

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

Стаття висвітлює сучасний стан та основні тенденції розвитку супутникових систем зв'язку цивільного, подвійного і спеціального призначення Російської Федерації. Проведено аналіз систем фіксованого і персонального супутникового зв'язку, супутникових систем ретрансляції, виробників апаратури і операторів кожної системи. Основну увагу зосереджено на можливостях і завданнях систем та послугах, які ними надаються. В кожній системі розглянуто орбітальне угруповання і наземний сегмент: кількість космічних апаратів, їх положення на орбітах, типи орбіт, кількість і діапазони роботи транспондерів, зони покриття, місця розташування і призначення наземних станцій.

Фіксований супутниковий зв'язок надається ФДУП "Космическая связь" і ВАТ "Газпром космические системы" через 17 геостаціонарних супутників. Персональний супутниковий зв'язок забезпечується 22 супутниками на низьких орбітах систем "Гонец-ДІМ" подвійного і "Родник" військового призначення. Системи ретрансляції "Луч" подвійного і "Гарпун" військового призначення забезпечують інформаційний обмін низькоорбітальних супутників і наземних станцій. У військових інтересах використовується Інтегрована супутникова система зв'язку, яка надає послуги через супутники на геостаціонарній і високоеліптичних орбітах. Така інформація може бути застосована розвідувальними органами України при побудові засобів розвідки та безпосередньо при її веденні.

Ключові слова: супутник; система зв'язку; орбіта; діапазон частот; транспондер; наземна станція.

Вступ

Постановка проблеми. Супутникові системи зв'язку (ССЗ) широко використовуються в усіх галузях і на всіх рівнях діяльності людини – від управління державою до користування персональним супутниковим зв'язком. Аналіз ССЗ РФ є надзвичайно важливим для визначення напрямів розвитку засобів радіоелектронної розвідки (РЕР) та плануванні її ведення з метою отримання інформації щодо стану, складу, характеру діяльності та намірів дій Збройних сил (ЗС) і вищого політичного керівництва РФ. Ця інформація є необхідною для ведення ефективної боротьби з російськими окупаційними військами на Сході України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що найбільш повними роботами за цим напрямом є [1, 2]. У [1] проаналізовано всю космічну діяльність Росії порівняно з Китаєм та Індією більш ніж за 50 років (до 2010 року). В [2] проведено аналіз всієї космічної діяльності РФ за 13 років (до 2013 року). Тому деталей аналізу сучасного стану ССЗ РФ у зазначених роботах, фактично, немає. В інших відомих джерелах є лише несистематизовані відомості про окремі супутники РФ [3–6] або діапазони їх роботи [7, 8].

Мета статті полягає в проведенні аналізу сучасного стану та визначенні перспектив розвитку орбітального угруповання та наземного сегмента ССЗ РФ.

Виклад основного матеріалу дослідження

Супутникові системи зв'язку РФ за призначенням поділяються на системи цивільного, подвійного і спеціального призначення.

Кожна ССЗ включає:

космічний сегмент, який складається з супутників-ретрансляторів (СР), розміщених на визначених орбітах, що становлять собою космічне (орбітальне) угруповання;

наземний сегмент, який містить центр управління системою, центр запуску космічних апаратів (КА), командно-вимірювальні станції, центр управління зв'язком і шлюзові станції;

користувацький (абонентський) сегмент, який здійснює зв'язок за допомогою персональних супутникових терміналів;

наземні мережі зв'язку, з якими з'єднуються шлюзові станції космічного зв'язку.

Космічні апарати розміщуються на геостаціонарній, низьковисотних та високоеліптичних орбітах.

Фіксований супутниковий зв'язок у РФ надається в С-, Ku- і Ka- діапазонах частот [7]. Рухомий супутниковий зв'язок організовується в Р- і L- діапазонах. Крім того, для військових цілей застосовується Х- діапазон частот.

Операторами ССЗ РФ цивільного і подвійного призначення з супутниковим угрупованням на геостаціонарній орбіті (ГСО) є федеральне державне унітарне підприємство (ФДУП) "Космическая связь" (ДПКС) та відкрите

акціонерне товариство (ВАТ) “Газпром космические системы” (“Газпром КС”).

Федеральне державне унітарне підприємство “Космическая связь” – найбільший російський державний оператор супутникового зв’язку, який надає повний спектр послуг зв’язку і мовлення з використанням власного супутникового угруповання і наземних технічних засобів: телерадіомовлення, безпосереднє супутникове мовлення, передача телерепортажів,

президентський та урядовий зв’язок, широкопasmова передача даних і доступ до мережі Інтернет, магістральні канали зв’язку, зв’язок на морських судах та інших рухомих об’єктах. Сьогодні ДПКС надає послуги зв’язку і мовлення клієнтам із 52 країн світу [3].

Супутникове угруповання ДПКС представлено 13 супутниками “Експресс” на ГСО, що працюють у L-, C-, Ku- і Ka- діапазонах частот (табл. 1).

