

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО
УКРАЇНИ**



**ПОЛІСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
УПРАВЛІННЯ ТА
ВИПРОБУВАНЬ
КОСМІЧНИХ ЗАСОБІВ**



**ЦЕНТР
КОСМІЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЦЕНТР
КОСМІЧНИХ
СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

**ВИПОРХАНЮК Д. М.
КОВБАСЮК С. В.
МАМРАЙ С. А.**

ОСНОВИ КОСМІЧНОЇ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ (SPACE SITUATIONAL AWARENESS, SSA)

**Орбітальні угруповання
діючих космічних апаратів
космічних систем Російської Федерації
станом на 01.01.2021 року**

**Інформаційно-аналітичний бюлетень
№ 2/1-2021**

Житомир 2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО
УКРАЇНИ**



**ПОЛІСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
УПРАВЛІННЯ ТА
ВИПРОБУВАНЬ
КОСМІЧНИХ ЗАСОБІВ**



**ЦЕНТР
КОСМІЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЦЕНТР
КОСМІЧНИХ
СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

**ВИПОРХАНІЮК Д. М.
КОВБАСЮК С. В.
МАМРАЙ С. А.**

ОСНОВИ КОСМІЧНОЇ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ (SPACE SITUATIONAL AWARENESS, SSA)

**Орбітальні угруповання
діючих космічних апаратів
космічних систем Російської Федерації
станом на 01.01.2021 року**

**Інформаційно-аналітичний бюлетень
№ 2/1-2021**

Житомир 2021

Випорханюк Д. М., Ковбасюк С. В., Мамрай С. А. Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Орбітальні угруповання діючих космічних апаратів космічних систем Російської Федерації станом на 01.01.2021 року. Інформаційно-аналітичний бюлетень № 2/1-2021. Житомир: Поліський національний університет, 2021. – 88 с. Рис. 40. Табл. 34.

Інформаційно-аналітичний бюлетень “Орбітальні угруповання діючих космічних апаратів космічних систем Російської Федерації станом на 01.01.2021 року” розроблений за матеріалами відкритих джерел фахівцями Центру космічних технологій Поліського національного університету і Центру космічних спостережень Національного центру управління та випробувань космічних засобів.

Додаток до інформаційно-аналітичного бюлетеня № 2/1д-2021 “Склад і чисельність орбітальних угруповань, орбітальні параметри діючих космічних апаратів Російської Федерації станом на 01.01.2021 року” публікується окремим альбомом.

Інформаційно-аналітичний бюлетень має на меті розповсюдження конкретних системних знань у сфері космічної ситуаційної обізнаності і призначений для посадових осіб і фахівців органів державного та військового управління, військового командування, інших складових сектору безпеки та оборони України, установ та організацій Державного космічного агентства України, наукових, науково-педагогічних та інших працівників.

Інформаційно-аналітичний бюлетень розробили: Випорханюк Д. М., Ковбасюк С. В., доктор технічних наук, старший науковий співробітник, **Мамрай С. А.**

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ	4
ПЕРЕДМОВА	5
1. ЗАГАЛЬНА НАВКОЛОЗЕМНА КОСМІЧНА ОБСТАНОВКА	9
1.1. Російська складова частина навколоземної космічної обстановки	9
1.2. Російська складова частина космічних запусків у 2020 році	18
2. ОРБІТАЛЬНІ УГРУПОВАННЯ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ	25
2.1. Загальна чисельність орбітальних угруповань діючих космічних апаратів Російської Федерації	25
2.2. Орбітальні угруповання космічних апаратів розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації	31
2.2.1. Орбітальні угруповання космічних апаратів видової космічної розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації	32
2.2.1.1. Склад, орбітальна побудова та можливості орбітальних угруповань космічних апаратів видової космічної розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації	32
2.2.1.2. Космічні апарати видової космічної розвідки Російської Федерації	41
2.2.1.3. Космічні апарати дистанційного зондування Землі Російської Федерації	46
2.2.1.4. Космічна розвідка з російського сегменту МКС	57
2.2.2. Орбітальні угруповання космічних апаратів радіоелектронної розвідки Російської Федерації	59
2.3. Орбітальне угруповання космічних апаратів топогеодезичного забезпечення Російської Федерації	64
2.4. Орбітальне угруповання космічних апаратів єдиної космічної системи виявлення та бойового управління Російської Федерації	66
2.5. Орбітальне угруповання космічних апаратів глобальної навігаційної супутникової системи Російської Федерації	69
2.6. Орбітальні угруповання космічних апаратів систем супутникового зв'язку Російської Федерації	70
2.7. Орбітальні угруповання космічних апаратів гідрометеорологічного та океанографічного забезпечення Російської Федерації	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88

УМОВНІ ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АМС	— автоматична міжпланетна станція
ВЕО	— високо-еліптична орбіта
ГСО	— геостаціонарна орбіта
ДЗЗ	— дистанційне зондування Землі
ЄКС ВБУ	— єдина космічна система виявлення (<i>старту балістичних ракет і ядерних вибухів</i>) та бойового управління
КсСО	— космічна ситуаційна обізнаність
КСм	— космічне сміття
КА	— космічний апарат
КК	— космічний комплекс
КО	— космічний об'єкт
КС	— космічна система
НЗКП	— навколоземний космічний простір
ННО	— низька навколоземна орбіта
СПРН	— система попередження про ракетний напад
ОЕСп	— оптико-електронне спостереження
ОЕР	— оптико-електронна розвідка
ОУ	— орбітальне угруповання
РЕР	— радіоелектронна розвідка
РЛР	— радіолокаційна розвідка
РЛСп	— радіолокаційне спостереження
РКП	— ракета космічного призначення
РН	— ракета-носій
РБ	— розгінний блок

ПЕРЕДМОВА

Космічна ера – це технологічний прорив у розвитку цивілізації, новий етап якісних змін і масштабів діяльності людини. Космос став найбільшим ресурсом розвитку людства, а його освоєння – умова стійкого розвитку та, власне, виживання людини як виду. В сучасному світі космонавтика набула нової якості, а космічна політика стала пріоритетом державної політики не лише розвинених космічних держав. Практична космонавтика перестала бути монополією космічних країн-гігантів Сполучених Штатів Америки (США) та Російської Федерації (РФ). Нині швидко розширюється коло країн, які мають космічні програми і відповідні технології. Найбільше вражає космічний ривок Китайської Народної Республіки (КНР), що стрімко наближається до космічних держав-гігантів, а за низкою показників, зокрема, з кількості космічних запусків, випереджає лідерів.

Космічна індустрія як галузь світової економіки розвивається найбільш динамічно. За експертною оцінкою цей сектор стає одним із визначальних у світовій економіці. Нині проходить якісний перелом у фінансуванні космонавтики – інвестиції приватного капіталу перевищують всі державні бюджетні вкладення включно з військовим космосом, а окремі галузі практичної космонавтики, насамперед – телекомунікаційна, взагалі не потребують бюджетних коштів. Істотне зростання космічних програм пов'язується з потужними приватними інвестиціями, розвитком космічного туризму, а перші зразки приватних ракет-носіїв свідчать про втрату державних монополій на здійснення космічних запусків і початок приватної комерціалізації в космосі.

Космічна діяльність трансформувала зміст геополітики, змінивши пріоритетність чинників, що визначають безпеку і впливовість держави. Проблеми безпеки у сучасних умовах можуть вирішуватися тільки в контексті розвитку космічних технологічних систем. Використання космічних систем привело до того, що географічне розташування країни перестало бути домінантою міжнародних відносин. А власне геополітика охоплює і космічну політику. Остання істотно визначається космічними спроможностями – здатністю використання цивільних, розвідувальних, комерційних космічних систем і інфраструктури для підтримки

стратегії національної безпеки, досягнення національних цілей. Ключова роль сучасних космічних систем визначається їхніми унікальними можливостями: глобальністю дії космічних систем, високою інформативністю, просторовою розрізненістю, всепогодністю, можливістю доведення інформації та передачі команд управління до кожного учасника подій.

Україна – космічна держава, яка володіє практично повним циклом розроблення, випробувань, запуску та експлуатації космічних засобів, а також технологіями отримання та оброблення інформації. Проблема полягає у невідповідності нинішнього стану космічної діяльності України сучасним загрозам і завданням забезпечення національної безпеки та оборони держави.

Сучасні загрози у сферах національної безпеки та оборони України вимагають прискореного розвитку космічних інформаційних технологій у державі та визначають нагальну потребу удосконалення організації застосування (використання) космічної техніки та технологій в органах державного і військового управління, насамперед – у структурах сектору безпеки та оборони України. Зокрема, створення необхідних організаційних структур, розгортання сучасних програмно-технічних засобів оброблення та використання космічної інформації, організації високошвидкісних ліній зв'язку та передачі даних, підготовки фахівців за напрямками застосування (використання) космічних засобів тощо.

Формування системних підходів до організації космічної діяльності у сферах національної безпеки та оборони України мають базуватися на всебічних і повних знаннях самої сфери космічної діяльності, урахування вітчизняного та іноземного досвідів її здійснення. **Основою таких знань є космічна ситуаційна обізнаність.**

Космічна ситуаційна обізнаність (КсСО) (*en: space situational awareness, SSA*) – це необхідні для конкретного часу поточні і прогнозовані знання про космічну обстановку та її вплив на функціонування й розвиток космічного та інших секторів економіки держави, забезпечення її національних інтересів і національної безпеки.

Космічна ситуаційна обізнаність передбачає необхідний рівень фундаментальних (базових) знань про космічний простір, характеристики космічних об'єктів (КО) різного походження, і параметри їх орбітального руху, попередні,

поточні та прогнозовані знання про космічні системи (КС), їх оперативну готовність і можливості, обмеження і умови навколишнього середовища, а також відомості про події, виклики та загрози, попередні, поточні та заплановані види діяльності, що прямо або опосередковано пов'язані з космосом.

Основні чинники та умови, які визначають космічну ситуаційну обізнаність (рівень знання космічної обстановки):

загальна кількість КО у навколоземному космічному просторі (НЗКП), їх стан і розподіл за типами орбіт і специфічними областями НЗКП;

склад, стан, можливості орбітальної космічної інфраструктури, кількість, належність, цільове призначення, можливості діючих космічних апаратів (КА);

склад, стан, можливості наземної космічної інфраструктури та ракетно-космічних галузей держав;

склад, стан, можливості космічних сил і засобів протиборчих сторін, їх союзників і нейтральних країн;

рівень використання (застосування) орбітально-частотного ресурсу, космічних систем і засобів у космічному та інших секторах економіки світових держав, зокрема, наземними (повітряними, морськими) угрупованнями військ (сил) протиборчих сторін, їх союзників і нейтральних країн під час підготовки та проведення операцій (бойових дій);

стан нормативного регулювання, погляди і плани військово-політичного керівництва світових держав на функціонування і розвиток космічних секторів економіки їх країн, забезпечення їх національних інтересів і національної безпеки з використанням космосу, зокрема, стосовно військово-космічної діяльності, використання НЗКП, застосування космічних сил і засобів, перспективи їх розвитку;

фізичні умови космічного середовища, геофізичні та метеорологічні умови на земній поверхні, їх вплив на діяльність космічних засобів;

стан засміченості НЗКП, розподіл космічного сміття за типами орбіт і специфічними областями НЗКП, його вплив на діяльність космічних засобів.

Основою космічної ситуаційної обізнаності є спостереження навколоземного космічного простору, виявлення, супроводження та ідентифікація космічних

об'єктів, аналіз і оцінка їх можливостей, визначення сприятливого або загрозливого характеру впливу на вітчизняну космічну та інші види діяльності.

У цьому бюлетені приведені дані щодо:

стану загальної навколоземної космічної обстановки та її російської складової частини, кількості каталогізованих КО і їх розподілу за типом;

поточного стану космічної діяльності країн світу, зокрема, чисельності їх КО, кількості космічних запусків і КА, що виведені на навколоземні орбіти у 2020 році;

складу та стану орбітальної космічної інфраструктури РФ.

Дані цього бюлетеня дозволяють скласти загальне системне уявлення про навколоземну космічну обстановку, чисельний і якісний склад КА, що виведені на орбіти в 2020 році, склад орбітальних угруповань (ОУ) діючих КА космічних систем РФ, оцінити їх загальні функціональні можливості за основними просторовими і часовими характеристиками, визначити пріоритетні КО для спостереження вітчизняними засобами моніторингу космічного простору.

