_c і D_a – інформація, отримана з НП і СС відповідно [5].

Фактично циклічний режим знімання інформації з СС і НП є самим загальним режимом, а всі інші є скороченим його варіантом (рис. 1).

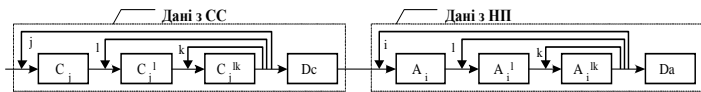


РИС. 1. Модель циклічного режиму знімання інформації

Пропонується, що вихідна інформація формується в послідовності – <адреса> <дані> ... <адреса> <дані>. Ці дані потім формуються у вихідну послідовність, структура якої визначена і показана на рис. 2.

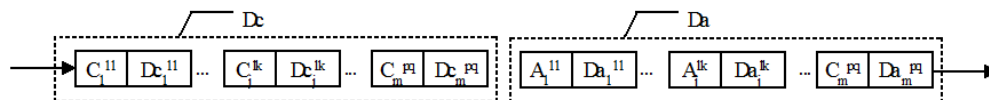


РИС. 2. Модель структури вихідної послідовності

При виконанні інших алгоритмів знімання інформації структура послідовності даних зберігається, але змінюється тільки її наповнення. Наприклад, при циклічному зніманні інформації тільки з НП вихідна послідовність даних буде

такою яка показана на рис. 3. Зрозуміло, що питання включення тієї чи іншої інформації у вихідний потік буде визначатися задачами НД і задачами діагностики СС.

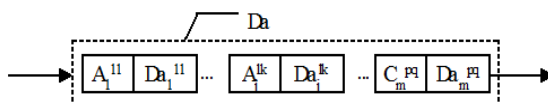


РИС. 3. Структура вихідної послідовності при циклічному зніманні інформації

Для адреси джерела інформації (СС/НП) можна використовувати один байт. При цьому передбачається, що на борту МС одночасно працює не більш восьми СС і НП, що містять у собі до восьми функціональних модулів, кожний з яких має до восьми каналів. Це можна записати як $m = 8, n = 8, p = 8, q = 8$. При таких даних формат адреси буде таким, який показаний на рис. 4.

Відзначимо, що при необхідності формат адреси джерела інформації може бути збільшений до 2 байт, що приведе до істотного збільшення потенційного числа адресних джерел інформації.



РИС. 4. Модель формату адреси джерела інформації

Необхідно визначитися з такими форматами даних: часу і дати; просторового положення МС; значення параметрів відхилень від заданих; зовнішніх параметрів; стану СС і НП; дискретних даних; аналогових даних.

Час і дату отримуємо з годин реального часу Бортової системи обробки інформації та керування (БСОІК), що вимагає семи байт, де інформація про секунди, хвилини, години, дні місяця, місяць, рік, століття зберігається в BCD-форматі.

Для передачі значень зовнішніх параметрів, до яких відноситься температура і тиск (розрідження) пропонується застосувати формат, структура якого показана. Він забезпечує збереження значень температури в діапазоні від -128°C до $+127^{\circ}\text{C}$ з дискретністю 1 С, а також збереження значень тиску в діапазоні від $-1 \cdot 10^{-6}$ до $+1 \cdot 10^{-6}$ Па з дискретністю $1 \cdot 10^{-7}$ Па. Це забезпечується представлення тиску в 2 байтах.

У залежності від фізичних величин, дані, що читаються з джерел інформації, можуть бути як дискретними, так і аналоговими. Тому для представлення інформації пропонуються чотири дискретних формати і п'ять аналогових форматів [6, 7].

Для кодування інформації при передачі на Землю передбачається використати код Ріда – Соломона, де в кадрі міститься 223 байта “чистої” інформації, та пропонується формувати буфер протоколу кратним 223 байтам. Аналіз показує, що ефективно використати буфер, який містить п'ять таких записів (рис. 5), що відповідає довжині буфера протоколу 1115 байт.

