

СИНТЕЗ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЦИФРОВОГО РАДІОБАЧЕННЯ

Parkhomey I. R. Synthesis of information-telemetry systems of digital television. Improving the efficiency of radar objects with artificially low effective area reflect to a large extent compounded by uncertainty about the information of motion parameters of the object. In terms of information it is impossible to eliminate the uncertainty appropriate to apply artificial intelligence, which have the ability to generalize to accumulate and use knowledge to optimize management. For the synthesis of control systems with artificial intelligence using fuzzy mathematics, it is based on the theory of fuzzy sets. Assuming that the antenna control system also works in a non-data uncertainty can be done to improve it. Since the loop antenna is important not so much the error of direction finding rate of change as a function of the bearing angles of the object - that is, the slope of the direction-finding errors - to compensate for its effects is necessary to introduce a function (program) compensation of parasitic feedback. In addition to the functions of accounting errors in compensation of direction finding antenna-wave systems introduced compensation structure, which determines the sign of the parasitic inverse connection. The combination of functional and structural compensation ensures stable process tracking radar objects with dynamic permissible error that is to increase their effectiveness.

Keywords: effective area of reflection, control system of antenna, antenna-wave system, the direction finding error, information uncertainty

Пархомей І. Р. Синтез інформаційно-телеметричних комплексів цифрового радіобачення. Показана доцільність застосування засобів штучного інтелекту в системах локації об'єктів, які функціонують в умовах інформаційної невизначеності параметрів руху об'єкту. Для синтезу систем керування зі штучним інтелектом використовується апарат нечіткої математики, в основі якого лежить теорія нечітких множин. Крім функції врахування компенсації помилки вводиться структурна компенсація, яка визначає зворотній знак паразитного зв'язку. Сполучення функціональної і структурної компенсації дозволяє забезпечити стійкий процес супроводження об'єктів із допустимою динамічною помилкою.

Ключові слова: ефективна площа віддзеркалення, система керування, пеленгаційна помилка, інформаційна невизначеність

Пархомей И. Р. Синтез информационно-телеметрических комплексов цифрового радиовиденья. Показана целесообразность использования средств искусственного интеллекта в системах локации объектов, которые функционируют в условиях информационной неопределенности параметров движения объекта. Для синтеза систем управления с искусственным интеллектом используется аппарат нечеткой математики, в основе которого лежит теория нечетких множественных чисел. Кроме функции учета компенсации ошибки вводится структурная компенсация, которая определяет обратной знак паразитной связи. Соединение функциональной и структурной компенсации позволяет обеспечить стойкий процесс сопровождения объектов с допустимой динамической ошибкой.

Ключевые слова: эффективная площадь отражения, система управления, ошибка пеленгации, информационная неопределенность

1. Вступ і постановка задачі. Метою функціонування інформаційно-телеметричних систем радіобачення є надійна й достовірна доставка радіолокаційної інформації від бортових джерел літальних апаратів, або керованих груп літальних апаратів, на наземний пункт збору та обробки радіолокаційної інформації (НПЗОРЛІ). Джерелами інформації звичайно є радіолокаційні датчики та підсистеми інформаційного комплексування, наприклад тепловізійні датчики. Використання систем радіобачення дозволяє отримувати візуальну інформацію про об'єкти моніторингу земної поверхні з детальністю, яка притаманна оптичним системам, не зважаючи на погодні умови та природну освітленість району розвідки [1-3]. На цей час розвиток мікропроцесорної техніки привів до створення систем обробки й передачі бортових даних з більшою пропускну здатністю й автономністю та з можливістю комплексування даних обробки. Цей факт поряд із сучасним рівнем розвитку інформаційних технологій і можливостями фінансування дозволяє створювати більш ефективні й гнучкі цифрові телеметричні системи, які мають більші можливості при менших витратах ресурсів: меншим енергоспоживанням, меншою займаною смугою частот, меншою ймовірністю помилки передачі [4].