Подані у цьому бюлетені унікальні для кожного КА міжнародний номер і номер NORAD дозволяють ідентифікувати діючі КА РФ у всіх доступних відкритих ресурсах і моделювати їх орбітальний політ, досліджувати функціональні можливості КА з використанням координатної інформації за трирядковими елементами 3LE (3 Line Element), які розповсюджуються за програмою космічних сил США з обміну даними космічної ситуаційної обізнаності (SSA Sharing Program) через веб-сайт Space-Track.org (www.space-track.org), формувати вітчизняний головний та часткові каталоги космічних об'єктів.

1. ЗАГАЛЬНА НАВКОЛОЗЕМНА КОСМІЧНА ОБСТАНОВКА

1.1. Російська складова частина навколоземної космічної обстановки

Станом на **01.01.2021 року** на навколоземних і міжпланетних орбітах здійснювали політ **22 044** КО техногенного походження, що виявлені та супроводжуються [1]. З них:

Діючі¹ КА – **3 500 (15,88%)**;

неідентифіковані КО – **142 (0,64%)**;

КО-космічне сміття – **18 402 (83,48%)**, а саме:

недіючі КА – **2 944 (13,35 %)**,

ступені ракет-носіїв (РН) і розгінні блоки (РБ) – **2 252 (10,22%)**;

фрагменти КА, РН, РБ – **13 206 (59,91%)**.

Кількість діючих КА (активних, резервних, на льотних випробуваннях, частково діючих) складає лише **15,88%** всіх каталогізованих космічних об'єктів. Решта КО – це космічне сміття (КСм), частка якого складає **83,48% (18 402 КО)**.

Кількість КО, їх розподіл за типом і чисельність орбітальних угруповань діючих КА окремих країн наведено в таблиці 1.1 та показано на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1. Розподіл КО за типом і чисельність орбітальних угруповань діючих КА окремих країн станом на 01.01.2021 року

Країна	Космічні об'єкти, з них					
	Всього КО		Діючі КА		Космічне сміття	
	кількість	частка	кількість	частка	кількість	частка
Всього КО (КА)	22 044	100%	3500	15,88%	18402	83,48%
РФ	7252	32,90%	165	0,75%	7082	32,13%
США	7793	35,35%	2000	9,07%	5779	26,22%
КНР	4289	19,46%	422	1,91%	3830	17,37%
Решта	2710	12,29%	913	4,14%	1711	7,76%

¹Визначення діючих КА є складним багатofакторним і багатокритеріальним завданням. У даному випадку їх кількість носить оціночний характер, визначена авторами цього огляду і може відрізнятися від офіційних вітчизняних та іноземних даних.

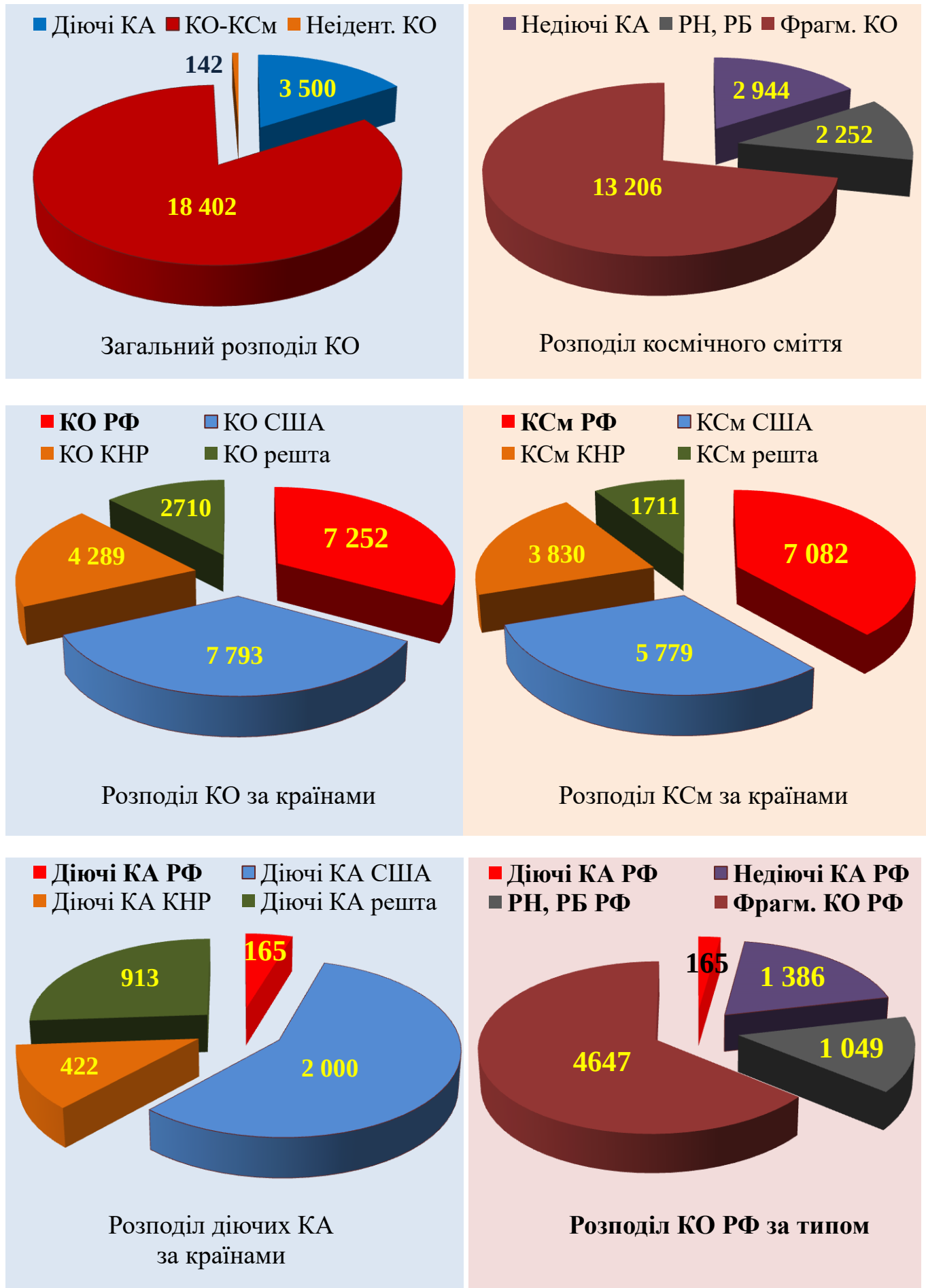


Рис. 1.1. Розподіл космічних об'єктів за типом і країнами-власниками

У цілому російська частка формування загальної навколоземної космічної обстановки значна – кількість КО РФ станом на 01.01.2021 року складає **32,90% (7252 КО)** всіх каталогізованих космічних об'єктів (**22 044 КО**). Але абсолютна більшість з них – **32,13% (7082 КО)** – це космічне сміття, з якого **6,29% (1 386 КО)** недіючих КА, **4,76% (1 049 КО)** РН і РБ, **21,08% (4 647 КО)** фрагментів КА, РН, РБ.

Кількість російських діючих КА складає лише **0,75% (165 КА)** всіх каталогізованих КО. Це в **12,12 рази менше** чисельності орбітальних угруповань діючих КА США (**2000 КА**) та в **2,55 рази менше** чисельності орбітальних угруповань діючих КА КНР (**422 КА**).

На початок 2021 року за РФ залишається лише “першість” у формуванні засміченості навколоземного космічного простору – **32,13% (7082 КО)** всіх каталогізованих КО. Частка космічного сміття США складає **26,22% (5779 КО)**, КНР – **17,37% (3830 КО)**, решти країн – **7,76% (1711 КО)**.

Динаміка розвитку загальної навколоземної космічної обстановки та зміни кількості космічних об'єктів у 2014 – 2020 роках наведено в таблиці 1.2 та показано на рисунку 1.2.

Таблиця 1.2. Кількість космічних об'єктів у 2014 – 2020 роках

Станом на:	Космічні об'єкти, кількість						
	Всього	КА діючі	Космічне сміття				Неід.
			Всього	КА недіючі	РН, РБ	Фрагм. КО	
01.01.2014	16 933	1 248	15 685	2 588	1 928	11 169	
01.01.2015	17 119	1 321	15 798	2 661	1 894	11 243	
01.01.2016	17 472	1 442	16 030	2 689	1 931	11 410	
01.11.2016	17 825	1 496	16 329	2 736	1 954	11 639	
01.01.2018	18 861	1 930	16 905	2 753	2 127	12 025	26
01.01.2019	19 433	2 105	17 144	2 767	2 191	12 186	184
01.01.2020	20 076	2 391	17 562	2 911	2 226	12 425	123
01.01.2021	22 044	3 500	18 402	2 944	2 252	13 206	142

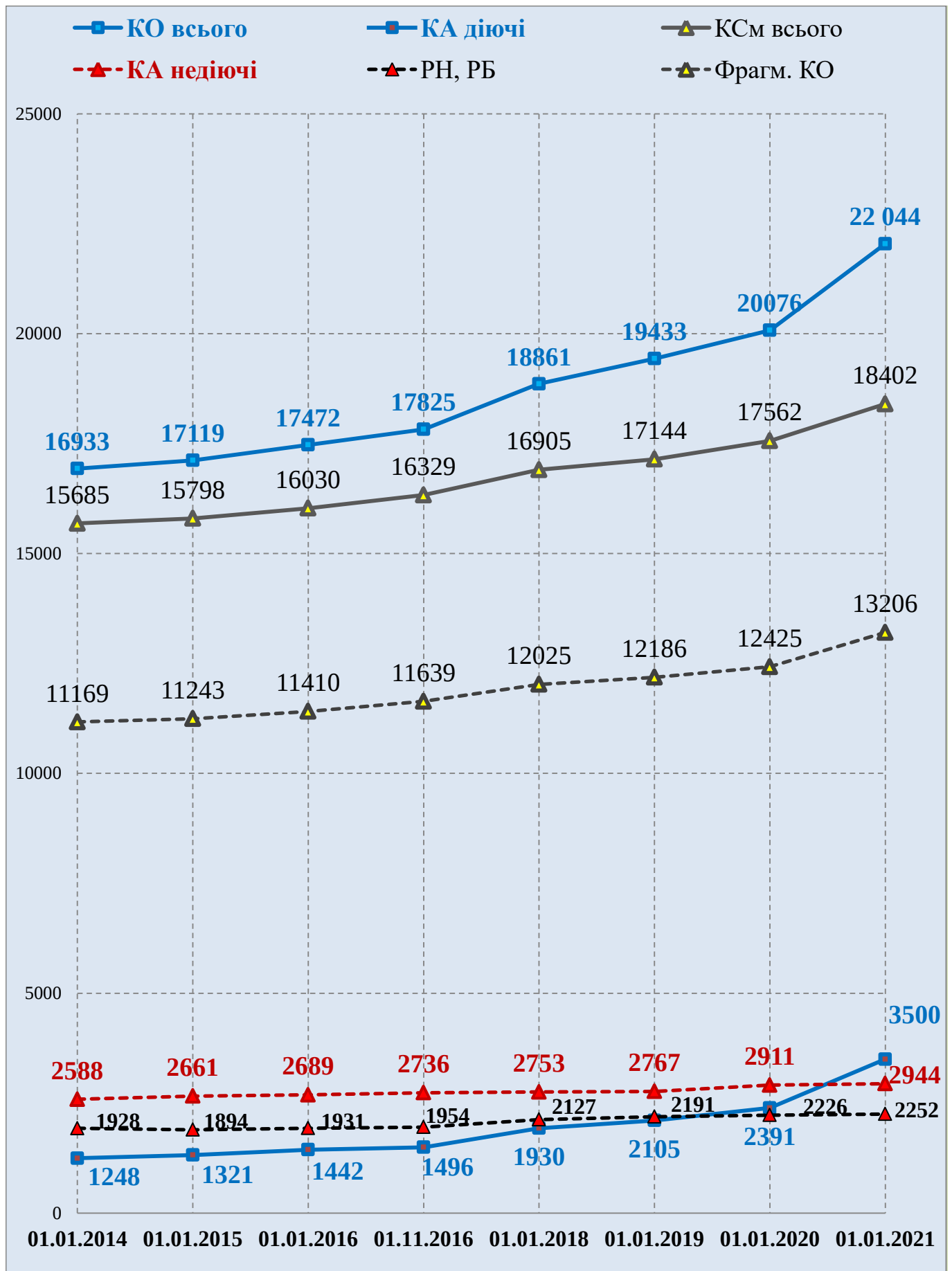


Рис. 1.2. Розвиток загальної навколоземної космічної обстановки
у 2014 – 2020 роках

У цілому за період 2014 – 2020 років загальна кількість каталогізованих космічних об'єктів зросла в **1,3 рази (на 5 111 КО)**. При цьому кількість діючих КА зросла в **2,8 рази (на 2 252 КО)**, а космічного сміття – в **1,17 рази (на 2 717 КО)**. Збільшення кількості космічного сміття сталося переважно за рахунок збільшення фрагментів КО в **1,18 рази (на 2 037 КО)**. Кількість недіючих КА збільшилася на **356 КО (в 1,13 рази)**, а РН і РБ – на **324 КО (в 1,16 рази)**.