Таблиця 1

Супутникове угруповання ДПКС

Назва	Орбітальна позиція	Дата виводу на орбіту	Термін активного існування, років	Кількість променів і транспондерів за діапазонами частот			
				C	Ku	Ka	L
“Експресс-АМ44”	11° зх.д.	11.02.2009	10	1 П 10x40МГц	2 П 16x54 МГц		1
“Експресс-АМ22”	80° сх.д.	29.12.2003	12		1 Ш, 2 П 24x54 МГц		
“Експресс-АМ2”*	80° сх.д.	30.03.2005	12	1 Ш 11x36 МГц + 5x40 МГц	1 Ш 12 x 54 МГц		1
“Експресс-АМ33”	96,5° сх.д.	28.01.2008	10	1 П 10x40 МГц	2 П 16x54 МГц		1
“Експресс-АМ3”	103° сх.д.	24.06.2005	12	1 Ф 16 (36,40,72 МГц)	1 Ф, 1 П 12x54 МГц		1
“Експресс-АМ5”	140° сх.д.	26.12.2013	15	1 Ф, 1 П 30x40 МГц	2 Ф, 1 П 40	10 Ф 10xA + 2xB	2
“Експресс-АМ6”	53° сх.д.	21.10.2014	15	2 Ф 14x40 МГц	2 Ф, 1 П 12x36 МГц + 32x54 МГц	10 Ф 10xA + 2xB	2
“Експресс-АМ8”	14° зх.д.	14.09.2015	15	2 Ф 24	3 Ф 16		2
“Експресс-АМ7”	40° сх.д.	19.03.2015	15	1 Ф, 1 П 30x40 МГц	3 Ф, 1 П 48x36 МГц		2
“Експресс-АМУ1”	36° сх.д.	25.12.2015	15		2 Ф 52	18 Ф 18	
“Експресс-АТ1”	56° сх.д.	16.03.2014	15		1 Ф, 1 ФШ 32 x 33 МГц		
“Експресс-АТ2”	140° сх.д.	16.03.2014	15		1 Ф 16		
“Експресс-А4”	145° сх.д.	10.06.2002	7	4 Ф 12	1 П 5		

Ф – фіксований; Ш – широкий; П – той, що перенацілюється;

* – в аварійному стані; А=110 МГц; В=610 МГц.

Із діючого супутникового угруповання 85% супутників створено ВАТ “Информационные спутниковые системы” имени академика М.Ф. Решетнёва” (“ИСС”) разом з франко-італійською компанією “Thales Alenia Space”, франко-німецькою компанією “Airbus Group”, канадською компанією “MDA Corporation”, російським ФДУП “Научно-исследовательский институт радио” [5].

Наземна інфраструктура ДПКС (рис. 1) включає в себе таке:

технічний центр (ТЦ) “Шаболовка” є центром комутації волоконно-оптичних ліній зв’язку, що з’єднують центри космічного зв’язку (ЦКЗ) ДПКС з міжнародними та міжміськими центрами комутації в м. Москва. Основними завданнями є організація цифрових каналів і трактів, компресія сигналів і мультиплексування цифрових транспортних потоків;

ЦКЗ “Дубна” вирішує завдання з поширення телевізійних каналів через ССЗ, розгортання й

експлуатації супутникових мереж, проведення орбітальних випробувань, моніторингу завантаження, телеметрії і телекерування КА;

ЦКЗ “Железногорськ” – опорний пункт у східній частині супутникового угруповання ДПКС. Забезпечує управління і моніторинг супутників зв’язку, приймальні випробування і моніторинг корисного навантаження супутників та абонентських станцій мереж VSAT, резервування трансляції цифрових телерадіопрограм, організацію каналів супутникового зв’язку;

ЦКЗ “Ведмежі озера” – резервний центр компресії сигналів ДПКС;

ЦКЗ “Сколково” призначений для організації цифрового безпосереднього (прямого) супутникового мовлення. Забезпечує доставку пакетів комерційних телевізійних супутникових платформ через супутники безпосереднього телевізійного мовлення, прийом телерадіопрограм із супутників на ГСО, управління супутниками безпосереднього мовлення ДПКС;

ЦКЗ “Хабаровськ” – телепорт, який організовує супутникові канали зв’язку і телерадіомовлення, мережі зв’язку VSAT з Далекого Сходу РФ.

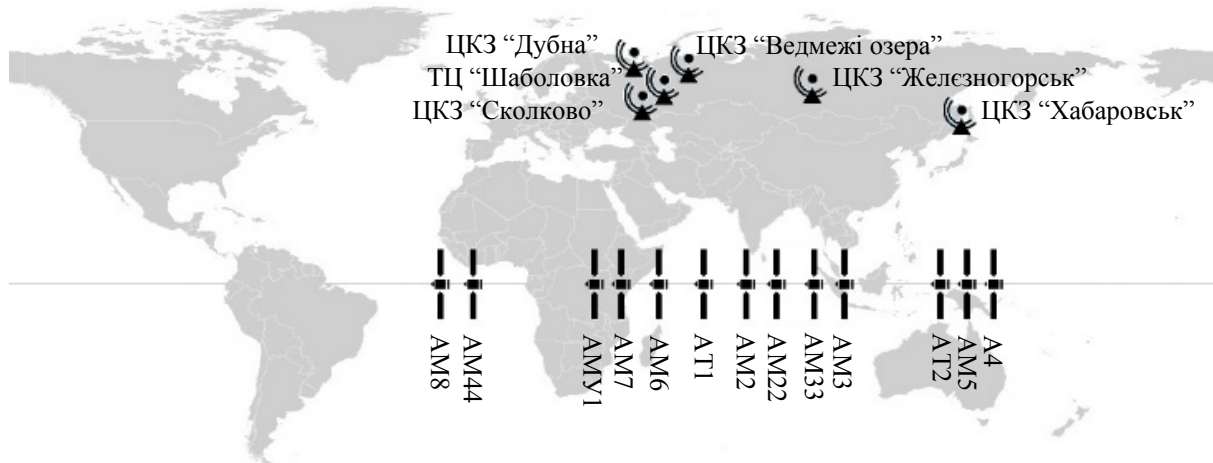


Рис. 1. Інфраструктура ДПКС

ВАТ “Газпром космические системы” – оператор супутникового зв’язку, який сьогодні має чотири власних КА на ГСО та надає послуги телерадіомовлення, телефонного зв’язку, високошвидкісної передачі даних і доступу до