Традиційно більша частина ресурсів телеметричних систем, за винятком мережі передачі даних, використовувалася для розв'язку певного завдання й повністю полягала у веденні певної організації. Відомо [1], що телеметрична система включає дві основні категорії: пакетна передача телеметричних даних (пакетна телеметрія) і кодування телеметричного каналу. Пакетна телеметрія уявляє собою стандартизований і високоавтоматизований спосіб передачі даних, що спрощує процес доставки інформації від бортових джерел. Вона надає механізм, що включає стандартні структури даних і протоколи, що дозволяють спростити розробку й розширити можливості телеметричної системи комплексу радіобачення. Кодування телеметричного каналу - це спосіб передачі даних за зашумленим радіоканалом, що дозволяє безпомилково відновлювати їх на прийомній стороні. Дешифрування кодованих даних на прийомній стороні наземного пункту збору та обробки радіолокаційної інформації дозволяє відновлювати їх з низькою ймовірністю помилки й тим самим поліпшує характеристики каналу [2, 3, 9].

Відсутність стандартних рішень таких задач приводила до того, що мережа передачі телеметричних даних “багаторазового використання” повинна була виконувати самі низькорівневі функції щодо передачі інформації, тобто забезпечувати доставку окремого радіолокаційного виміру або біта.

Метою статті є розробка рекомендацій щодо автоматизації системи передачі телеметричних даних у межах певної системи, але й гарантія підтримки бортових телеметричних систем, що належать одній організації (країні), наземними телеметричними системами інших організацій (країн). Для проектування таких телеметричних систем у першу чергу необхідна розробка високорівневих послуг з передачі інформації, орієнтованих на передачу даних між комп'ютерами.

2. Організація ієрархії. Спільно пакетна телеметрія й кодування телеметричного каналу забезпечують надійну й достовірну передачу телеметричної інформації.

Для проектування телеметричної системи комплексу радіобачення зручно користуватися методикою ієрархічної побудови, що дозволяє розглядати систему як формалізований набір процедур. Ієрархічна побудова, відповідно до еталонної моделі взаємодії відкритих систем (Open Systems Interconnect model, OSI) Міжнародної організації стандартизації (International Standards Organization, ISO) і Міжнародного консультативного комітету з телеграфії й телефонії (Consultative Committee on International Telegraphy & Telephony, CCITT), дає змогу логічно групувати функції телеметричної системи комплексу радіобачення в рівні й устанавлює зв'язку між цими рівнями. Таким чином, ієрархічна побудова “розкладає” складну процедуру телеметрії наземних об'єктів у набори порівняно простих функцій, що перебувають у загальних архітектурних шарах.

У межах рівня обмін даними відбувається відповідно встановленим стандартним правилам, або протоколам. При цьому для кожного рівня строго визначена низка послуг, забезпечуваних нижнім стосовно нього рівням, і аналогічно строго визначена низка послуг, надаваних даним рівнем верхньому стосовно нього рівню. Поки зберігаються міжрівневі інтерфейси, будь-які процеси, що протікають у межах рівня, «прозорі» для інших рівнів і не впливають на їхню роботу. Отже, будь-який рівень може бути цілком змінений або вилучений розроблювачем відповідно до вимог користувача (замовника) або технологічними вимогами без порушення цілісності системи. Якщо при цьому надані інтерфейси сусіднім рівням, користувач може взаємодіяти із системою на кожному з її рівнів. Таким чином, ієрархічна побудова є потужним інструментом розробки гнучких структурованих систем, які достатньо легко адаптуються до мінливих вимог або нових технологій. Побудова телеметричних систем комплексів радіобачення потребує:

– інкапсуляцію даних джерела радіолокаційної інформації (сегменту радіолокаційного зображення об'єкту) й формування в такий спосіб у реальному масштабі часу автономного пакета інформації;

– комутацію незалежних пакетів від строго регламентованих джерел інформації даних у загальні фреймові структури для передач по радіоканалу;

– доставку користувачеві пакета (пакетів) джерел інформації.

Така концепція забезпечує наступні переваги:

– незалежність автономних пакетів;

– фіксовані й стандартні протоколи між джерелами даних на борту (бортах) й НПЗОРЛІ;

– оптимальний, реальний розподіл телеметричних каналів з використанням механізмів пріоритетної комутації;

– реалізація практично безпомилкового телеметричного каналу завдяки використанню завадостійкого кодування;

– більш дешева й швидка доставка даних моніторингу користувачу (користувачам).