Зміни кількості космічних об'єктів, їх розподілу за типом і чисельність орбітальних угруповань діючих КА окремих країн у 2014 – 2020 роках наведено в таблиці 1.3 та показано на рисунку 1.3.

Таблиця 1.3. Зміни кількості космічних об'єктів, їх розподілу за типом і чисельність орбітальних угруповань діючих КА окремих країн у 2014 – 2020 роках

Тип КО	Країна	Кількість КО		Зміни кількості КО	
		01.01.2014	01.01.2021	Кількість	Рази
Каталогізовані космічні об'єкти	Всього	16933	22 044	+ 5 111	1,30
	РФ	6223	7252	+ 1029	1,16
	США	5016	7793	+ 2777	1,55
	КНР	3773	4289	+ 516	1,13
	Решта	1921	2710	+ 789	1,41
Діючі космічні апарати	Всього	1248	3500	+ 2 252	2,80
	РФ	117	165	+ 48	1,41
	США	423	2000	+ 1577	4,73
	КНР	116	422	+ 306	3,64
	Решта	592	913	+ 321	1,54
Космічне сміття	Всього	15685	18402	+ 2717	1,17
	РФ	6106	7082	+ 976	1,16
	США	4593	5779	+ 1186	1,26
	КНР	3657	3830	+ 173	1,05
	Решта	1329	1711	+ 382	1,29

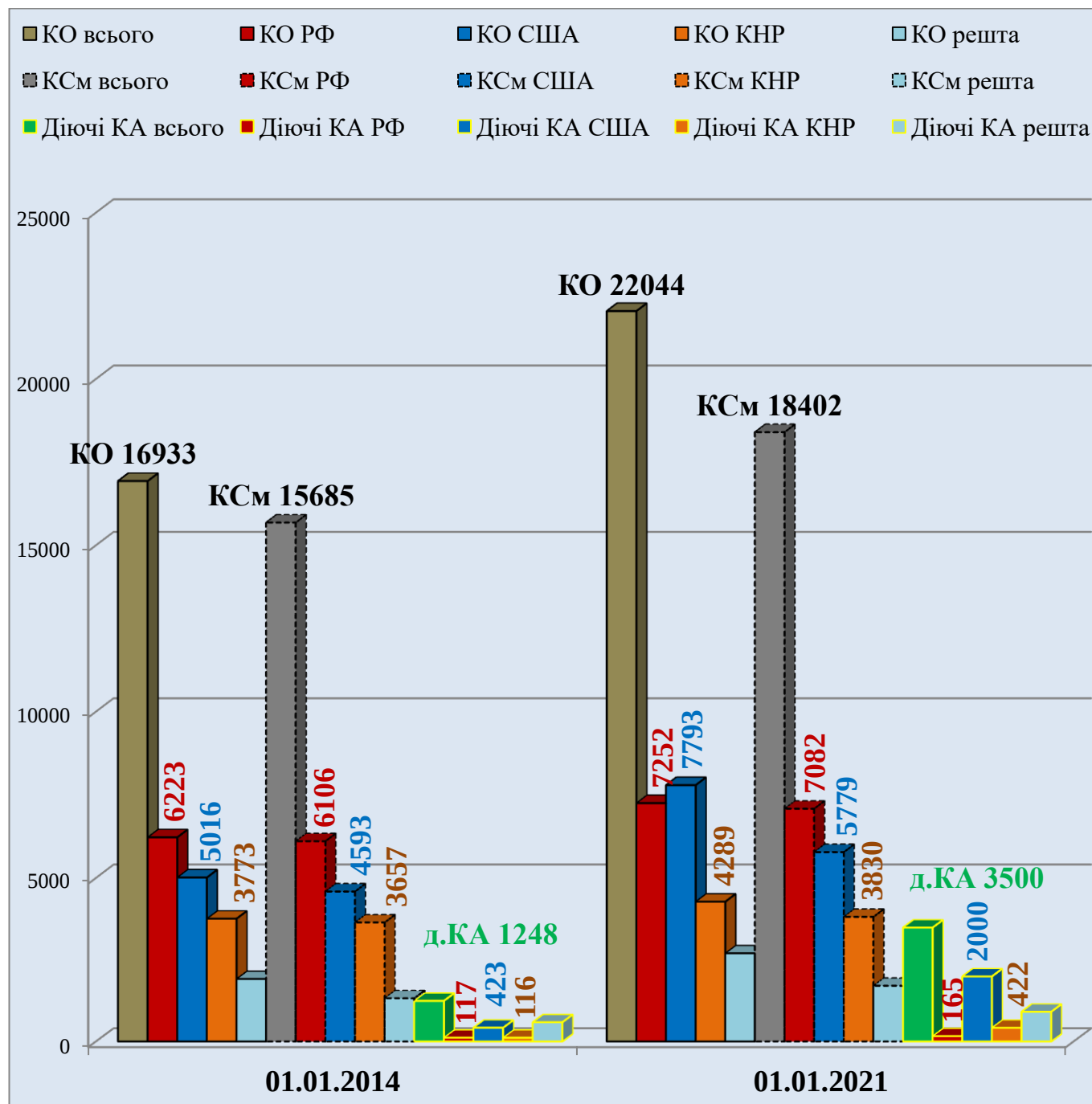


Рис. 1.3. Кількість космічних об'єктів на початок 2014 та 2021 років

Переважне зростання кількості діючих КА свідчить про значну активізацію космічної діяльності світових країн у створенні, підтриманні та нарощуванні чисельності орбітальних угруповань КА, збільшення часу активного існування КА (часу функціонування КА за призначенням).

Детальні дані щодо розвитку загальної навколоземної космічної обстановки та зміни лідерів серед провідних світових космічних держав у 2014 – 2020 роках наведено в таблиці 1.4 та показано на рисунках 1.4 – 1.6.

Таблиця 1.4. Загальна кількість космічних об'єктів і чисельність орбітальних угруповань діючих КА окремих країн у 2014 – 2020 роках

Станом на	Країна	Космічні об'єкти, з них					
		Всього КО		Діючі КА		Космічне сміття	
		кількість	частка, %	кількість	частка, %	кількість	частка, %
01.01. 2014	Всього	16933		1248	7,37	15685	92,63
	РФ	6223	36,75	117	0,69	6106	36,06
	США	5016	29,62	423	2,50	4593	27,12
	КНР	3773	22,28	116	0,69	3657	21,59
	інші	1921	11,35	592	3,50	1329	7,85
01.01. 2015	Всього	17119		1321	7,72	15798	92,28
	РФ	6390	37,33	130	0,76	6260	36,57
	США	4972	29,04	417	2,44	4555	26,61
	КНР	3761	21,97	129	0,75	3632	21,22
	Решта	1996	11,66	645	3,77	1351	7,89
01.01. 2016	Всього	17472		1442	8,25	16030	91,75
	РФ	6308	36,10	139	0,80	6169	35,31
	США	5420	31,02	542	3,10	4878	27,92
	КНР	3808	21,80	163	0,93	3645	20,86
	Решта	1936	11,08	598	3,42	1338	7,66
01.11. 2016	Всього	17825		1496	8,39	16329	91,61
	РФ	6353	35,64	137	0,77	6216	34,87
	США	5679	31,86	560	3,14	5119	28,72
	КНР	3805	21,35	174	0,98	3631	20,37
	Решта	1988	11,15	625	3,51	1363	7,65
01.01. 2018	Всього	18861		1930	10,23	16905	89,63
	РФ	6518	34,56	157	0,83	6361	33,73
	США	6236	33,06	879	4,66	5357	28,40
	КНР	3866	20,50	236	1,25	3627	19,23
	Решта	2241	11,88	658	3,49	1560	8,27
01.01. 2019	Всього	19433		2105	10,83	17144	88,22
	РФ	6603	33,98	133	0,68	6460	33,24
	США	6335	32,59	928	4,78	5394	27,76
	КНР	4039	20,78	304	1,56	3708	19,08
	Решта	2456	12,64	740	3,81	1582	8,14
01.01. 2020	Всього	20076		2391	11,91	17562	87,48
	РФ	6657	33,16	163	0,81	6487	32,31
	США	6766	33,70	1107	5,51	5649	28,14
	КНР	4132	20,58	357	1,78	3750	18,68
	Решта	2521	12,56	764	3,81	1676	8,35
01.01. 2021	Всього	22 044		3500	15,88	18402	83,48
	РФ	7252	32,90	165	0,75	7082	32,13
	США	7793	35,35	2000	9,07	5779	26,22
	КНР	4289	19,46	422	1,91	3830	17,37
	Решта	2710	12,29	913	4,14	1711	7,76