мережі Інтернет, відеоконференцзв’язку, створення відомчих та корпоративних мереж [4]. Характеристики супутників “Газпром КС” представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Супутникове угруповання “Газпром КС”

Назва	Орбітальна позиція	Дата виводу на орбіту	Кількість променів за діапазонами частот		Кількість і смуга транспондерів за діапазонами частот	
			C	Ku	C	Ku
“Ямал-202”	49° сх.д.	24.11.2003	1 Ш		18x72 МГц	
“Ямал-402”	55° сх.д.	8.12.2012		4 Ф + 1 П		12x72 МГц 16x54 МГц 18x36 МГц
“Ямал-401”	90° сх.д.	15.12.2014	1 Ф	2 Ф	17x72 МГц	18x72 МГц 18x36 МГц
“Ямал-300К”	183° сх.д.	3.11.2012	1 Ф	2 Ф + 1 П	11x72 МГц	18x72 МГц

Ф – фіксований; Ш – широкий; П – той, що перенацілюється.

Нині триває робота над створенням супутника “Ямал-601” для виведення на орбітальну позицію 49° сх.д. Запуск супутника планується на 2018 рік. За різними даними на борту СР буде встановлено: не менше 16 транспондерів С- діапазону; не менше 19 транспондерів Ku- діапазону; від 20 (16x450 МГц і 4x1,8 ГГц) до 40 транспондерів Ka- діапазону.

Кількість еквівалентних транспондерів у Ka-діапазоні має скласти 444, що в сім разів більше,

ніж у С- і Ku- діапазонах разом (близько 62 транспондерів).

До наземної інфраструктури “Газпром КС” (рис. 2) входять:

- телекомунікаційний центр (ТЦ) “Щьолково”;
- резервний пункт управління (ПУ) угрупованням КА “Газпром КС” у разі виникнення нештатних ситуацій на ТЦ “Щьолково”;
- пункт управління “Східний”, призначений для передачі на борт супутника “Ямал-300К” командно-програмної інформації, прийому від

нього телеметричної інформації про роботу бортових систем, проведення траєкторних вимірювань;

центр супутникового телебачення (ЦСТб) – основний об’єкт, який забезпечує діяльність компанії, пов’язану з поширенням телевізійних

каналів через ССЗ. Сформовані телевізійні пакети надходять по волоконно-оптичних лініях зв’язку в ТЦ “Щьолково” і потім передаються на супутники “Ямал-202”, “Ямал-401” і “Ямал-402”;

мережа наземних станцій в регіонах Росії.

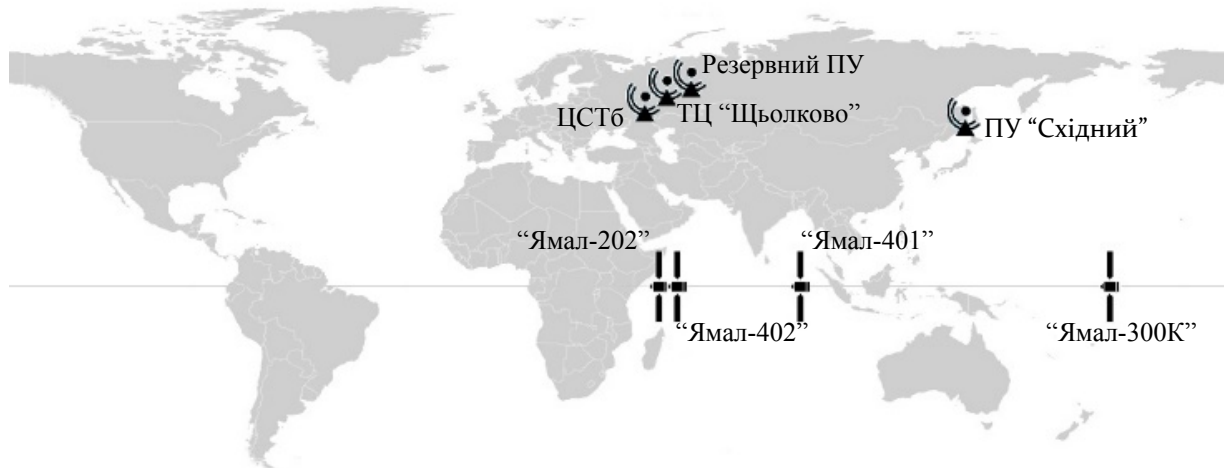


Рис. 2. Інфраструктура “Газпром КС”

Обидва оператори надають послуги фіксованого супутникового зв’язку в С- і Ku-діапазонах частот, забезпечуючи глобальні та регіональні зони покриття. Транспондери L-діапазону мають, в основному, смугу частот 1 МГц і забезпечують персональний зв’язок Президента РФ [7]. Спостерігається тенденція до виводу на ГСО важких СР та збільшення терміну їх експлуатації.