3. Обґрунтування структури телеметричної системи моніторингу. У рамках концепції пакетної телеметрії дані про процеси на борту про об'єкт, що підлягає моніторингу, формуються в блоки, що називаються “вихідним пакетом” або “пакетом джерела”. Ці блоки супроводжуються основним заголовком, що містять поля ідентифікації пакета, контролю послідовності пакетів, інформацію про довжину пакета й необов'язковим кінцевим полем контролю помилок. Пакет джерела (джерел) – основний блок даних, який передається користувачеві з об'єкта (джерела радіолокаційних вимірювань). Він містить значну кількість зв'язаних даних від конкретного бортового джерела. Для керування потоком даних і їх передачі по каналах зв'язку передбачена можливість сегментації більших блоків даних у менші: пакети джерела (формат 1) або сегменти пакетів (формат 2). При цьому розмір поля даних пакета або сегмента визначається інтерфейсом з нижнім рівнем.

Фрейми необхідні для достовірної й надійної доставки пакетів джерел радіолокаційної інформації або сегментів за телеметричним каналом до мережі передачі даних. Передбачається кілька варіантів передачі даних. Один з них – мультиплексування фреймів у віртуальні канали. Фрейм починається із синхромаркера й має основний заголовок. Основний заголовок містить поля ідентифікації фрейму, номер фрейму й поле, що описує стан поля даних фрейму.

Поле даних фрейму може завершуватися необов'язковою областю, що включає поле операційного керування й поле контролю помилок. Перше з них забезпечує виконання деяких функцій обміну даними (наприклад, калібрування бортового часу, підтвердження приймання команд та ін.). Поле контролю помилок дозволяє виявляти й виправляти помилки, які можуть з'явитися в процесі обробки й передачі даних.

Передача фреймів вимагає більш низькорівневих послуг, таких як модуляція/демодуляція й кодування/декодування. В зв'язку з тим, що одним з основних вимог до телеметричної системи комплексу є безпомилкова доставка даних (вірогідність передачі), тому для їхнього захисту від помилок, викликаних шумами радіоканалу використовується кодування каналу. Завдяки комбінації цих кодів, канал практично звільняється від помилок. Дані, що зв'язують рівень кодування каналу з наступним рівнем - це каналні символи, виведені кодером, тобто послідовність інформаційних бітів (бітовий потік), у вигляді якої представлені захищені фрейми передачі.

Канальні символи, що надходять на фізичний рівень, зокрема на рівень радіоканалу, модулюють радіосигнал. Завдяки кодуванню, помилки, які виникають у процесі фізичного поширення радіосигналу, можуть бути виявлені й виправлені одержувачем.

У рамках запропонованої моделі зручно розглядати взаємодію систем телеметрії й телекерування.

Приклад “симетричної” взаємодії систем показаний на Рис.1. Дві системи працюють спільно, гарантуючи доставку директив з передавальної сторони (Землі) до прийомної сторони (бортового встаткування) і доставку телеметричної інформації у зворотному напрямку. У цьому прикладі показані логічні зв'язки двох рівнів систем: рівнів фреймів (підтвердження одержання фрейму) і рівнів пакетування (підтвердження одержання пакета), – двічі замикаючі контур керування.

Ряд систем передачі даних мають обмежену пропускну здатність і ширину смуги частот каналу передачі, за допомогою якого бортові системи спостережуваних об'єктів з'єднуються із системами збору даних, що перебувають на Землі. Коли численні користувачі спільно використовують один канал передачі даних, керування потоком даних стає процесом, що визначає продуктивність системи.

Телеметрична система повинна гарантувати своєчасну доставку даних від усіх джерел, які досить часто одержують доступ до цього загального ресурсу (каналу), і керування буферизацією даних джерел [5, 6, 10]. Довгі пакети джерел радіолокаційної інформації, що одержують монопольний доступ до каналу на неприпустимо тривалі для інших джерел періоди, можуть створювати проблеми в керуванні потоком даних. Передбачено два способи розв'язку проблеми керування потоком даних.