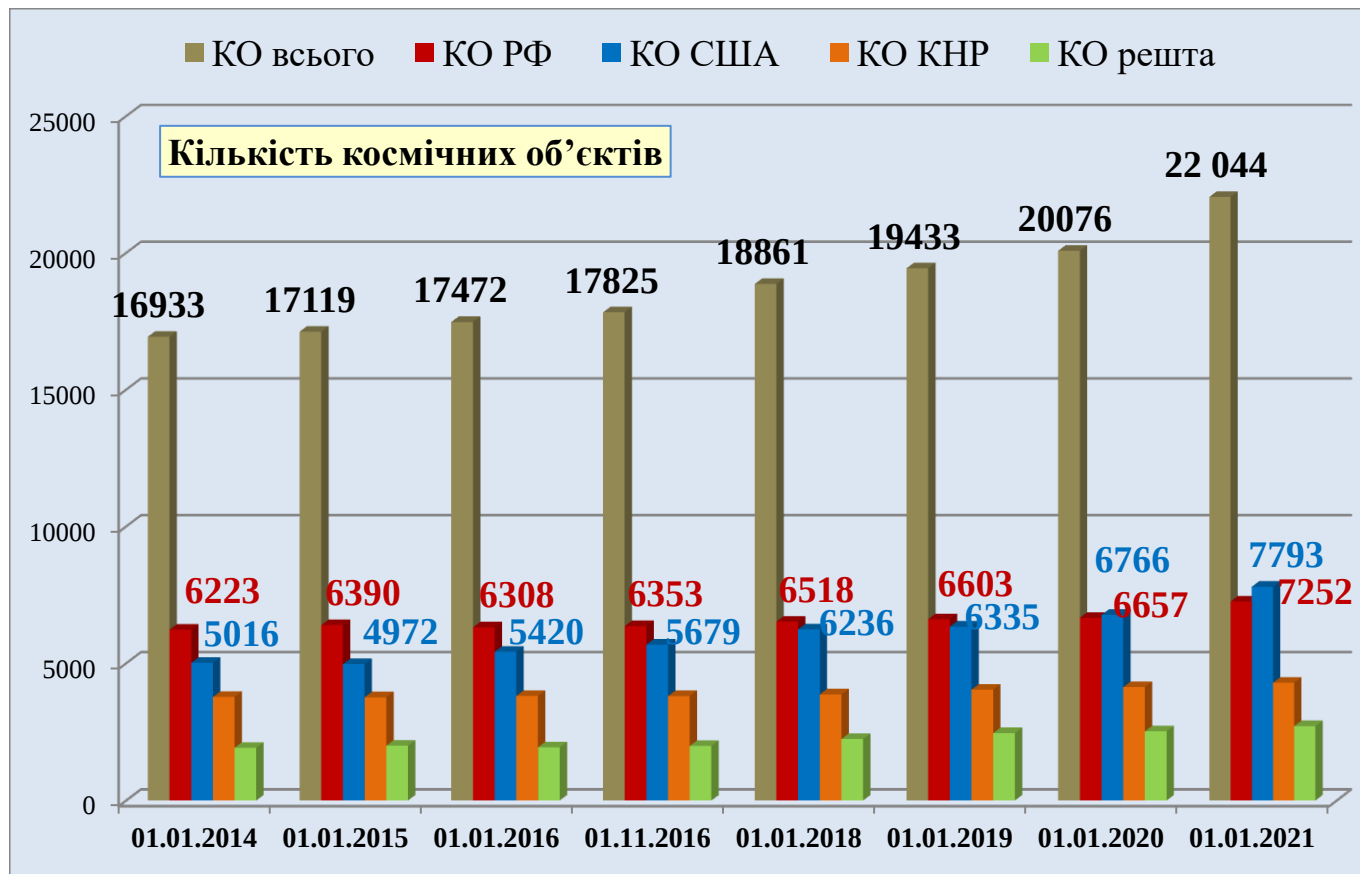


Рис. 1.4. Загальна кількість КО у 2014 – 2020 роках

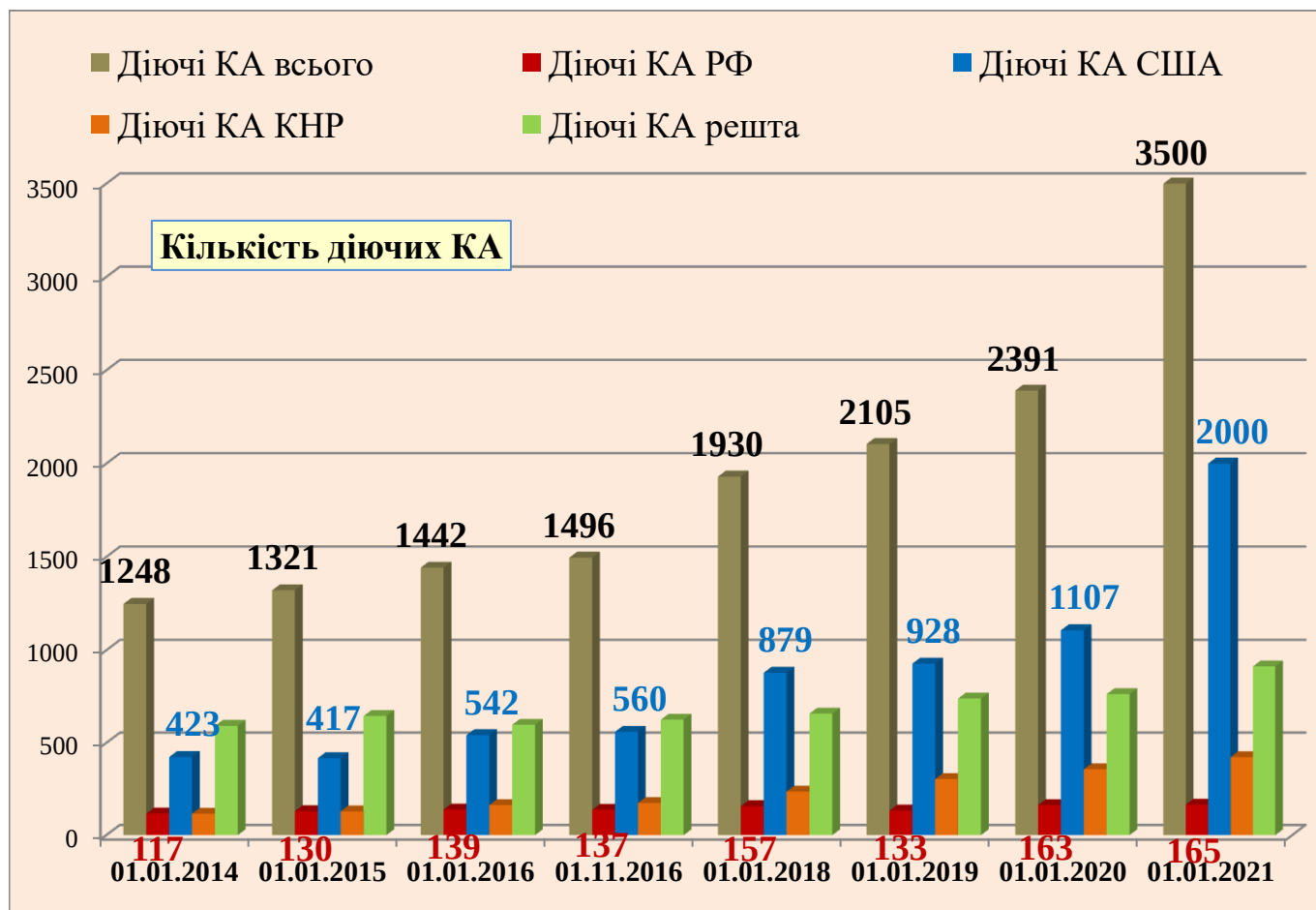


Рис. 1.5. Кількість діючих КА у 2014 – 2020 роках

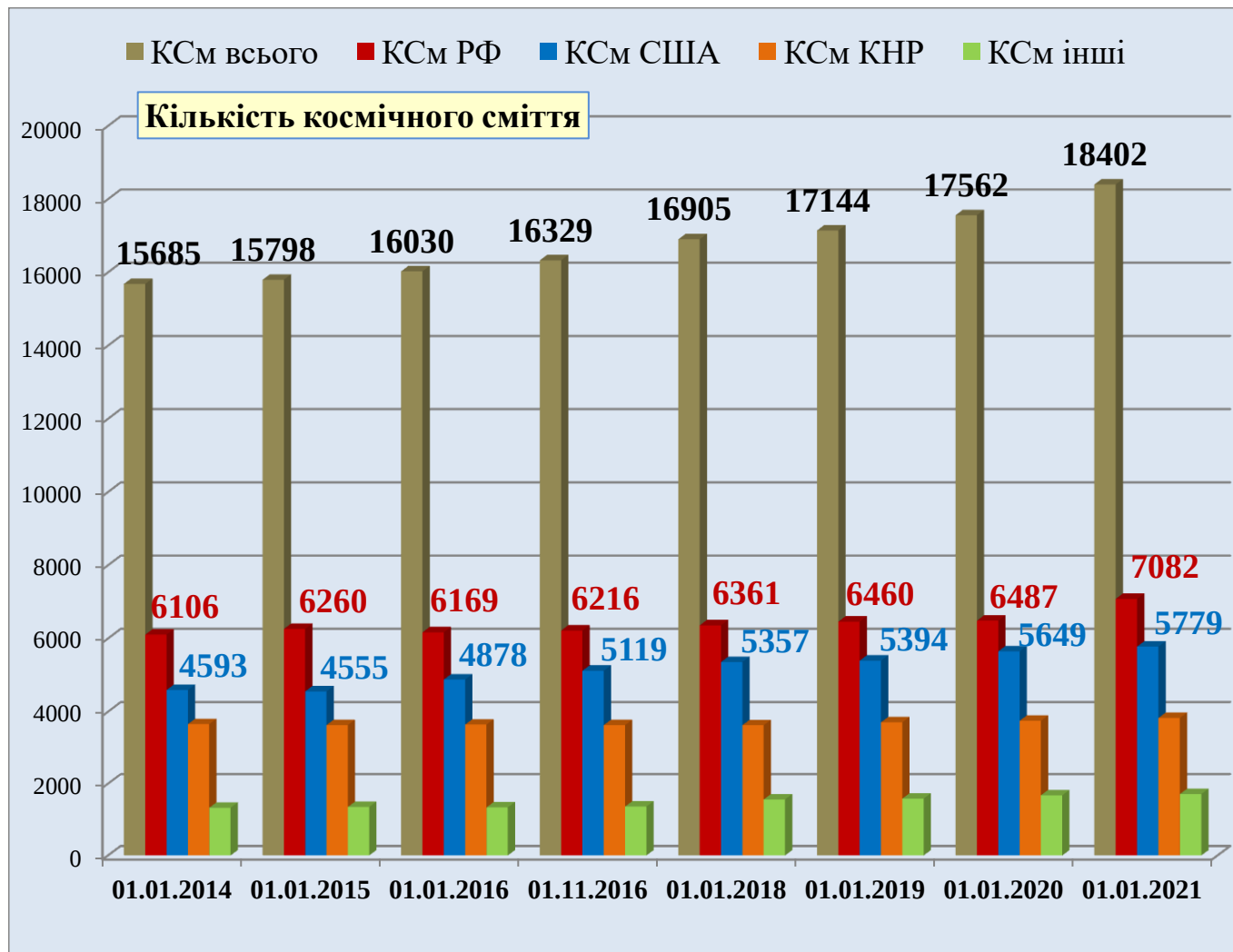


Рис. 1.6. Кількість космічного сміття у 2014 – 2020 роках

Аналіз поданих даних свідчить про неухильне зростання загальної кількості КО, що здійснюють польоти на навколоземних і міжпланетних орбітах. Зокрема, чисельність КО у 2020 році зросла на **1 968 КО**, що більше **в три рази** за зростання чисельності КО у 2019 році (**643 КО**). Значна частка такого зростання (**56,35%**) становить зростання на **1 109 КА** чисельності діючих КА у 2020 році (з 2 391 КА станом на 01.01.2020 до 3500 КА станом на 01.01.2021), що пов'язане з проведенням активної світової космічної діяльності, насамперед, провідними космічними державами – США (35,35% КО), РФ (32,90% КО), КНР (19,46% КО).

1.2. Російська складова частина космічних запусків у 2020 році

У 2020 році світовими країнами для виведення КА на орбіти здійснено **114** запусків ракет космічного призначення (РКП), з яких успішними були **104**. За результатами запусків РКП на орбіти виведені **1 230 КА**. Ще **52 КА** виведені на навколоземні орбіти іншими КА. Всього у 2020 році на навколоземні та міжпланетні орбіти виведені **1 282 КА**.

Узагальнені дані про кількість космічних запусків РКП і космічних апаратів, що виведені на орбіти у 2020 році, у порівнянні з 2019 роком наведено в таблиці 1.5 та показано на рисунку 1.7.

Таблиця 1.5. Загальна кількість космічних запусків і космічних апаратів, що виведені на орбіти у 2019 – 2020 роках ракетами космічного призначення

№ ч.ч.	Країна	Рік	Запуски РКП		Виведено космічних апаратів		
			Всього	Успіш.	Всього	Національних	Іноземних
1.	 КНР	2019	34	32	77	74 (96,10%)	3
		2020	39	35	84	71 (84,52%)	13
2.	 РФ	2019	22	22	61	30 (49,18%)	31
		2020	15	15	141	22 (15,60%)	119
3.	 США	2019	21	21	228	210 (92,10%)	18
		2020	37	34	868	866 (99,77%)	2
4.	 ЄС	2019	9	8	24	3 (12,50%)	21
		2020	7	6	62	3 (4,84%)	59
5.	 Індія	2019	6	6	58	8 (13,79%)	50
		2020	2	2	11	2 (18,18%)	9
6.	 Нова Зеландія	2019	6	6	23	1 (4,35%)	22
		2020	7	6	58	2 (3,45%)	56
7.	 Японія	2019	2	2	11	8 (72,73%)	3
		2020	4	4	4	3 (75,0%)	1
8.	 Іран	2019	2	—	—	—	—
		2020	2	1	1	1 (100%)	—
9.	 Ізраїль	2019	—	—	—	—	—
		2020	1	1	1	1 (100%)	—
РАЗОМ		2019	102	97	482	334 (69,29%)	148
		2020	114	104	1230	971 (78,94%)	259

