

Залишається лише дивуватися, що цього не помічає або не хоче помічати призначений (національний) оператор поштового зв'язку — УДППЗ «Укрпошта», який, застосовуючи застарілу та неефективну технологію пересилання посилок, не тільки втрачає свої потенційні доходи, а й віддає без будь-якої боротьби перспективний ринок пересилання поштових посилок своїм конкурентам — альтернативним операторам поштового зв'язку України.

Рецензент: доктор техн. наук, професор В. М. Тупкало, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. Е. Ящук

СОЗДАНИЕ ТРАНЗИТНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА — ПУТЬ К РАДИКАЛЬНОМУ ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕСЫЛКИ ПОЧТОВЫХ ПОСЫЛОК В УКРАИНЕ

Разработана инновационная технология пересылки почтовых посылок в Украине, предусматривающая обмен контейнеров с посылками в транзитном контейнерном терминале (ТКТ), которая по всем технико-экономическим показателям существенно превосходит действующую технологию.

Ключевые слова: контейнер; ТКТ; контейнерная площадка; накопитель контейнеров; контейнеровоз; почтовый маршрут (ПМ); отделение связи (ОС); центр обработки и перевозки почты (ЦОПП).

L. O. Yashchuk

TRANSIT CONTAINER TERMINAL CREATING IT IS THE WAY TO RADICAL INCREASING OF EFFECTIVENESS OF POSTAL PARCELS SENDING IN UKRAINE

The article presents the innovative technology in reference to postal parcels sending in Ukraine that envisages exchanging containers with parcels in transit container terminal (TCT) and concerning all of technical and economic indicators essentially excels the existing technology.

Keywords: container; TCT; container ground; container collector; container lorry; postal route (PR); communication department (CD); post processing and sending Centre.

УДК 502/504(15)

С. В. КОЗЕЛКОВ, доктор техн. наук, професор,
Державний університет телекомунікацій, Київ;
В. Ф. ФРОЛОВ, канд. техн. наук,
ВГО «Аерокосмічне товариство України», Київ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ УЛАМКІВ КОСМІЧНОГО СМІТТЯ НА НИЗЬКИХ ОРБИТАХ

Запропоновано математичну модель селекції та ідентифікації уламків космічного сміття на низьких орбітах за відсутності повних даних із відповідних каталогів. Визначено умови ідентифікації для різних рівнів засміченості та щільності потоків сміття, а також можливих параметрів їхніх орбіт.

Ключові слова: космічне сміття; ідентичність уламків сміття; поріг нормованої відстані; щільність потоку сміття; селекція уламків; параметри орбіти.

Вступ

У різних системах вимірювання та обробки інформації про космічні об'єкти існують спеціальні бази даних. Це, наприклад, каталоги спостережуваних об'єктів Системи космічного спостереження США та Системи контролю космічного простору Росії. Але якщо каталоги США мають практичний доступ до даних спостережень за космічними об'єктами та космічним сміттям, то каталоги Росії являють собою один із компонентів стратегічних систем озброєння. Адже Росія не квапиться ознайомлювати світову спільноту із секретними військовими супутниками, які виконують розвідку об'єктів і баз НАТО, а також тим сміттям, яке залишається на орбітах, коли життєвий цикл зазначених супутників закінчено. Більшість їх після закінчення своєї програми

та руйнування утворюють нові уламки, які поповнюють загальну масу космічного сміття. Якщо раніше між США та Росією здійснювався обмін відповідною інформацією та даними каталогів, то тепер Росія повністю унеможливила аналіз і моніторинг її об'єктів, котрі зазнають руйнування після виконання покладених на них завдань. Через це суттєво підвищується загроза щодо космічних об'єктів, які перебувають на орбітах. Зокрема вже не може йтися про маневри на орбіті з високим рівнем безпеки. Річ у тім, що космічне сміття обертається навколо Землі з великою (від 12 до 20 км/с) швидкістю, і зустріч із ним може призвести до катастрофи. Саме тому постає завдання ідентифікації уламків сміття, передусім великих розмірів, та розробки алгоритмів його розв'язування.