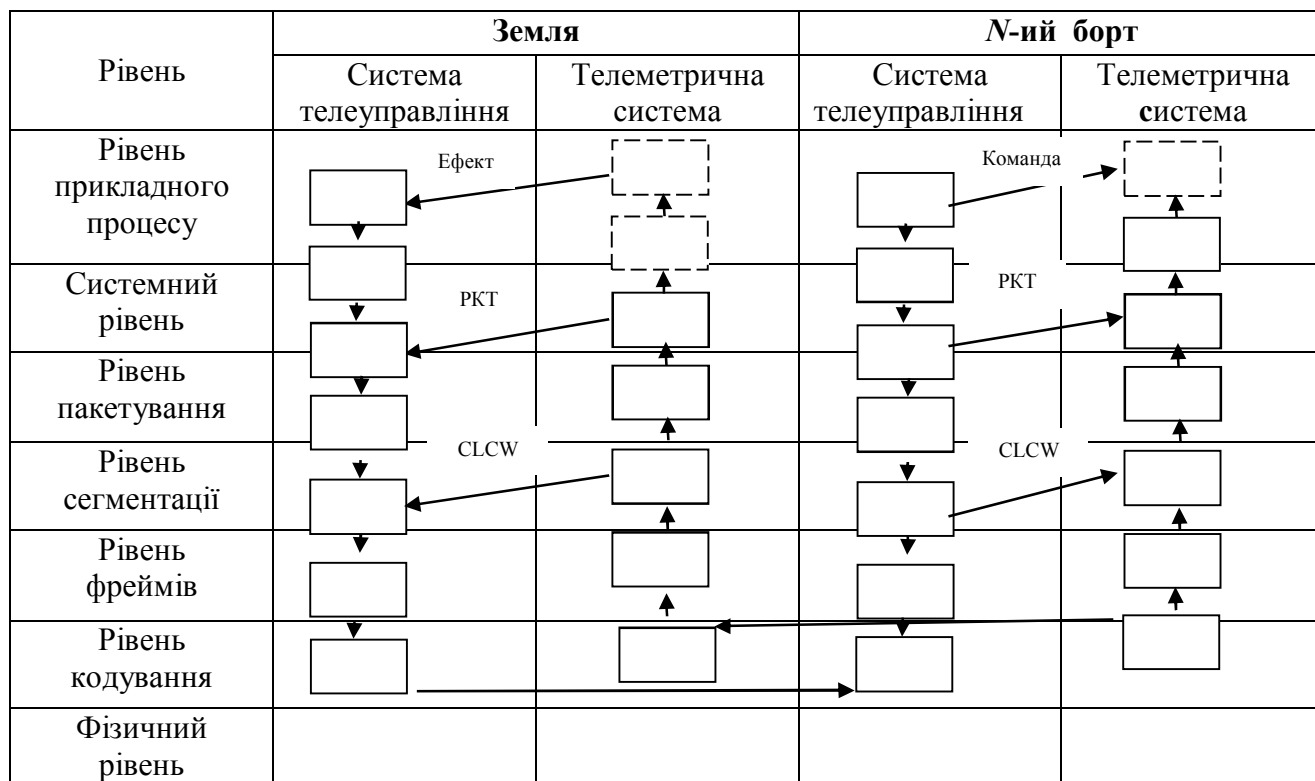


Рис. 1. Взаємодія систем телеметрії й телекерування

Формування віртуальних каналів – механізм, що надає джерелу або групі джерел віртуально монопольний доступ до фізичного каналу, обмежуючи пропускну здатність на рівні фреймів. Кожний фрейм може бути ідентифікований як приналежний одному з восьми віртуальних каналів. Розбивка фізичного каналу на віртуальні звичайно використовується для поділу джерел або адресатів (одержувачів) з різними характеристиками. Наприклад, якщо бортова апаратура містить устаткування, що генерує дуже довгі пакети, і ряд інших джерел, що генерують пакети меншої довжини, доцільно виділити 1-му окремий віртуальний канал, а інші мультиплексувати в 2-й. Віртуальними каналами можна також використовуватися для поділу пакетів, що надходять у реальному масштабі часу, і інформації, що надходить із обладнання запису.