Велика зацікавленість до Ka-діапазону частот у обох операторів зумовлена можливостями збільшення швидкості передачі інформації, зменшення розмірів антен для забезпечення заданого коефіцієнта підсилення, здешевлення вартості складових ССЗ та супутникового зв’язку в цілому [8]. Залежність коефіцієнта підсилення антени в напрямку максимуму випромінювання від частоти сигналу можна представити формулою [9]: $G = 109,67K_B D^2 f^2$, де $K_B = 0,5 - 0,7$ – коефіцієнт використання антени, D – діаметр антени [м], f – частота сигналу [ГГц]. У Ka-діапазоні використовується багатопроміньова технологія з невеликою зоною покриття кожного променя, що дає змогу багатократно використовувати частотний діапазон. Так, один з променів новітнього супутника “Експресс-АМУ1” “покриває” Донецьку й Луганську області.

Розвідку систем фіксованого супутникового зв’язку РФ подвійного призначення необхідно вести в L-, С-, Ku- і Ka-діапазонах частот з можливістю приймання з одного напрямку сигналів різних діапазонів частот. Для розвідки ССЗ, які працюють в Ka-діапазоні частот, необхідно мати мобільні засоби.

Багатофункціональну систему персонального супутникового зв’язку “Гонец-ДІМ” (БСПСЗ “Гонец”) створено на замовлення Державної корпорації з космічної діяльності РОСКОСМОС. Вона функціонує на базі низькоорбітальних КА, малогабаритних абонентських терміналів і розгалуженої мережі регіональних наземних станцій. Оператором системи є ВАТ “Спутниковая система “Гонец” (“СС “Гонец”). Основним призначенням системи є передача даних і надання послуг рухомого супутникового зв’язку абонентам із використанням угруповання КА зв’язку на низьких орбітах [6]. Основні завдання, які вирішує система:

- створення відомчих, корпоративних і адміністративних мереж зв’язку, зокрема для підрозділів Міністерства оборони (МО), Військово-морського флоту (ВМФ), Федеральної служби безпеки (ФСБ), Служби зовнішньої розвідки (СЗР) РФ;

- контроль за станом і місцеположенням мобільних об’єктів;

- екологічний моніторинг і збір геодезичної, гідрологічної, метеорологічної та іншої наукової інформації;

- промисловий моніторинг, контроль за станом електроенергетичної інфраструктури, газо- і нафтопроводів;

- забезпечення зв’язку у віддалених регіонах із нерозвиненою інфраструктурою (Полярні регіони, Сибір, Далекий Схід та ін.);

- забезпечення зв’язку у надзвичайних ситуаціях.

Повне космічне угруповання системи має складатися з 12 супутників “Гонец-М” і 12 супутників “Гонец-М1”. Для забезпечення штатної експлуатації системи слід, щоб орбітальне угруповання налічувало 12 КА “Гонец-М” (рис. 3).



Рис. 3. Орбітальне угруповання 12 космічних апаратів “Гонець-М”

Необхідної кількості супутників було досягнуто в 2015 році [5, 10]. Склад угруповання супутників “Гонець-М” представлено в табл. 3.

При наявності на орбіті 12 КА максимальний час очікування зв'язку на території РФ складає 15 хвилин, а при збільшенні їх кількості до 24 супутників час очікування зменшиться до нуля.

Таблиця 3

Супутникове угруповання “Гонець-М”

Назва	Дата запуску
“Гонець-М” 12	08.09.2010
“Гонець-М” 13, 15	28.07.2012
“Гонець-М” 14, 16, 17	12.09.2013
“Гонець-М” 18, 19, 20	03.07.2014
“Гонець-М” 21, 22, 23	31.03.2015
“Гонець-М” 24, 25, 26	літо 2017
“Гонець-М” 27, 28, 29	IV квартал 2017
“Гонець-М” 30, 31, 32	I квартал 2018

Зараз БСПСЗ “Гонець” використовує частоти в діапазоні 312–315 МГц для передачі в напрямку Земля-Космос зі швидкостями 2,4; 4,8; 9,6 кбіт/с і частоти 387–390 МГц для передачі в напрямку Космос-Земля зі швидкостями 9,6; 38,4; 76,8 кбіт/с. Для обслуговування державних органів використовується діапазон 259–264 МГц. Нині система може одночасно обслуговувати близько 200 тис. пристроїв. Для урядових цілей планується передача в розпорядження оператора системи нових частотних смуг із шириною в 3–5 МГц вище 315 МГц і 390 МГц, зарезервованих сьогодні за головним розвідувальним управлінням (ГРУ) Генерального штабу (ГШ) і Військами повітряно-космічної оборони (ПКО) РФ. Це дасть змогу без зміни абонентського обладнання збільшити ємність мережі в 2–3 рази [11].

До наземної інфраструктури БСПСЗ “Гонець” входять регіональні станції в м. Москва, м. Южно-Сахалінськ, м. Железногорськ та с. Тіксі (рис. 4).



Рис. 4. Наземна інфраструктура БСПСЗ “Гонець”

Система супутникового зв'язку “Родник” працює за принципом, аналогічним до принципу роботи БСПСЗ “Гонець”. В ній використовуються низькоорбітальні військові супутники зв'язку типу “Родник-С” (“Стрела-3М”) [12]. ССЗ “Родник” призначена для забезпечення засекреченим зв'язком розвідувальних, диверсійних груп та агентурних мереж ГРУ ГШ РФ.

Актуальне нині супутникове угруповання представлено в табл. 4.