Основна частина

Завдяки тому, що зазначені каталоги США постійно оновлюються і дані стосовно уламків космічного сміття як космічних об'єктів містять конкретні відомості про їхні орбіти та моменти часу, коли їх було отримано, маємо змогу математично описати ідентичність двох об'єктів — відомого і невідомого.

Рішення про ідентичність двох об'єктів ухвалюються за таких умов:

$$d^2(u, r) = \sum_{k=1}^S (u_k - r_k)^2 / (\sigma_{uk}^2 + \sigma_{rk}^2) < c^2, \quad (1)$$

де u_k і r_k — компоненти S -векторів u і r ; σ_{uk} і σ_{rk} — середньоквадратичні помилки визначення відповідних компонентів; c — поріг, що залежить від заданого розміру об'єкта.

Нехай m і n кількість об'єктів у каталогах відповідно Росії та США, причому вектори u і r належать одному об'єкту, а $m = n = 1$.

Таким чином, алгоритм розв'язання, що спирається на порівняння з порогом c нормованої відстані $d(u, r)$ між двома векторами, добре відомий у теорії статистичних рішень.

Розглянемо загальніший випадок. Припустимо, що $m = 1$, а n — довільне число. Тоді згідно зі згаданим алгоритмом стосовно вектора u має бути враховано тільки найближчий до нього вектор r^* , який задовольняє умову

$$d(u, r^*) = \min_j d(u, r_j). \quad (2)$$

Нехай тепер m і n — довільні числа.

Тоді розраховуються всілякі попарні відстані $d(u_j, r_j)$ між двома будь-якими об'єктами за такої умови:

$$d(u^*, r^*) = \min_{ij} d(u_i, r_j). \quad (3)$$

У такому разі для пари u^*, r^* використовується співвідношення (1).

Якщо об'єкти ідентифіковано, то вони з розгляду виключаються. Для решти об'єктів процедура повторюється доти, доки не залишаться пари, що задовольняють умову (1). У результаті якусь кількість пар (що їх включено в каталоги США) буде ідентифіковано, а про всі інші пари буде відомо, що вони належать різним реальним об'єктам у космосі.

Коли потік космічного сміття доволі «щільний», а відстані між різними його уламками порівнянні з помилками визначення параметрів їхніх орбіт, то при ухваленні рішень щодо ідентифікації об'єктів можливі помилки, яких, утім, вдається уникнути, якщо в рівнянні (1) обмежити зверху значення величини $\sigma_{uk}^2 + \sigma_{rk}^2$. Ця величина характеризує сумарну помилку визначення k -го компонента константою c_k^2 , яка залежить від мінімально можливої відстані d_{\min} між двома об'єктами ідентифікації.

Умови ідентифікації тоді запишемо у вигляді

$$d^2(u, r) = \sum_{k=1}^S (u_k - r_k)^2 / \min(\sigma_{uk}^2 + \sigma_{rk}^2, c_k^2) < c^2. \quad (4)$$

Ефективний алгоритм ідентифікації для достатньо загальної ситуації буде такий.

1. Виділяються об'єкти, які існують у конкретному каталозі, а решта об'єктів розбивається на дві групи.

2. До першої групи входять ідентифіковані пари з імовірністю помилок ідентифікації першого та другого роду, меншою за припустимі значення.

3. Виділяються об'єкти (раніше ідентифіковані), для яких виконуються умови (4).

4. Рішення про попередню ідентифікацію пари об'єктів домінує над іншими рішеннями попередньої ідентифікації, в якій брав участь один із цих об'єктів.

5. Домінуюче правило означає, що «відстань» між об'єктами ідентифікованої пари менша від іншої, яка порівнюється з нею, причому не менш як у k_d разів, де k_d — деяка стала, що визначається помилками першого роду. При цьому відстані розраховуються за формулою (1).

Об'єкти, які залишилися не ідентифікованими, становлять другу групу і належать до тих «невідомих», які стосуються інших країн — учасниць космічних проектів.