Сегментація пакетів джерела, при якій дуже довгі пакети джерела, які генеруються прикладними процесами, розділяються на борту на менші пакети фіксованої довжини - сегменти пакетів. Сегменти пакетів джерела можна мультиплексувати із «короткими» пакетами джерела в один віртуальний канал, забезпечивши в такий спосіб джерелам даних безпосередній доступ до цього віртуального каналу. Для наступного відновлення пакетів джерела на Землі використовується інформація із заголовків фреймів і сегментів.

Потік телеметричних даних різних бортових джерел, адресованих відповідним одержувачам. У верхній частині рисунка зображені джерела, що генерують пакети джерел і сегменти пакетів. Ці сегменти й пакети мультиплекуються у фрейми віртуальних каналів.

Фрейм після завадостійкого кодування передається на НПОРЛІ, де демультиплексується в віртуальні канали, з яких отримуються сегменти пакетів та пакети [7, 8]. Пакети джерела (джерел) інформації доставляються з використанням інформації з поля ідентифікації заголовка пакета. Для доставки пакетів, час доставки яких обмежено, використовується інформація вторинного заголовка пакета.

6. Висновки. Уся повнота переваг телеметричної системи передачі даних у комплексі, що розглядається, досягається реалізацією в проекті системи всіх запропонованих рекомендацій. У якості альтернативи, система може бути побудована так, щоб використовувати лише окремі з рівнів запропонованої ієрархічної моделі, але при цьому повинні бути забезпечені міжрівневі інтерфейси.

Оцінка параметричної чутливості моделі синтезованої системи, реалізованої за допомогою ПЕОМ, показує достатній ступінь нечутливості до похибок передачі даних.

Особливості функціональної і структурної побудови дозволяє забезпечити стійкий процес обміну телеметричними даними із допустимою динамічною помилкою.

Література

1. Артемьев В. М. Основы автоматического управления систем радиоэлектронных средств / В. М. Артемьев, Е. А. Яшулен. – Москва : Воениздат, 1984. – 86 с.
2. Архангельский В. И. Системы функции-управления / В. И. Архангельский. – Київ : «Техніка», 1997. – 98 с.
3. Воскресенский Д. И. Радиооптические антенные решетки / Д. И. Воскресенский, А. Ю. Гринев, Е. Н. Воронин. – Москва: Радио и связь, 1986. – 120 с.
4. Востриков А. К. Радиолокационные станции сопровождения цели и визирования / А. К. Востриков, А. Н. Раинкин. – Київ : КВЗРИУ, 1974. – 84 с.
5. Гирко В. Л. Теория электрических систем управления / В. Л. Гирко. – Київ : «Либідь», 1990. – 168 с.
6. Вуд П. Анализ и проектирование зеркальных антенн / П. Вуд ; пер. с англ. – Москва : «Радио и связь», 1984. – 202 с.
7. Shahin A. Prioritization of key performance indicators. An integration of analytical hierarchy process and goal setting / A. Shahin, M. A. Mahbod // International Journal of Productivity and Performance Management. – 2012. – Vol. 56, No. 3. – P. 226-240.
8. Masood L. A. Key Performance Indicators Prioritization in Whole Business Process: A Case of Manufacturing Industry / L. A. Masood, M. Jahanzaib, K. Akhtar // Life Science Journal. – 2013. – 10(4s). – P. 195-201.
9. Ouyang. A Performance Analysis for UMTS Packet Switched Network Based on Multivariate KPIs / Ye Ouyang, Hosein Fallah M. // International Journal of Next Generation Network (IJNGN). – March 2011. – Vol. 2, No. 1. – P. 80–94.
10. Evans, M. Statistical distributions / M. Evans, N. Hastings, B. Peacock; 2nd ed. – John Wiley & Sons, Inc, 1993. – 186 p.

Автор статті

Пархомей Ігор Ростиславович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри радіомоніторингу та радіочастотного менеджменту, Державний університет телекомунікацій, м. Київ. Тел.: +380 (66) 995 20 12. E-mail: i_parhomei@ukr.net.

Дата надходження в редакцію: 17.11.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Дружинін В. А.