Таблиця 4

Супутникове угруповання ССЗ “Родник-С”

Назва	Дата запуску
“Стрела-3М” 1 (“Родник-С” 1)	21.12.2005
“Стрела-3М” 2 (“Родник-С” 2)	06.07.2009
“Стрела-3М” 3 (“Родник-С” 3)	08.09.2010
“Стрела-3М” 4 (“Родник-С” 4)	15.01.2013
“Стрела-3М” 5 (“Родник-С” 5)	
“Стрела-3М” 6 (“Родник-С” 6)	
“Стрела-3М” 7 (“Родник-С” 7)	25.12.2013
“Стрела-3М” 8 (“Родник-С” 8)	
“Стрела-3М” 9 (“Родник-С” 9)	

Термін експлуатації КА типу “Родник-С” становить 5 років.

Для розвідки низькоорбітальних ССЗ необхідно мати антенні системи, які забезпечують приймання сигналів в Р-діапазоні частот та оснащені системою супроводження КА.

Система “Циклон-Б” призначена для забезпечення глобальної навігації та закритого зв'язку надводних кораблів і підводних човнів ВМФ РФ у всіх районах Світового океану між собою та з береговими пунктами управління.

Раніше система використовувала супутники типу “Парус” (“Космос”) на навколосезній орбіті виробництва ВАТ “ІСС”. Останній запуск супутника відбувся 27.04.2010 року. Сьогодні всі апарати виведено з експлуатації. Космічні апарати попередньої системи навігації та зв'язку “Циклон” і її цивільного аналога “Цикада” також виведено з експлуатації.

Завдання із забезпечення зв'язку покладено на БСПСЗ “Гонець” та ССЗ “Родник”, супутники яких розміщено на подібних орбітах і які працюють в одному частотному діапазоні. Виконання навігаційної функції покладено на систему ГЛОНАСС.

Багатофункціональну космічну систему ретрансляції (БКСР) “Луч” створено на замовлення Державної корпорації з космічної діяльності РОСКОСМОС [13]. Вона призначена для:

інформаційного обміну з низькоорбітальними КА (автоматичними й пілотованими), що працюють на висотах до 2000 км, а також для підтримки зв’язку й обміну даними з російським сегментом Міжнародної космічної станції;

приймання телеметричної та цільової інформації від низьколітаючих КА на ділянках польоту, що перебувають поза зонами видимості з території РФ, і ретрансляції її в режимі часу, близькому до реального, на російські земні станції;

управління низькоорбітальними КА;
ретрансляції сигналів автоматичних радіобувів міжнародної системи порятунку КОСПАС-SARSAT;

ретрансляції коригувальних сигналів системи диференціальної корекції і моніторингу для споживачів системи ГЛОНАСС;

ретрансляції інформації від метеорологічних супутників Федеральної служби по гідрометеорології і моніторингу навколишнього середовища РФ;

обміну телевізійними новинами і програмами між телецентрами, проведення телемостів, телеконференцій і репортажів з території Росії і інших країн.

Усі СР БКСР “Луч” перших поколінь “Луч” (“Альгаир”) і “Луч-2” (“Гелиос”), які розміщувались на ГСО, виведено з експлуатації. Нині на ГСО міститься три супутники (табл. 5), створені ВАТ “ІСС”. Строк експлуатації супутників 10 років.

Таблиця 5

Супутникове угруповання БКСР “Луч”

Назва	Дата запуску	Орбітальна позиція
“Луч-5А”	11.12.2011	167° сх. д.
“Луч-5Б”	2.11.2012	16° зх. д.
“Луч-5В”	28.04.2014	95° сх. д.

Зони видимості трьох КА системи “Луч” забезпечують покриття майже всієї території Землі (рис. 5).

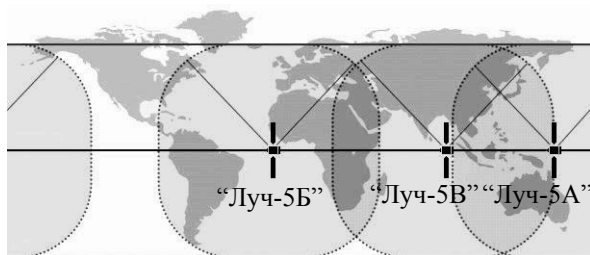


Рис. 5. Зони покриття супутників БКСР “Луч”

Оператором системи є ВАТ “СС “Тонець”. Штатна експлуатація системи почалась у грудні 2015 року [6].

Корисне навантаження всіх трьох супутників ідентичне. Воно складається з шести транспондерів S- і Ku- діапазонів з пропускною здатністю каналів S- діапазону – до 5 Мбіт/с, Ku-діапазону – 150 Мбіт/с, а також транспондерів Р- і L- діапазонів.

Наземна інфраструктура системи “Луч” (рис. 6) складається з апаратно-програмного комплексу оператора (м. Москва), центру управління ретрансляцією і зв’язком (м. Корольов), пунктів прийому-передачі інформації (м. Железнодорожськ, м. Ціолковський), магістральної земної станції супутникового зв’язку оператора (м. Хабаровськ) і мобільних наземних станцій супутникового зв’язку [6].



Рис. 6. Наземна інфраструктура БКСР “Луч”

Система ретрансляції даних з низькоорбітальних розвідувальних супутників різних типів (СРД) “Гарпун” призначена для оперативної ретрансляції великих потоків розвідувальних даних високої роздільної здатності з низькоорбітальних розвідувальних супутників радіотехнічної та видової розвідки на центральні земні станції системи в масштабі часу, близькому до реального [14].

