

SECTION 4. AVIATION, ROCKET AND SPACE EQUIPMENT

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-7>

THE INTEGRATED SATELLITE SYSTEM AND THE INFORMATION SYSTEM AT ITS CORE: THE MAIN PROVISIONS OF THE CONCEPTUAL SOLUTION

ІНТЕГРОВАНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ТА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА В ЇЇ ОСНОВІ: ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО РІШЕННЯ

Labutkina T. V. Лабуткіна Т. В.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Control Systems Oles Honchar Dnipro National University *кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри систем автоматизованого управління Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара м. Дніпро, Україна*

Іноваційна діяльність крокує різними шляхами: по-перше, може забезпечувати вдосконалення техніки і технологій як окремих складових у рамках одного з напрямків науково-технічного розвитку, які у комплексі стають його рушійною силою, призводять до якісних проривних змін; по-друге, може йти зустрічним рухом до множини наявних результатів науково-технічних досягнень шляхом висування і обґрунтування концептуальних систем утворюючих рішень, які спираються на науково-технічні можливості сьогодення і задають напрямки їх розвитку. Зараз у Європейському Союзі і в Україні накопичили багатий досвід на обох напрямках інноваційної діяльності в різних сферах царини науково-технічного прогресу, а також є спільні здобутки. У тому числі – у сферах практичного засвоєння космосу та розвитку інформаційних технологій, які на сьогоднішній день все тісніше зростаються, стають один до одного підґрунтям подальшого проривного руху.

Практична діяльність людства у космосі стає все більш активною, призводить до необхідності акцентувати увагу на низці аспектів її прояву та розглядати їх комплексно. Серед цих аспектів виділимо такі:

1) бурхливий розвиток супутникових систем різного призначення; 2) інтеграція різних технологій у рамках одної системи; 3) тісна функціональна взаємодія між системами різного призначення (в рамках якої системи постачають одна одній різноманітні послуги), 4) величезні темпи збільшення кількості функціонуючих космічних апаратів на навколосезних орбітах (що загострює необхідність комплексного, узгодженого управління цією множиною на основі єдиних, достатньо детально і жорстко визначених правил); 5) розвиток комунікації між космічними апаратами як базової основи функціонування супутникової системи (комунікація реалізується на основі різних технологій міжсупутникового зв'язку і при повноцінному застосуванні технологій Internet); 6) перенесення інформаційних технологій у космос (під інформаційними технологіями будемо розуміти передачу, обробку і збереження інформації, а якщо до них додається отримання інформації, то будемо говорити про інформаційну систему), 7) при перенесенні інформаційних технологій у космос є дві тенденції (по-перше, спостерігається, що доступ до інформаційних технологій надається наземним, авіаційним і космічним користувачам як послуги системи [2]; по-друге, інформаційні технології стають «вбудованою основою» супутникових систем різного призначення [3; 5]). Враховуючи названі та інші аспекти можна вважати раціональною і перспективною ідею єдиної (інтегрованої) багатосупутникової системи, яка поєднає в собі супутникові системи різного типу (різного призначення, або з інтегруванням в одній системі комплексу пов'язаних призначень) шляхом їх зв'язку у єдине ціле на основі інформаційних технологій [4; 5].

Якщо дивитися з точки зору мешканців планети Земля та у тому випадку, коли б людство вже дійшло до стану всесвітнього миру та злагоди, така система мала б бути у космосі єдиною, розвиватися людством спільно, безпечно, конструктивно і ефективно (у тому числі, з додаванням, прибиранням, заміною деяких елементарних складових і складових більш високого рівню ієрархії, зі зміною деяких принципів функціонування при закладеній можливості реалізації таких змін). Зрозуміло, зараз, коли світ ще страждає від жорстокості війни, коли намагаються панувати насилля, жорстокість, безправ'я важко говорити про всесвітні спільні злагожені дії щодо створення такої системи і інтересах Землян. Але така система (прообраз цієї системи) може виростати як потужний технічний об'єкт спільного застосування багатьох країн, поєднуючи заздалегідь спрямовані на поєднання у рамках великої інтегрованої системи різноманітні супутникові системи, створені у рамках великих проєктів (у тому числі – міжнародних).

Рухатися до створення такої системи (її прообразу) можливо: 1) розвиваючи концептуальні рішення і практичні розробки щодо реалізації глобальних принципів побудови інтегрованої системи та окремих систем, які увійдуть до її складу; 2) реалізуючи різноманітні масштабні проекти зі створення складових такої системи. Мета даної роботи стисло – представити низку положень концепції щодо створення інтегрованої супутникової системи у навколосемному просторі (вони, пронумеровані та приведені нижче). При опису цих положень дані посилення на деякі з робіт, де вони розглядалися більш уважно.

1. Інтегрована супутникова система («інтерсистема»), складається з множини систем («підсистем») [4; 5]. Всі космічні апарати зв'язані між собою інформаційно завдяки тому, що кожний космічний апарат може встановлювати зв'язки з декількома іншими космічними апаратами своєї системи (або на основі «не спрямованого» зв'язку при близькому розташуванні, або із використаннями програмно керованих ліній оптичного зв'язку або промінів фазованої антенної решітки). Також у кожній системі є космічні апарати, які зв'язуються з космічними апаратами деяких інших систем. Це забезпечує цілісний комунікаційний зв'язок всієї інтегрованої системи. Зв'язок реалізується на основі техніки комутації пакетів.