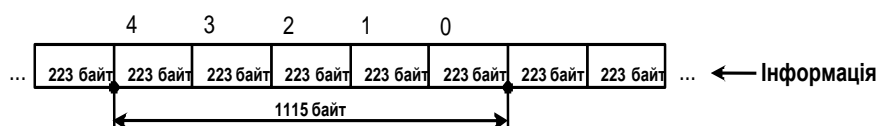


РИС. 5. Модель буфера протоколу

На підставі перерахованих пропозицій сформована структура протоколу інформації до кодування, яка показана на рис. 6 [7]. Із неї формується протокол вихідної інформації, тієї інформації яка посилається після кодера в канал зв'язку.

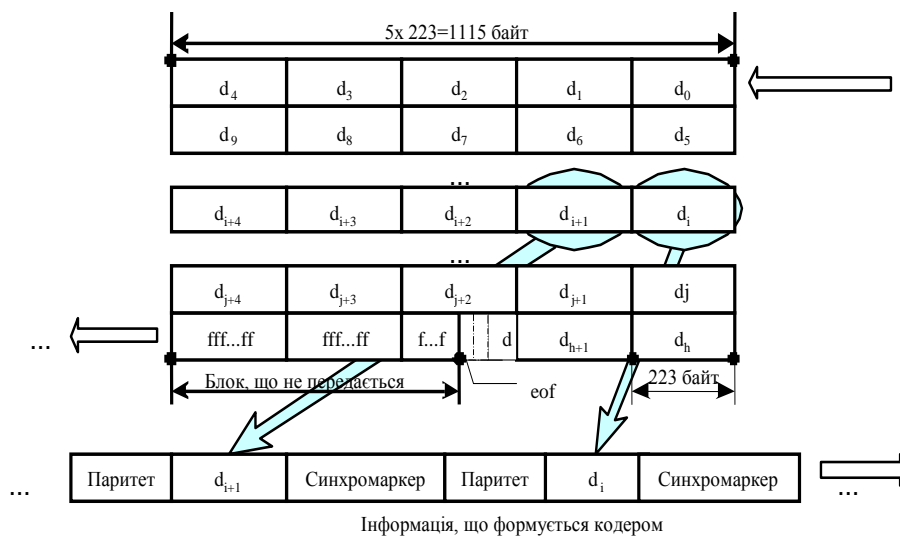


РИС. 6. Модель структури протоколу інформації до кодування

Дослідження проведені у віртуальному оточенні лабораторії МС КПШ за допомогою комп'ютерного моделювання систем передачі даних [5, 8].

Також виявлений такий факт, що з незначним ростом кількості ітерацій турбодекодера, частота помилкових біт різко падає (рис. 7), і немає необхідності змінювати структуру декодера [8].

Так як МС КПІ може бути використаний для передачі зображення, то була перевірена ефективність турбокодів при кодуванні зображень. Вже на 2-й ітерації турбодекодера завади практично відсутні. Порівняльні характеристики ефективності методів кодування зображень приведені в таблиці.