Супутники-ретранслятори “Гарпун” (“Космос”) замінюють аналогічні за призначенням космічні апарати “Поток” (“Гейзер”), які вже виведено з експлуатації.

Для покриття майже всієї поверхні Землі необхідно три супутники на ГСО. Нині на орбіті знаходиться два КА “Гарпун”, запущених у 2011 та 2015 роках (табл. 6). Третя зарезервована позиція на ГСО за час експлуатації системи не задіювалась.

Таблиця 6

Супутникове угруповання СРД “Гарпун”

Назва	Дата запуску	Орбітальна позиція
“Гарпун 1”	21.09.2011	80° сх. д.
“Гарпун 2”	13.12.2015	13,5° зх. д.
Позиція не задіювалась		168° сх. д.

Супутникові ретранслятори “Гарпун” працюють у С- і Ku- діапазонах частот. Розвідка супутникових систем ретрансляції даних у вказаних діапазонах дозволяє отримувати дані радіотехнічної і фоторозвідки, які передаються з низькоорбітальних супутників на земні станції через СР.

Інтегрована супутникова система зв'язку (ІССЗ) – ССЗ РФ третього покоління, яка є складовою Об'єднаної автоматизованої цифрової системи зв'язку ЗС РФ. Вона розвивається для забезпечення повної доступності всіх стаціонарних і мобільних користувачів неземного сегмента супутникової мережі. Система призначена для [15]:

підтримки в бойовій готовності діючих військових ССЗ і їх поступового об'єднання в результаті інтеграції ресурсів цих систем на КА нового покоління “Меридиан” та “Радуга” різних модифікацій;

розроблення перспективних космічних комплексів і земних засобів супутникового зв'язку, покращення їх оперативно-технічних і експлуатаційних характеристик;

забезпечення міжвидової уніфікації і мінімальної номенклатури засобів супутникового зв'язку;

приведення технічних характеристик системи до рівня передових світових аналогів.

ІССЗ забезпечує:

глобальну зону обслуговування з можливістю концентрації пропускної спроможності на території РФ із перерозподілом її на дві–три регіональні ділянки;

комплексне використання Р-, С-, Х- і Ка-діапазонів;

широкий спектр швидкостей від 50 біт/с до 8 (34) Мбіт/с;

використання методів пакетної комутації;

збільшення строку активної експлуатації КА до 15-ти років.

Основу системи сьогодні складають супутники на ГСО типу “Радуга” та супутники типу “Меридиан” на високоеліптичних орбітах (ВЕО), представлені в табл. 7.

Таблиця 7

Супутникове угруповання ІССЗ

Назва	Орбітальна позиція	Рік запуску
“Радуга-1М1”	70° сх.д. на ГСО	2007
“Радуга-1М2”	85° сх.д. на ГСО	2010
“Меридиан-3”	ВЕО	2010
“Меридиан-4”	ВЕО	2011
“Меридиан-6”	ВЕО	2012
“Меридиан-7”	ВЕО	2014

Супутники попередніх серій, які розмішувались на високоеліптичних орбітах: “Молнія-1”, “Молнія-1Т”, “Молнія-2”, “Молнія-3”, “Молнія-3К” виведено з експлуатації. Є відомості про продовження використання одного СР серії “Молнія-3”, запущеного в 2003 році, і одного СР серії “Молнія-3К”, запущеного в 2001 році.

Усі геостационарні супутники зв'язку “Радуга” (“Грань”) та “Радуга-1” (“Глобус”), які є попередніми серіями супутників “Радуга-1М”, виведено з експлуатації. Експлуатується лише два СР “Радуга-1М” (“Глобус-1М”).

“Меридиан” – серія російських супутників подвійного призначення, розроблених ВАТ “ІСС” на замовлення МО РФ.

Угруповання “Меридиан” призначене для заміни трьох різних військових систем зв'язку: “Молнія-3”, “Молнія-1Т”, “Парус”. Супутники забезпечують зв'язок морських судів і літаків льодової розвідки в районі Північного морського шляху з береговими наземними станціями, розширюють мережу супутникового зв'язку північних районів Сибіру й Далекого Сходу [16] в інтересах розвитку економіки РФ.

Для забезпечення цілодобового покриття використано по два КА на двох ВЕО з періодом обертання 12 годин і різницею між супутниками на одній орбіті шість годин.

На борту супутників “Меридиан” встановлено три ретранслятори, що працюють у різних частотних діапазонах. Один із них виготовлено в Іжевську. Другий – з повною обробкою і комутацією сигналів на борту для ССЗ “Корунд-М” – розроблено в науково-виробничому центрі “Спурт” (м. Зеленоград).

До складу ІССЗ входять:

система малоканалного супутникового зв'язку “Корунд-М”, призначена для забезпечення цілодобового надійного засекреченого зв'язку між ГШ РФ, командуванням та підлеглими підрозділами ракетних військ стратегічного призначення (РВСП), а також для гарантованого доведення наказів і розпоряджень;

система зв'язку “Контакт-СМ”, призначена для забезпечення засекреченим глобальним цілодобовим мобільним супутниковим зв'язком перших осіб керівництва РФ;

система зв'язку ВМФ РФ, призначена для забезпечення підрозділів ВМФ РФ стабільним якісним та високошвидкісним зв'язком і для передавання великих обсягів інформації, зокрема телефонної й відео.