Головна обчислювальна операція полягає в розрахунку m^* і n^* квадратичних форм виду (1). Якщо, наприклад, m^* і n^* дорівнюють 10^4 , то обчислення та запам'ятовування відповідних значень перевершують можливості комп'ютерів. Тому є сенс провести просту попередню селекцію пар векторів, які належать різним об'єктам. Для цього слід узяти найбільш точні та найбільш просто змінювані в часі параметри орбіти: схилення i , довготу вузла Ω та період обертання T . У такому разі для кожної пари векторів попередня селекція полягає в порівнянні абсолютних величин відхилень за i, Ω, T із максимально припустимим відхиленням C_i, C_Ω, C_T :

$$\begin{aligned} |i_r - i_u| &< C_i, \\ |(\Omega_r + (t_u - t_r)\Omega_r) - \Omega_u|_{\text{mod}2\pi} &< C_\Omega, \\ |(Tr + (t_u - t_r)T_r) - T_u| &< C_T, \end{aligned} \quad (5)$$

де параметри з індексами r і u — це відповідно дані відомого каталога та ідентифікованого об'єкта; t_u і t_r — час прив'язки зазначених параметрів.

Застосування в програмному продукті пропонуваної математичної моделі, а також методики селекції та ідентифікації космічного сміття дозволить визначати належність космічних об'єктів і їхніх уламків (після руйнування) конкретній структурі чи державі — учасниці космічних програм. Об'єднання зусиль усіх країн, що здійсню-

ють космічну діяльність, із метою розробки єдиного каталога, дозволить побудувати достатньо повну і точну картину розподілу космічного сміття на низьких орбітах, підвищивши надійність оцінювання безпеки космічних польотів та передбачуваність можливих зіткнень.

Висновки

Подано математичну модель селекції та ідентифікації уламків космічного сміття за відсутності повних даних із каталогів США та Росії. Рішення про ідентичність уламків ухвалюються на основі порівняння компонентів векторів руху об'єктів із порогом нормованої відстані між двома векторами. Модель дозволяє враховувати «щільність» потоку космічного сміття, а також параметри орбіт сміття, що суттєво підвищує ефективність методу.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **К. С. Козелкова**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

С. В. Козелков, В. Ф. Фролов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЛОМКОВ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА НА НИЗКИХ ОРБИТАХ

Предложена математическая модель селекции и идентификации обломков космического мусора на низких орбитах при отсутствии полных данных из соответствующих каталогов.

Определены условия идентификации при разных уровнях засоренности и плотности потоков мусора для возможных параметров их орбит.

Ключевые слова: космический мусор; идентичность обломков мусора; порог нормированного расстояния; плотность потока мусора; селекция обломков; параметры орбиты.

S. V. Kozelkov, V. F. Frolov

MATHEMATICAL MODEL OF THE IDENTIFICATION OF SPACE DEBRIS FRAGMENTS IN LOW ORBITS

The article suggests a mathematical model of selection and identification of space debris fragments in low orbits in the absence of complete data in catalogs.

Conditions of identification at different levels of orbital debris and density of debris flows and parameters of their orbits were determined.

Keywords: space debris; identity of debris fragments; normalized distance limit; debris flow density; selection of fragments; orbital parameters.

УДК 621.385.632.12

Н. М. ДОВЖЕНКО, Г. С. СРОЧИНСЬКА;

М. Г. ТВЕРДОХЛІБ, канд. техн. наук, доцент;

Н. С. ЧУМАК,

Державний університет телекомунікацій, Київ

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ СТРУКТУРИ АКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

Запропоновано спосіб удосконалення перехідного пристрою електродинамічної структури ширококугової лампи рухомої хвилі, призначеного для забезпечення високочастотного зв'язку між спіральною сповільнювальною системою електродинамічної структури і хвилеводами. В основу цього способу покладено поліпшення теплового режиму роботи сповільнювальної системи, що, у свою чергу, дає змогу підвищити надійність зазначеної лампи.

Ключові слова: лампа рухомої хвилі; електродинамічна структура; перехідний пристрій; хвилевід; спіральна сповільнювальна система; спіраль; діелектричні опори; температурний режим; надійність.

Вступ

У системах зв'язку як активні елементи часто використовуються ширококугові лампи рухомої хвилі (ЛРХ). Така лампа являє собою прилад, робота якого базується на взаємодії біжучої електро-

магнітної хвилі, збуджуваної в сповільнювальній системі (СС) електродинамічної структури (ЕДС), і потоку електронів, які рухаються в одному й тому самому напрямі. ЛРХ застосовують у радіоелектронних та інших пристроях систем зв'язку