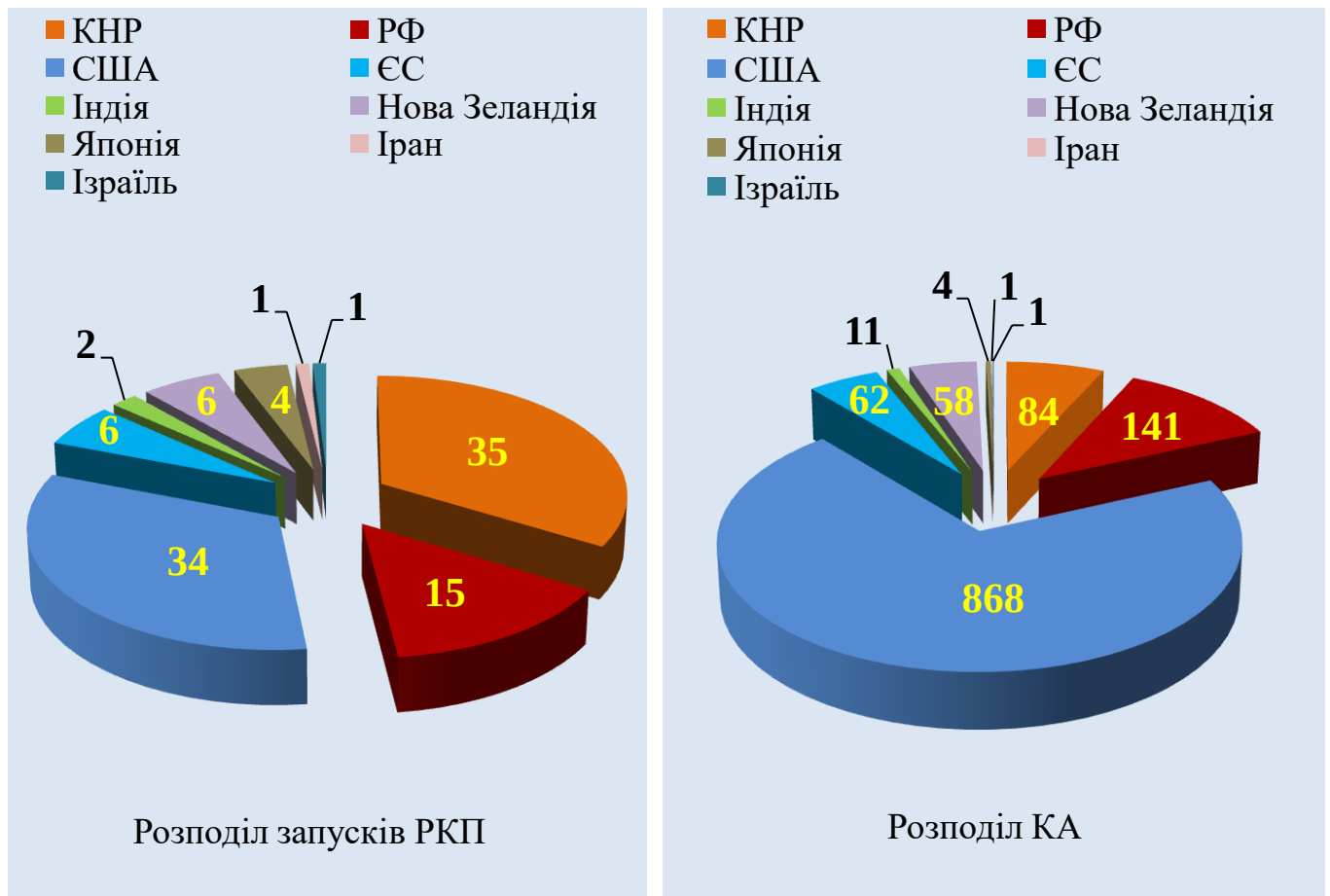


Рис. 1.7. Розподіл запусків ракет космічного призначення в 2020 році та космічних апаратів, що виведені ними на орбіти, за країнами

У 2020 році **15 запусків РКП** РФ вперше після 2003 року були всі успішними та склали **14,42%** всіх успішних космічних запусків за рік.

США в 2020 році здійснили **34 (32,69%)** успішних запусків РКП, що у **2,26 рази більше** за РФ, а КНР – **35 (33,65%)** успішних запусків РКП, що у **2,33 рази більше** за РФ.

Суттєва різниця за кількістю космічних запусків провідних світових космічних держав свідчить про остаточну втрату РФ світового лідерства у космічних пускових можливостях, адже ще 10 років тому підсумки запусків (**70** успішних за 2010 рік) були такі:

РФ – 30 (42,86%) успішних запусків РКП;

США та КНР – по 15 (21,43%) успішних запусків РКП.

Дані щодо кількості космічних запусків та зміни лідерів серед провідних світових космічних держав у 2010 – 2020 роках наведено в таблиці 1.6 та показано на рисунку 1.8.

Таблиця 1.6. Кількість космічних запусків у 2010 – 2020 роках

Рік	Запуски	Кількість космічних запусків, з них по країнах							
		Всього	РФ	США	КНР	ЄС	Японія	Індія	Решта
2010	Всього	74	31	15	15	6	2	3	2
	Успішні	70	30	15	15	6	2	1	1
2011	Всього	84	33	18	19	5	3	3	3
	Успішні	78	29	17	18	5	3	3	3
2012	Всього	78	26	13	19	8	2	2	8
	Успішні	73	24	12	19	8	2	2	5
2013	Всього	82	33	19	15	5	3	3	4
	Успішні	78	31	19	14	5	3	3	3
2014	Всього	92	36	23	16	7	4	4	2
	Успішні	89	34	22	16	7	4	4	2
2015	Всього	87	29	20	19	9	4	5	1
	Успішні	82	26	18	19	9	4	5	1
2016	Всього	85	19	22	22	9	4	7	2
	Успішні	81	18	22	21	9	4	7	1
2017	Всього	91	20	29	18	9	7	5	3
	Успішні	82	18	29	16	9	6	4	1
2018	Всього	114	17	31	39	11	6	7	3
	Успішні	111	16	31	38	10	6	7	3
2019	Всього	102	22	21	34	9	2	6	8
	Успішні	96	21	21	32	8	2	6	6
2020	Всього	114	15	37	39	7	4	2	10
	Успішні	104	15	34	35	6	4	2	8

Примітка. Зеленим кольором виділені космічні запуски РФ, США та КНР, що були всі успішними.

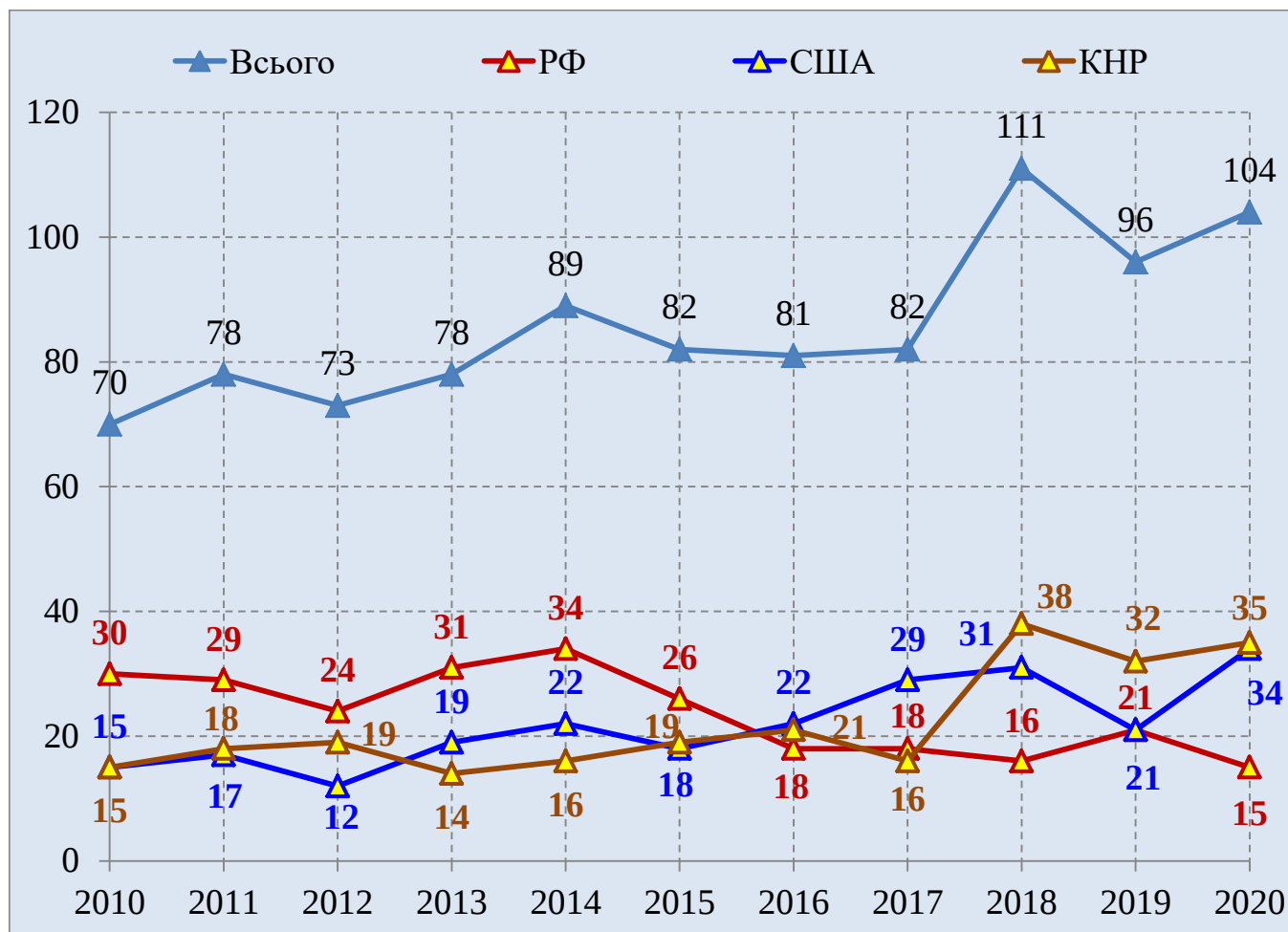


Рис. 1.8. Кількість космічних запусків у 2010 – 2020 роках

Дані про кількість національних та іноземних КА, що виведені на орбіти у 2020 році, їх розподіл за країнами показано на рисунку 1.9 та наведено в таблиці 1.7.

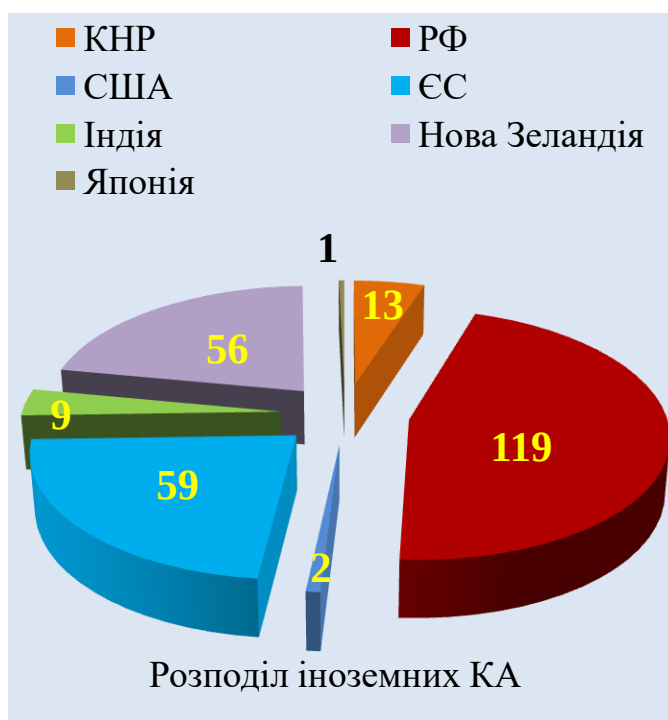
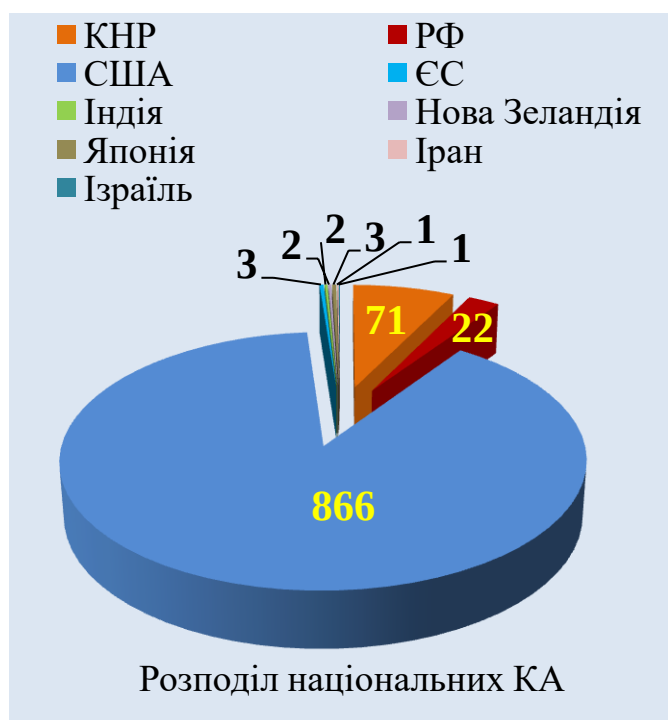