Перспективна військова супутникова система зв'язку РФ “Благовест” призначена для високошвидкісної передачі даних і телерадіопрограм, забезпечення телефонним та відеоконференцзв'язком, доступу в глобальну комп'ютерну мережу. Система матиме велику пропускну спроможність у Ка-діапазоні частот для передачі сигналів і Q-діапазоні для їх прийому. Система буде складатися з чотирьох супутників із строком життя 15 років, розташованих на ГСО. Розробляє КА ВАТ “ІСС” Запуск першого супутника заплановано на 2017 рік [17].

Розвідку ССЗ військового призначення необхідно вести в Р-, С-, Х- і Ка-діапазонах частот через СР ІССЗ, маючи в розпорядженні антенні системи з функцією автоматичного супроводження КА.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Проведений аналіз сучасного стану та перспектив розвитку ССЗ РФ є надзвичайно важливим для органів РЕР при визначенні напрямів розвитку засобів розвідки та в ході отримання ними інформації щодо стану, складу, характеру діяльності та намірів дій ЗС і вищого політичного керівництва РФ та організації ефективної боротьби з російськими окупаційними військами на Сході України. Результати проведеного аналізу свідчать про те, що основними напрямками розвитку ССЗ РФ є такі:

збільшення сумарної супутникової ємності та, відповідно, швидкості передачі даних у результаті

Література

1. Крылов А. Сравнительный анализ космической деятельности России, Китая и Индии [Электронный ресурс] / А. Крылов – Режим доступа: http://mosspaceclub.ru/3part/akd_rki.pdf. 2. Крылов А. Анализ космической деятельности Российской Федерации в период с 2001 по 2013 годы [Электронный ресурс] / А. Крылов – Режим доступа: http://mosspaceclub.ru/3part/krilov_1.pdf. 3. ФГУП “Космическая связь” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rscs.ru/>. 4. ОАО “Газпром космические системы” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gazprom-spacesystems.ru/ru/>. 5. АО “Информационные спутниковые системы” имени академика М. Ф. Решетнёва” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://iss-reshetnev.ru/>. 6. АО “Спутниковая система “Гонец” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gonets.ru/rus/>. 7. Колюбакин В. Спутниковые диапазоны и сети ШПД / Всеволод Колюбакин // Теле-Спутник. – 2011. – № 3. – С. 30–32. 8. Султанов А. С. Оценка перспектив применения К/Ка диапазона в отечественных системах спутниковой связи / А. С. Султанов, В. И. Корниенко, И. Н. Пантелеймонов // Новый университет. – 2014. – № 1 (23). – С. 10–19. 9. Камнев В. Спутниковые сети связи / В. Камнев, В. Черкасов, Г. Чечин // М.: Альпина Паблишер, 2005. – 536 с. 10. Баканов Д. Штатная эксплуатация

выведения на ГСО новых важных СР та інтенсивного освоєння Ка- діапазону частот;

початок штатної експлуатації та подальше нарощування низькоорбітального супутникового угруповання для забезпечення персонального супутникового зв'язку цивільного, військового і подвійного призначення, розширення його діапазону роботи та збільшення ємності мережі;

початок експлуатації цивільної та оновлення військової систем ретрансляції даних з низькоорбітальних розвідувальних супутників;

відмова від ССЗ видів та родів військ з власними супутниковими угрупованнями на користь ІССЗ та активне використання ССЗ подвійного призначення.

орбитальной группировки системы начнется в 2015 году [Электронный ресурс] / Д. Баканов – Режим доступа: <http://old.militarynews.ru/excl.asp?ex=154>. 11. “Гонец” и Минобороны могут обменяться частотами [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/573107>. 12. Военные спутники связи “Стрела-3М” (“Родник-С”) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/640-rodnik-strela-3m>. 13. Спутник ретранслятор Луч-5В [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/878-luch-5v>. 14. Спутник Гарпун (14F136) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/1414-garpun-14f136>. 15. Степанов А. А., Развитие военной системы спутниковой связи / А. А. Степанов, В. М. Голуб // Связь в Вооруженных силах Российской Федерации. – 2010. С. 198–199. 16. Спутник связи “Меридиан” вышел на связь и функционирует нормально [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ria.ru/science/20141030/1030871080.html>. 17. Благовест/ Blagovest 1, 2, 3, 4 (14F149) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/1583-blagovest-blagovest-1-2-3-4-14f149>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Алексей Николаевич Романов (канд. техн. наук)

Научно-исследовательский институт Министерства Обороны Украины, Киев, Украина

Статья освещает современное состояние и основные тенденции развития спутниковых систем связи гражданского, двойного и специального назначения РФ. Проведен анализ систем фиксированной и персональной спутниковой связи, спутниковых систем ретрансляции, производителей аппаратуры и операторов каждой системы. Основное внимание сосредоточено на возможностях и задачах систем, предоставляемых услугах. В каждой системе рассмотрена орбитальная группировка и наземный сегмент: количество спутников, их положение на орбитах, типы орбит, количество и диапазоны работы транспондеров, зоны покрытия, места расположения и назначения наземных станций.

Фиксированная спутниковая связь предоставляется ФГУП “Космическая связь” и ОАО “Газпром космические системы” через 17 геостационарных спутников. Персональная спутниковая связь обеспечивается 22 спутниками на низких орбитах систем “Гонец-ДИМ” двойного и “Родник” военного назначения. Системы ретрансляции “Луч” двойного и “Гарпун” военного назначения обеспечивают информационный обмен низкоорбитальных спутников и наземных станций. В военных целях используется Интегрированная спутниковая система связи, предоставляющая услуги через спутники на геостационарной и высокоэллиптических орбитах. Приведенная информация может быть применена разведывательными органами Украины при построении средств разведки и при ее ведении.