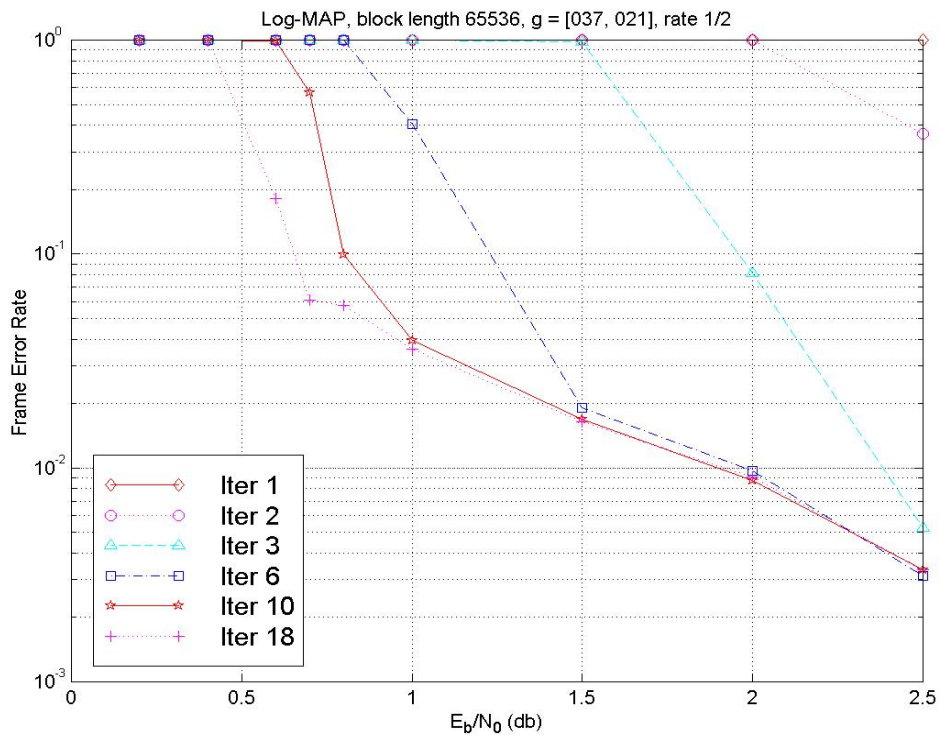


РИС. 7. Залежність частоти помилкових біт від числа ітерацій турбодекодера

ТАБЛИЦЯ

Метод	Eb/No db					
	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Ріда – Соломона	69210	.6456	.5474	.4553	.3044	.0149
Згорткові коди	.5982	.3947	.2053	.0807	.0202	.0053
Турбо коди	.4211	.0535	.0035	0	0	0

Отже, можна зробити висновок, що для побудови формувача телеметричного кадру МС КПП найкращим методом є турбокодування.

Висновки. Використання технології віртуального оточення в організації підсистем моделювання параметрів бортових засобів зв'язку суттєво розширює діапазон методів аналізу та оцінки варіантів вибору оптимальних характеристик для передачі сигналів. Як приклад розглянута задача дослідження методів заводського кодування інформації. Результати досліджень показали, що для побудови формувача телеметричного кадру МС КПП найкращим методом є турбокодування.

1. *Зінченко В.П., Рижков Л.М.* Концепція віртуальної лабораторії космічних досліджень на основі надмалих космічних апаратів // Наукові вісті НТУ України «КПП». – 2006. – № 6. – С. 96 – 102.
2. *Зінченко В.П., Зінченко С.В.* Архитектура и организация системы удаленного доступа к информации микроспутника // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2011. – № 10. – С. 56 – 67.
3. *Збруцький О.В., Зінченко В.П., Рижков Л.М.* Створення на базі микроспутників космічних мікролабораторій // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки – GEO-UA2010 // II Всеукраїнська конференція з запрошенням закордонних учасників. – К.; 14 – 17 червня 2010. Матеріали доп. – К.: Освіта України, 2010. – С. 72 – 73.
4. *Зінченко В.П., Зінченко Н.П.* Формат телеметричного кадру для микроспутників // Там само. – 2005. – № 3. – С. 108 – 114.
5. *Плетінка О.В.* Дослідження енергетики супутникових радіоліній та обґрунтування параметрів абонентських прийомопередавачів микросупутникової радіомережі // Зб. наук. пр. військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2012. – С. 200 – 202.
6. *Шевчук Б.М., Зінченко В.П.* Оперативна багатofункціональна обробка та передача інформації в моніторингових мережах з використанням микросупутників // Наукові вісті НТУ України «КПП». – 2007. – № 2. – С. 35 – 45.
7. *Зінченко В.П., Буров В.А., Зінченко С.В. и др.* Оптимизация систем передачи телеметрической информации // XXXIII Международная конференция “Вопросы оптимизации вычислений”. – Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины. – Казивели, 2005. – С. 104 – 107.
8. *Зінченко В.П., Плетінка О.В., Броварська Н.Й. та інші.* Моделювання параметрів систем зв'язку з використанням технології віртуального оточення // Зб. наук. пр. Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – К.: Інститут кибернетики імені В.М. Глушкова НАН України. – 2012. – № 11. – С.137 – 144.

Одержано 03.07.2014