Рис. 1.9. Розподіл КА, що виведені на орбіти в 2020 році, за країнами

Таблиця 1.7. Кількість КА, що виведені на орбіти у 2020 році, та їх розподіл за країнами-власниками і основними типами²

№ ч.ч.	Країна-власник КА	Виведено національних космічних апаратів, з них										
		РКП	Інш. КА	Разом	Військових				Цивільних			
					Всього	КсР	СЗв	СНв	Всього	ДЗЗ	СЗв	СНв
1.	 США	963	45	1008	28	22	3	2	980	69	873	
2.	 Великобританія	104		104					104		104	
3.	 КНР	71		71	15	10	2	3	56	30	13	
4.	 РФ	22	1	23	7	2	1	2	16	2	8	
5.	 Аргентина	14		14					14	14		
6.	 Японія	7	1	8	2	1	1		6	2	2	
7.	 Канада	6	1	7					7	3	3	
8.	 Франція	5		5	1	1			4	2	1	
9.	 Індія	3		3	1	1			2		2	
10.	 ОАЕ	3		3	1	1			2	1		
11.	 Ізраїль	2	1	3	1	1			2			
12.	 Республіка Корея	2		2	1		1		1	1		
13.	 Фінляндія	2		2					2	2		
14.	 Іран	1		1	1	1						
15.	 Тайланд	1		1	1	1						
Інші країни		24	3	27					27	9	6	
ВСЬОГО		1230	52	1282	59	41	8	7	1223	135	1012	

²Визначення типу КА, що виведені на орбіти в 2020 році, здійснено шляхом узагальнення за основним призначенням і до певного типу віднесені всі КА із експериментальними і технологічними КА включно. Кількість КА певного типу носить оціночний характер і може відрізнятися від офіційних вітчизняних та іноземних даних.

Дані про національну належність КА, що виведені на орбіти у 2020 році, та їх розподіл за основними типами показано на рисунку 1.10.

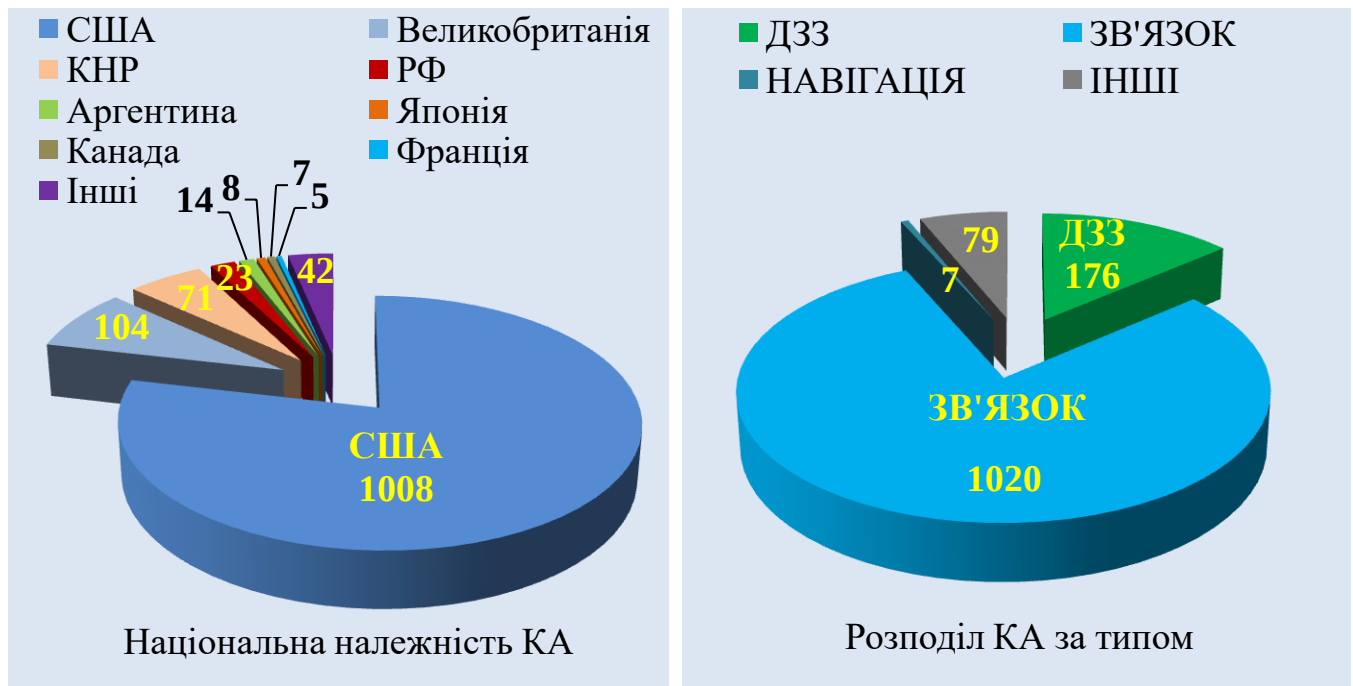


Рис. 1.10. Розподіл КА, що виведені на орбіти в 2020 році,
за національною належністю та типом

Аналіз наведених даних свідчить про наступне:

у 2020 році продовжувалося неухильне зростання загальної кількості КО, що здійснюють польоти на навколоземних і міжпланетних орбітах. Зокрема, чисельність КО у 2020 році зросла **на 1 968 КО** і значна частка такого зростання (**56,35%**) становить зростання **на 1 109 КА** чисельності діючих КА, що пов'язане з проведенням активної світової космічної діяльності;

переважне зростання кількості діючих КА свідчить про значну активізацію космічної діяльності світових країн у створенні, підтриманні та нарощуванні чисельності орбітальних угруповань КА, збільшенні часу активного існування КА (часу функціонування КА за призначенням);

пріоритетними завданнями орбітальних засобів космічних систем є дистанційне зондування Землі з космосу (виведено на орбіти у 2020 році **176 КА**), супутникові телекомунікації (виведено на орбіти у 2020 році **1020 КА**), супутникова навігація та дослідження і розвиток відповідних технологій за цими напрямками космічної діяльності;

кількість діючих КА (активних, резервних, на льотних випробуваннях, частково діючих) на початок 2021 року складає **15,88% (3 500 КА)** всіх каталогізованих КО. Решта **83,48% КО** – це космічне сміття (**18 402 КО**);

КО РФ складають значну частку формування загальної навколоземної космічної обстановки – **32,90% (7252 КО)** всіх каталогізованих КО. Але абсолютна більшість з них – **32,13% (7082 КО)** – це космічне сміття;

діючі КА РФ складають **0,75% (165 КА)** всіх каталогізованих КО, що в **12,12 рази менше** чисельності орбітальних угруповань США (**2000 діючих КА**) та в **2,55 рази менше** чисельності орбітальних угруповань КНР (**422 діючих КА**);

на початок 2021 року за РФ залишається “першість” у формуванні засміченості навколоземного космічного простору – **32,13% (7082 КО)** всіх КО;

у 2020 році космічні запуски РФ вперше після 2003 року були всі успішними та склали **15 запусків РКП (14,42%)** всіх успішних запусків РКП за рік. США здійснили **34 (32,69%)** успішних запусків РКП, що у **2,26 рази більше** за РФ, а КНР – **35 (33,65%)** успішних запусків РКП, що у **2,33 рази більше** за РФ. Суттєва різниця в кількості космічних запусків свідчить про втрату РФ світового лідерства у космічних пускових можливостях;

зберігаються загальні світові тенденції високої інтенсивності космічних запусків і збільшення кількості КА, що виводяться на орбіти одним ракето-носієм. Зокрема, США в **34 запусках РКП** вивели на орбіти **868 КА**, з них **833 КА** типу Starlink – у 14 запусках (по 57 – 60 КА Starlink в одному запуску), а РФ в інтересах Великобританії в **3 запусках РКП** вивела на орбіти **104 КА** типу OneWeb (по 34 – 36 КА в одному запуску);

США, КНР і Японія використовують національні пускові можливості насамперед для реалізації власних космічних програм і виведення на орбіти національних КА. При цьому США і Японія користуються також пусковими послугами інших країн, що може свідчити про недостатність національних пускових можливостей;

РФ у значній мірі орієнтується на надання комерційних пускових послуг для іноземних замовників, що може свідчити про недостатність виготовлених національних КА в умовах санкцій і пов’язану з цим надлишковість російських пускових можливостей.

2. ОРБІТАЛЬНІ УГРУПОВАННЯ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

2.1. Загальна чисельність орбітальних угруповань діючих космічних апаратів Російської Федерації

Станом на **01.01.2021 року** на навколоземних орбітах здійснювали орбітальний політ **7 252 (32,90%)** каталогізованих космічних об'єктів РФ, що виявлені та супроводжуються [1]. З них:

діючі космічні апарати – **165 (0,75%)**;

неідентифіковані КО – **5 (0,02%)**;

космічне сміття – **7 082 КО (32,13%)**, а саме:

недіючі КА – **1 386 (6,29%)**,

ступені РН і РБ – **1 049 (4,76%)**;

фрагменти КА, РН, РБ – **4 647 (21,08%)**.

Детальний аналіз загальної кількості КО РФ, їх розподілу за типом і частки в структурі навколоземної космічної обстановки проведений у розділі 1 цього бюлетеня. Далі розглядаються чисельність і склад російських орбітальних угруповань діючих КА, що є одним із об'єктивних показників рівня прикладної космічної діяльності в цілому та військово-космічної зокрема.

Незважаючи на те, що кількість російських діючих КА складає лише **0,75%** всіх каталогізованих КО та в **12,12 рази менше** чисельності ОУ діючих КА США (**2000 КА**) і в **2,55 рази менше** чисельності ОУ діючих КА КНР (**422 КА**), російське орбітальне угруповання загальною чисельністю **165 КА** є третім у світі.

Визначення чисельності діючих КА є складним багатофакторним і багатокритеріальним завданням. У даному випадку їх кількість носить оціночний характер, визначена авторами цього бюлетеня за результатами аналізу даних щодо чисельності діючих КА [2-5], дослідження координатної інформації КА за трирядковими елементами 3LE [1], моделювання побудови орбітальних угруповань та орбітального польоту КА і може відрізнятися від офіційних вітчизняних та іноземних даних.