Ключевые слова: спутник; система связи; орбита; диапазон частот; транспондер; наземная станция.

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF RUSSIAN FEDERATION SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Oleksii M. Romanov (Candidate of Technical Sciences)

Research Institute of the Ministry of Defense of Ukraine, Kiev, Ukraine

This article covers the current state and main trends in the development of satellite communication systems of civil, double and special purposes of the Russian Federation. The fixed and personal satellite communications systems, satellite relay systems, equipment manufacturers and operators of each system are analyzed. The article focuses on the opportunities and tasks of systems and services they provided. In each system considered the constellation and ground segment: the number of satellites, their position on orbits, orbit types, the number and range of transponders, coverage, location and functions of the stations.

Fixed satellite communications provided by Federal State Unitary Enterprise “Russian Satellite Communications” and public company “Gazprom Space Systems” through 17 satellites in geostationary orbit. Personal satellite communications provided by 22 spacecraft in low orbits of systems “Gonets-D1M” for double use and “Rodnik” for military use. Retransmission systems “Luch” for double use and “Harpoon” for military use provide information exchange between low-orbit spacecrafts and ground stations. The Integrated satellite communications system is used in military applications. It provides services through satellites in geostationary and highly elliptical orbits. Such information can be used by intelligence agencies of Ukraine during the construction of reconnaissance devices and under its conducting.

Keywords: satellite; communication system; orbit; frequency range; transponder; earth station.

References

- 1. Krylov A.**, Comparative analysis of space activities in Russia, China and India. [Srovnitelnyy analiz kosmicheskoy deyatel'nosti Rossii, Kitaya i Indii], available at: http://mosspaceclub.ru/3part/akd_rki.pdf.
- 2. Krylov A.** Analysis of space activities of the Russian Federation in the period from 2001 to 2013. [Analiz kosmicheskoy deyatel'nosti Rossiyskoy Federatsii v period s 2001 po 2013 godyi], available at: mosspaceclub.ru/3part/kriolov_1.pdf.
- 3. FSUE “Russian Satellite Communications”.** [FGUP “Kosmicheskaya svyaz”], available at: <http://www.rscs.ru/>.
- 4. PC “Gazprom Space Systems”.** [OAO “Gazprom kosmicheskoye sistemy”], available at: <http://www.gazprom-spacesystems.ru/ru/>.
- 5. JSC “Information Satellite Systems”** by academician M. F. Reshetnev”. [AO “Informatsionnyye sputnikovyye sistemy” imeni akademika M. F. Reshetnyova], available at: <https://www.iss-reshetnev.ru/>.
- 6. JSC “Satellite system “Gonets”.** [AO “Sputnikovaya sistema “Gonets”], available at: <http://www.gonets.ru/rus/>.
- 7. Kolyubakin V.** (2011), Satellite ranges and WBA networks. [Sputnikovyye diapazoni i seti ShPD], Tele-Sputnik, No. 3. pp. 30–32.
- 8. Sultanov A. S., Kornienko V. I., Panteleimonov I. N.** (2014), Assessment of the prospects of application K/Ka band in domestic satellite communication systems. [Otsenka perspektiv primeneniya K/Ka diapazona v otechestvennykh sistemakh sputnikovoy svyazi], New University. No. 1 (23). pp. 10–19.
- 9. Kamnev V., Cherkasov V., Chechin G.** (2005), Satellite communications networks. [Sputnikovyye seti svyazi], M., Alpina Publisher, 536 p.
- 10. Bakanov D.** Normal operation of the orbital grouping system will start in 2015. [Shtatnaya ekspluatatsiya orbitalnoy gruppировki sistemy nachnetsya v 2015 godu], available at: <http://old.militarynews.ru/excl.asp?ex=154>.
- 11. “Gonets” and the Ministry of Defense** can share frequencies. [“Gonets” i Minoboronyi mogut obmenyatsya chastotami], available at: <http://izvestia.ru/news/573107>.
- 12. The military communications satellite “Strela-3M”** [Voennyye sputniki svyazi “Strela-3M”], available at: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskoye-apparaty/27-rossiya/640-rodnik-strela-3m>.
- 13. The satellite transponder Luch-5B.** [Sputnik retranslyator Luch-5V], available at: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskoye-apparaty/27-rossiya/878-luch-5v>.
- 14. Satellite Harpoon.** [Sputnik Garpun], available at: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskoye-apparaty/27-rossiya/1414-garpun-14f136>.
- 15. Stepanov A. A., Golub V. M.** (2010), Development of military satellite communications systems. [Razvitie voennoy sistemy sputnikovoy svyazi], Communication in the Russian Federation Armed Forces. pp. 198–199.
- 16. Communication satellite “Meridian”** went on the air and functioning normally. [Sputnik svyazi “Meridian” vyshel na svyaz i funktsioniruet normalno], available at: <https://ria.ru/science/20141030/1030871080.html>.
- 17. Blagovest/Blagovest 1, 2, 3, 4.** (14F149) [Blagovest/Blagovest 1, 2, 3, 4 (14F149)], available at: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskoye-apparaty/27-rossiya/1583-blagovest-blagovest-1-2-3-4-14f149>