2. Всі системи (складові інтегрованої системи) зі спеціальними функціями (отримання різного виду даних, надання послуг збереження та обробки інформації, навігаційних послуг) мають свій «вбудований» комплекс інформаційних технологій (мережа зв'язку, робота з даними) [3–5]. В системі можна виділити одну (декілька) підсистем, основною функцією якої є транспортування даних (ця функція надається користувачам системи різного типу і одночасно складає основу для передачі загальносистемної інформації). В інтегрованій системі є загальносистемні сегменти (реалізовані на виділених для цього угрупованнях космічних апаратів), які зберігають загальну системну інформацію (децентралізовано, повторюючи базу у декількох вузлах), обробляють її, а також передають в систему (у тому числі, поза мережею системи, на основі технологій трансляції інформації в супутникових навігаційних системах [2; 5]).

3. Враховується завантаження задачами кожного вузла мережі (загальний обсяг завантаження у прийнятих одиницях вимірювання та за прийнятим підходом розподілений на рівні). При керуванні процесами у системі враховуються відстані між космічними апаратами, які при керуванні загальносистемними процесами також приводяться до дискретних значень. Дискретизація цих показників дозволяє розглядати стани системи, які визначаються набором дискретних величин, та

використовувати алгоритмічне керування загальносистемними процесами, яке визначається її поточним станом [2; 4–7]. При керуванні всіма системними процесами використовується комплексне застосування базового програмного керування і правил реакцій на поточний стан системи.

4. Орбітальне угруповання інтегрованої системи, яке складається із угруповань поєднаних нею систем, має регулярну складову, структура якої підтримується стабільної (вікові зміни більшості орбітальних параметрів корегуються) [1–7]. До цього угруповання входять різновисокі угруповання на колових орбітах («горизонтальні шари» системи на висотах низьких, середніх і високих орбіт), угруповання яких «охоплює» Землю [1–5]. Також використовуються угруповання на еліптичних орбітах середньо високих або високих [6]. Це забезпечує «вертикальні ланцюжки» космічних апаратів, які заповнюють навколоземний простір і в області радіаційних поясів Ван-Аллена, та також надійно зв'язують комунікаціями рознесені на відстань колові угруповання. Орбітальне угруповання загального охоплення Землі може бути побудовано як на «замкнених ланцюжках» [1; 2] космічних апаратів на «одній номінальній орбіті», так і на множині угруповань, кожне з яких складається з декількох таких «ланцюжків», які завдяки системі корекції штучно підтримуються у близькості у визначеній тороподібній зоні, що «прецесує з ними» навколо Землі [7]. З розвитком задач надання орбітального сервісу до інтегрованої системи можна буде додати і множину космічних апаратів угруповання нерегулярної структури, яке складається з множини невеликих кластерів сервісних космічних апаратів. Кожний з таких кластерів представляє невелике сервісне угруповання космічних апаратів з адаптивною до динаміки конкретних задач орбітальною структурою, яке функціонує у відповідності до принципів побудов всієї системи [5].

Література:

1. Лабуткина Т.В., Ларин В.А., Беликов В.В., Борщева А.В., Тихонова А.А., Деревяшкин Д.И. Имитационная модель спутниковой сети коммутации пакетов с разновысотными орбитальными сегментами. Научно-технический журнал «Радиоэлектронні і комп'ютерні системи». 2016. № 1 (75). С. 66-83. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=recs_2016_1_11
2. Лабуткина Т. В., Бабанина А.В., Сотничек Н.М., Саенко И.А., Дымченко А.В. Концепция спутниковой сети коммутации пакетов с

наземним, авіаційним і космічним пользовательськими сегментами. Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки. 2017. Т. XXII. С. 66–84. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/zbirniki/ftf/program_5e47c02a5163b.pdf

3. Ильченко М.Е., Нарытник Т. Н., Присяжный В.И., Капштык С.В., Матвиенко С.А. Исследование подходов к построению орбитальной вычислительной сети спутниковой системы интернета вещей. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. 2019. 8(160). С. 138–151. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/zbirniki/ftf/program_5e47c02a5163b.pdf

4. Алієв Р.А., Лабуткіна Т.В. Супутникова глобальна інформаційна система. *Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи*. IV науково-практичної конференції, Київ, 9–10 вересня 2021 року. С. 42–43.

5. Лабуткіна Т.В., Перепелиця М.О. Концепція кластеру космічних апаратів з адаптивним до зміни задач орбітальним угрупованням як складова супутникової інтерсистеми. *Trends in science and practice of today*. Proceedings of the XXIX International Scientific and Practical Conference. Stockholm, Sweden. 2022. Pp. 11–14. DOI: 10.46299/ISG.2022.1.29. URL: <https://isg-konf.com/trends-in-science-and-practice-of-today->

6. Лабуткіна Т.В., Мороз Ю.І., Курносова С.В. Космічний апарат на еліптичній орбіті як агент розподіленого керування топологією і навантаженням супутникової мережі комутації пакетів. *Science, innovations and education: problem and prospects*. Proceeding of the 12th International scientific and practical conference CPN Publishing Group. Tokyo, Japan 2022. Pp. 269-280. URL: <https://sci-conf.com.ua/xii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-innovations-and-education-problems-and-prospects-28-30-iyunya-2022-goda-tokio-yaponiya-arhiv/>.

7. Лабуткіна Т.В., Литвиненко Я.С., Саєнко І.А. Группировки космических аппаратов, поддерживаемые в замкнутых торообразных зонах. *Dynamics of the development of world science*. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp. 664-673. URL: <http://sci-conf.com.ua>