Склад і чисельність орбітальних угруповань діючих КА РФ станом на 01.01.2021 року наведено в таблиці 2.1 та показано на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1. Склад і чисельність орбітальних угруповань діючих КА РФ станом на 01.01.2021 року

Призначення КА	Чисельність діючих КА			
	Військові	Цивільні	Дослідницькі	Всього
Всього	90	53	22	165
1. Розвідувальні (ДЗЗ)	14	8	1 (МКС)	23
З них: ОЕР (ОЕСп)	8	8	1	17
РЛР (РЛСп)	1			1
РЕР	5			5
2. Топогеодезичні	4			4
3. ЄКСВБУ	4			4
4. Навігаційні	28			28
5. Зв'язку	29	41		70
6. Метеорологічні		4		4
7. Експериментальні	11			11
8. Дослідницькі			21	21

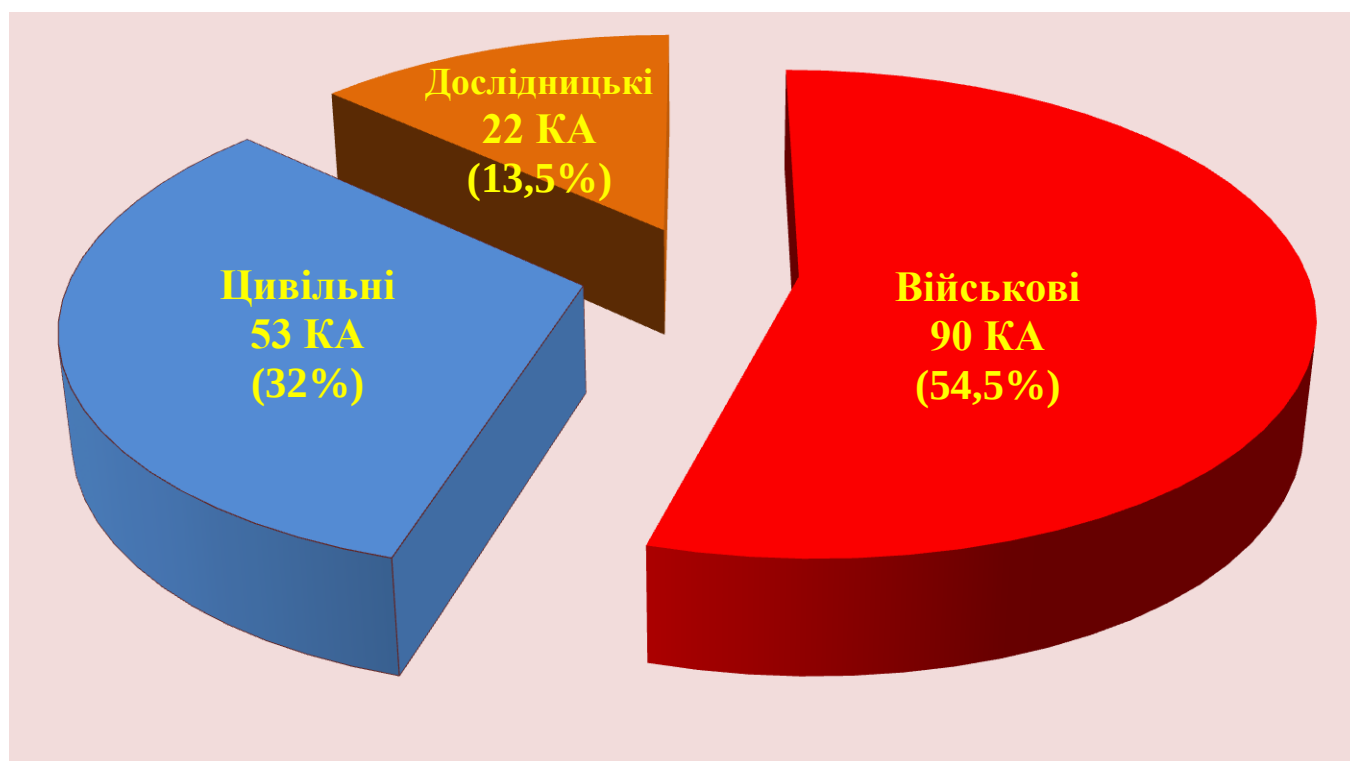


Рис. 2.1. Чисельність і розподіл за призначенням діючих КА РФ станом на 01.01.2021 року

У складі орбітальних угруповань діючих КА військового призначення РФ налічується до **90** КА (54,5% чисельності діючих КА РФ), а саме:

14 розвідувальних КА, з них:

8 КА оптико-електронної розвідки (ОЕР) на низьких навколоземних орбітах (ННО), зокрема:

2 КА ОЕР “Персона-2” (Космос-2486), “Персона-3” (Космос-2506);

1 КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2519”, що 23.06.2017 року виведений на сонячно-синхронну орбіту в орбітальну площину КА “Персона-2”. 23.08.2017 року, напередодні проведення активної фази навчань ЗС РФ “Запад-2017”, від КА “Космос-2519” відділився КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2521”. У 2018 році ці КА здійснили орбітальні маневри із зниження висоти польоту та рознесення орбітальних площин за довготою: КА “Космос-2521” – у травні 2018 року з переведення на квазіколову орбіту висотою 349 x 369 (359) км, КА “Космос-2519” – у липні-серпні 2018 року з переведення на еліптичну орбіту висотою 316 x 663 (489) км. У даний час КА “Космос-2519” здійснює політ по орбіті, а КА “Космос-2521” зведений з орбіти 11.09.2019 року (можливо, згорів у атмосфері);

1 КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2523”, що відділився 30.10.2017 року від КА “Космос-2521”;

1 КА ОЕР “Космос-2525” (ЕМКА – експериментальний малий КА, інша назва “Звезда”), що виведений 29.03.2018 року на сонячно-синхронну орбіту між орбітальними площинами КА “Персона-2” та “Персона-3”;

1 КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2542”, що виведений 25.11.2019 року на сонячно-синхронну еліптичну орбіту;

1 КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2543”, що відділився 06.12.2019 року від КА “Космос-2542”;

1 КА, ймовірно ОЕР, “Космос-2543Е”, що відділився 15.07.2020 року від КА “Космос-2543”;

1 КА радіолокаційної розвідки (РЛР) “Кондор” (Космос-2487);

4 КА радіоелектронної розвідки (РЕР) “Лотос-С” (Космос-2455), “Лотос-С1-1” (Космос-2502), “Лотос-С1-2” (Космос-2524) та “Лотос-С1-3” (Космос-2528) на ННО;

1 КА РЕР та зв'язку “Луч (Олімп-К)” на геостационарній орбіті (ГСО), який за 6 років 3 місяці польоту змінив понад 25 орбітальних позицій;

4 КА топогеодезичного забезпечення, з них 2 КА картографічного призначення “Барс-М1” (Космос-2503), “Барс-М2” (Космос-2515) і 2 КА геодезичного призначення “Гео-ИК-2-2” (Космос-2517), “Гео-ИК-2-3” (Космос-2540). Космічна топогеодезична система забезпечує отримання високоточних даних (параметри гравітаційного поля Землі, геодезична інформація, матеріали космічного знімання земної поверхні, профілі висот тощо) для застосування високоточної зброї, зокрема – крилатих ракет типу “Калібр”. КА “Барс-М1” та “Барс-М2” можуть також залучатися до вирішення завдань ОЕР, оскільки їх оптико-електронні комплекси “Карат” забезпечують космічне знімання з просторовою розрізненістю до 1,1 м;

4 КА єдиної космічної системи виявлення (*старти балістичних ракет і ядерних вибухів*) та бойового управління (ЄКС ВБУ) на високо-еліптичних орбітах (ВЕО) “Тундра-1” (Космос-2510), “Тундра-2” (Космос-2518), “Тундра-3” (Космос-2541), “Тундра-4” (Космос-2546). Наявність чотирьох КА та двох командних пунктів ЄКС ВБУ (Західного – н.п. Курілово Калузької обл. (м. Серпухов-15), Східного – м. Комсомольск-на-Амурі Хабаровського краю) дозволяє РФ здійснювати гарантований цілодобовий контроль території США;

28 навігаційних КА системи “ГЛОНАСС”;

29 КА військового зв'язку, з них:

6 КА на ВЕО “Меридіан-3”, “Меридіан-4”, “Меридіан-6”, “Меридіан-7”, “Меридіан-8”, “Меридіан-9”;

8 КА на ГСО “Радуга-1М-2”, “Радуга-1М-3”, “Гарпун-1” (Космос-2473), “Гарпун-2” (Космос-2513), “Благовест-11Л” (Космос-2520), “Благовест-12Л” (Космос-2526), “Благовест-13Л” (Космос-2533), “Благовест-14Л” (Космос-2539);

15 КА військового зв'язку типу “Роднік-С” на ННО з висотами близько 1500 км, зокрема 3 КА “Роднік-С16” (2018-097А, 43751), “Роднік-С17” (2018-097В, 43752), “Роднік-С18” (2018-097С, 43753), що були виведені 30.11.2018 року в орбітальну площину КА “Роднік-С4” (2013-001А, 39057), “Роднік-С5” (2013-001В, 39058), “Роднік-С6” (2013-001С, 39059), ймовірно для їх планової заміни;

11 технологічних і військово-експериментальних КА, з яких особливий інтерес становлять 4 КА, ймовірно, контролю космічного простору (зокрема, інспекції КА) та ОЕР “Космос-2535”, “Космос-2536”, “Космос-2537”, “Космос-2538”, що виведені 10.07.2019 року на компланарні (в одній площині) сонячно-синхронні орбіти з середньою висотою 615 км у близькі до компланарних орбітальні площини КА “Персона-2”, КА “Персона-3” і “Космос-2525”.

У період з 01.10.2019 року по 12.01.2020 року від КА “Космос-2535” відокремилися 25 фрагментів, що ідентифіковані в як уламки. Аналіз орбітальних параметрів і моделювання орбітального польоту цих фрагментів дають підстави припустити планове та системне розведення КА у певній послідовності, що може свідчити про відпрацювання технологій, способів і засобів збройної боротьби в космосі та з космосу.

У складі орбітальних угруповань діючих КА РФ цивільного (соціально-економічного подвійного) та дослідницького (наукового) призначення налічується до **75 КА**, а саме:

8 КА дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з приладами оптико-електронного спостереження (ОЕСп), з них:

2 КА ДЗЗ типу “Ресурс-П”;

5 КА ДЗЗ типу “Канопус-В” космічного комплексу оперативного моніторингу техногенних і природних надзвичайних ситуацій;

1 експериментальний малий КА ДЗЗ “Аіст-2Д”;

41 телекомунікаційний КА, з них:

12 КА телекомунікаційної КС “Експрес” на ГСО;

3 КА КС зв’язку і ретрансляції “Луч” на ГСО;

5 КА телекомунікаційної КС “Ямал” на ГСО;

21 КА КС зв’язку “Гонець-Д1М” на ННО;

4 КА метеорологічного забезпечення, з них:

2 КА гідрометеорологічного забезпечення “Метеор-М” на ННО;

2 КА метеорологічного забезпечення “Електро-Л” на ГСО;

22 дослідницьких КА.

Аналіз чисельності діючих КА РФ свідчить, що із **165** КА на цільові орбіти у 2014-2020 роках виведені **109 (66,06 %) КА**. Тобто, за **останні 7 років** РФ оновила (сформувала) 2/3 чисельного складу ОУ космічних систем різного призначення. При цьому були оновлені ОУ, створені або започатковане створення нових сучасних КС військового та подвійного призначення. А саме:

КС ОЕР у складі 8 КА, з них 2 КА типу “Персона”, 2 КА ймовірно нового покоління “Космос-2519”, “Космос-2523”, що розводилися на робочі орбіти з однієї базової платформи, 2 експериментальні КА “Космос-2525” та КА “Космос-2542”, що виведені на орбіти РН легкого класу, КА “Космос-2543” і КА “Космос-2543Е”, що відділилися від інших КА;

КС РЛР у складі 1 КА “Кондор” (Космос-2487);

КС РЕР у складі 4 КА типу “Лотос-С” і “Лотос-С1” на ННО;

КС РЕР та зв’язку у складі 1 КА “Луч (Олімп-К)” на ГСО;

КС топогеодезичного забезпечення у складі 4 КА, з них 2 КА картографічного призначення типу “Барс-М” і 2 КА геодезичного призначення типу “Гео-ИК-2”;

ЄКСВ БУ у складі 4 КА типу “Тундра” на ВЕО;

КС військового зв’язку у складі 4 КА типу “Благовест” на ГСО;

КС військового зв’язку у складі 15 КА типу “Роднік-С” на ННО;

КС ДЗЗ у складі 2 КА типу “Ресурс-П”;

КС ДЗЗ у складі 5 КА типу “Канопус-В”;

КС зв’язку і ретрансляції “Луч” у складі 3 КА на ГСО;

КС зв’язку “Гонець-Д1М” у складі 21 КА на ННО;

КС метеорологічного забезпечення у складі 2 КА типу “Метеор-М” на ННО та 2 КА типу “Електро-Л” на ГСО.

Дані про орбітальні параметри діючих КА РФ станом на 01.01.2021 року та їх зміни з часу виведення КА на орбіти наведені у додатку 1. Зміни орбітальних параметрів, які можуть свідчити про маневрування КА, виділені напівжирним шрифтом, а окремі, найбільш важливі з них, виділені кольором.

2.2. Орбітальні угруповання космічних апаратів розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації

Можливості з ведення космічної розвідки (КсР) визначаються наявністю у РФ КС видової (ОЕР, РЛР) та радіоелектронної розвідки, а також КС ДЗЗ високої (1–5 м) та надвисокої (менше 1 м) просторової розрізненності. Загальний склад орбітальних угруповань КА розвідки та ДЗЗ РФ показано на рисунку 2.2.



Рис. 2.2. Загальний склад орбітальних угруповань КА розвідки та ДЗЗ РФ

Чисельність орбітальних угруповань КА розвідки та ДЗЗ РФ станом на початок 2021 року може становити до **25** діючих КА, з них **20** КА видової розвідки та ДЗЗ, **5** КА радіоелектронної розвідки.

Такий склад і чисельність орбітальних угруповань діючих КА російських космічних систем розвідки та ДЗЗ забезпечує можливість цілодобового спостереження та проведення космічного знімання об'єктів (районів) на території України з високою (1–5 м) та надвисокою (менше 1 м) просторовою розрізненністю у широкому діапазоні електромагнітного спектру і під різними ракурсами знімання.

2.2.1. Орбітальні угруповання космічних апаратів видової космічної розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації

2.2.1.1. Склад, орбітальна побудова та можливості орбітальних угруповань космічних апаратів видової космічної розвідки та дистанційного зондування Землі Російської Федерації

Ведення видової космічної розвідки в інтересах підготовки та застосування угруповань військ (сил) РФ можливе із застосуванням (використанням) КА оптико-електронної та радіолокаційної розвідки, а також КА ДЗЗ з приладами оптико-електронного спостереження високої та надвисокої просторової розрізненності.

Орбітальні угруповання КА видової КсР та ДЗЗ РФ у своєму складі мають:

до 8 КА ОЕР “Персона-2” (Космос-2486), “Персона-3” (Космос-2506), “Космос-2519”, “Космос-2523”, “Космос-2525”, “Космос-2542”, “Космос-2543”, “Космос-2543Е”, які, ймовірно, забезпечують космічне знімання з просторовою розрізненністю 0,3–2,0 м;

1 КА РЛР “Кондор” (Космос-2487), який забезпечує радіолокаційне космічне знімання з просторовою розрізненністю 1,0–2,0 м ;

2 КА “Барс-М1” (Космос-2503), “Барс-М2” (Космос-2515), які забезпечують космічне знімання з просторовою розрізненністю 1,1 м;

2 КА ДЗЗ типу “Ресурс-П”, які забезпечують космічне знімання з просторовою розрізненністю 0,75–1,0 м;

5 КА ДЗЗ типу “Канопус-В”, які забезпечують космічне знімання з просторовою розрізненністю 2,1 м;

експериментального КА ДЗЗ “Аіст-2Д”, який забезпечує космічне знімання у смузі огляду шириною 40 км з просторовою розрізненністю 1,9–2,1 м в панхроматичному діапазоні та 4,4 м – в мультиспектральному діапазоні;

російського сегменту МКС, прилади якого забезпечують можливість оптико-електронного космічного знімання з високою (1–5 м) та, не виключається, надвисокою (менше 1 м) просторовою розрізненністю.

Склад і основні характеристики орбітальних угруповань КА видової розвідки та ДЗЗ РФ станом на 01.01.2021 року наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Склад і характеристики ОУ КА видової розвідки та ДЗЗ РФ

№ ч.ч.	Назва КА	Номер КА (№ НОРАД)	Дата виведення	Параметри орбіти: Н_п x Н_а/ Нср , км (<i>i</i> ,град; Т_{КА} , хв)	Просторова розрізненність (кут сканера)
1.	Персона-2 (Космос-2486)	2013-028А (39177)	07.06.2013	701x719/710 (97,96°; 98,9 хв)	0,3 ÷ 1 м; (± 30°)
2.	Персона-3 (Космос-2506)	2015-029А (40699)	23.06.2015	707x718/712 (98,33°; 99,0 хв)	0,3 ÷ 1 м; (± 30°)
3.	Космос-2519	2017-037А (42798)	23.06.2017	302x513/408 (97,83°; 92,7 хв)	0,3 ÷ 1 м; (± 30°)
4.	Космос-2523	2017-037Е (42986)	30.10.2017	552x663/608 (97,73°; 96,8 хв)	1 ÷ 2 м; (± 30°)
5.	Космос-2525	2018-028А (43243)	29.03.2018	280x284/282 (96,4°; 90,1 хв)	0,3 ÷ 1 м; (± 30°)
6.	Космос-2542	2019-079А (44797)	25.11.2019	301x874/588 (97,7°; 96,4 хв)	0,3 ÷ 1 м; (± 30°)
7.	Космос-2543	2019-079D (44835)	06.12.2019	603x615/609 (97,85°; 96,8 хв)	1 ÷ 2 м; (± 30°)
8.	Космос-2543Е	2019-079Е (45915)	15.07.2020	504x783/644 (97,84°; 97,6 хв)	1 ÷ 2 м; (± 30°)
9.	Кондор (Космос-2487)	2013-032А (39194)	27.06.2013	437x 438/437,5 (74,7°; 93,3 хв)	~1÷2 м; (± 20°÷55°)
10.	Барс-М1 (Космос-2503)	2015-009А (40420)	27.02.2015	563x578/570 (97,9°; 96,08 хв)	~1,1 м; (± 5°)
11.	Барс-М2 (Космос-2515)	2016-020А (41394)	24.03.2016	547x592/570 (97,8°; 96,06)	~1,1 м; (± 5°)
12.	Ресурс-П1	2013-030А (39186)	25.06.2013	451x476/463 (97,2°; 93,8 хв)	0,75 ÷ 1 м; (± 40°)
13.	Ресурс-П3	2016-016А (41386)	13.03.2016	461x469/465 (97,2°; 93,9 хв)	0,75 ÷ 1 м; (± 40°)
14.	Канопус-В-ИК	2017-042А (42825)	14.07.2017	507x509/508 (97,4; 94,78 хв)	2,1 м; (± 40°)
15.	Канопус-В3	2018-014А (43180)	01.02.2018	507x 509/508 (97,4; 94,78 хв)	2,1 м; (± 40°)
16.	Канопус-В4	2018-014В (43181)	01.02.2018	507x509/508 (97,4°; 94,78 хв)	2,1 м; (± 40°)
17.	Канопус-В5	2018-111А (43876)	27.12.2018	507x509/508 (97,4°; 94,78 хв)	2,1 м; (± 40°)
18.	Канопус-В6	2018-111В (43877)	27.12.2018	506x510/508 (97,4°; 94,78 хв)	2,1 м; (± 40°)
19.	Аіст-2Д	2016-026В (41465)	28.04.2016	453x465/459 (97,1; 93,78)	1,9-2,1 м; (± 2,5°)
20.	МКС	1998-067А (25544)	20.11.1998	418x420/419 (51,64°; 92,94 хв)	~0,5 ÷ 1 м; (± 60°)

Загальний вигляд орбітальної побудови КС видової розвідки та ДЗЗ РФ станом на початок 2021 року показаний на рис. 2.3.

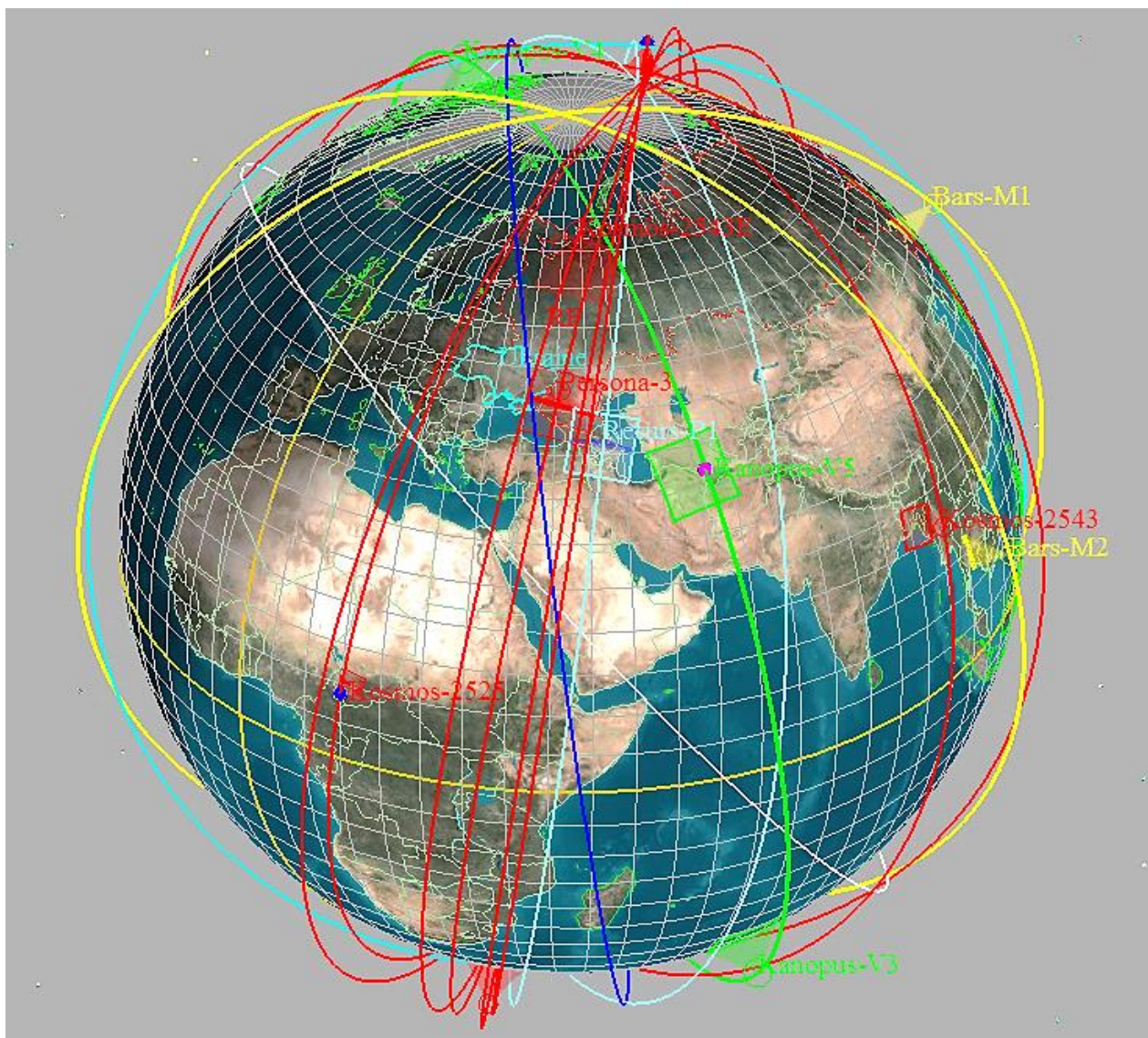


Рис. 2.3. Орбітальна побудова космічних систем видової розвідки та ДЗЗ РФ станом на початок 2021 року

Основними характеристиками можливостей з ведення видової КсР (для КА ДЗЗ – ОЕСп, РЛСп) є:

смуга розвідки (захоплення) – смуга на поверхні Землі уздовж траєкторії польоту КА, у межах якої можливе перенацілювання технічного засобу розвідки (ДЗЗ);

смуга огляду – простір на поверхні Землі у вигляді смуги уздовж напрямку польоту КА, ширина якої визначається полем зору технічного засобу розвідки (ДЗЗ), а довжина – часом знімання, і виражена в мірах довжини;

поле зору – просторовий кут, у межах якого можливо отримання зображення поверхні Землі за допомогою видового технічного засобу розвідки (ДЗЗ);

миттєве поле зору – просторовий кут, у межах якого один приймальний елемент видового технічного засобу створює зображення сцени;

просторова розрізненість (на місцевості) – характеристика зображення, створювана видовим технічним засобом розвідки (ДЗЗ), яку визначає розмір найменшого компактного об'єкта або ширина видовженого об'єкта певного контрасту, якого можна визначити (розрізнити) на цьому зображенні з заданою імовірністю.

Смуга розвідки (захоплення) КА ОЕР (ОЕСп) (рис. 2.4) визначається висотою польоту $H_{КА}$, параметрами датчика та максимально можливим кутом відхилення оптичної осі об'єктива від нормалі α_{max} . Смуга огляду вужча, ніж смуга розвідки (смуга захоплення), і визначається кутом зору оптико-електронного датчика.

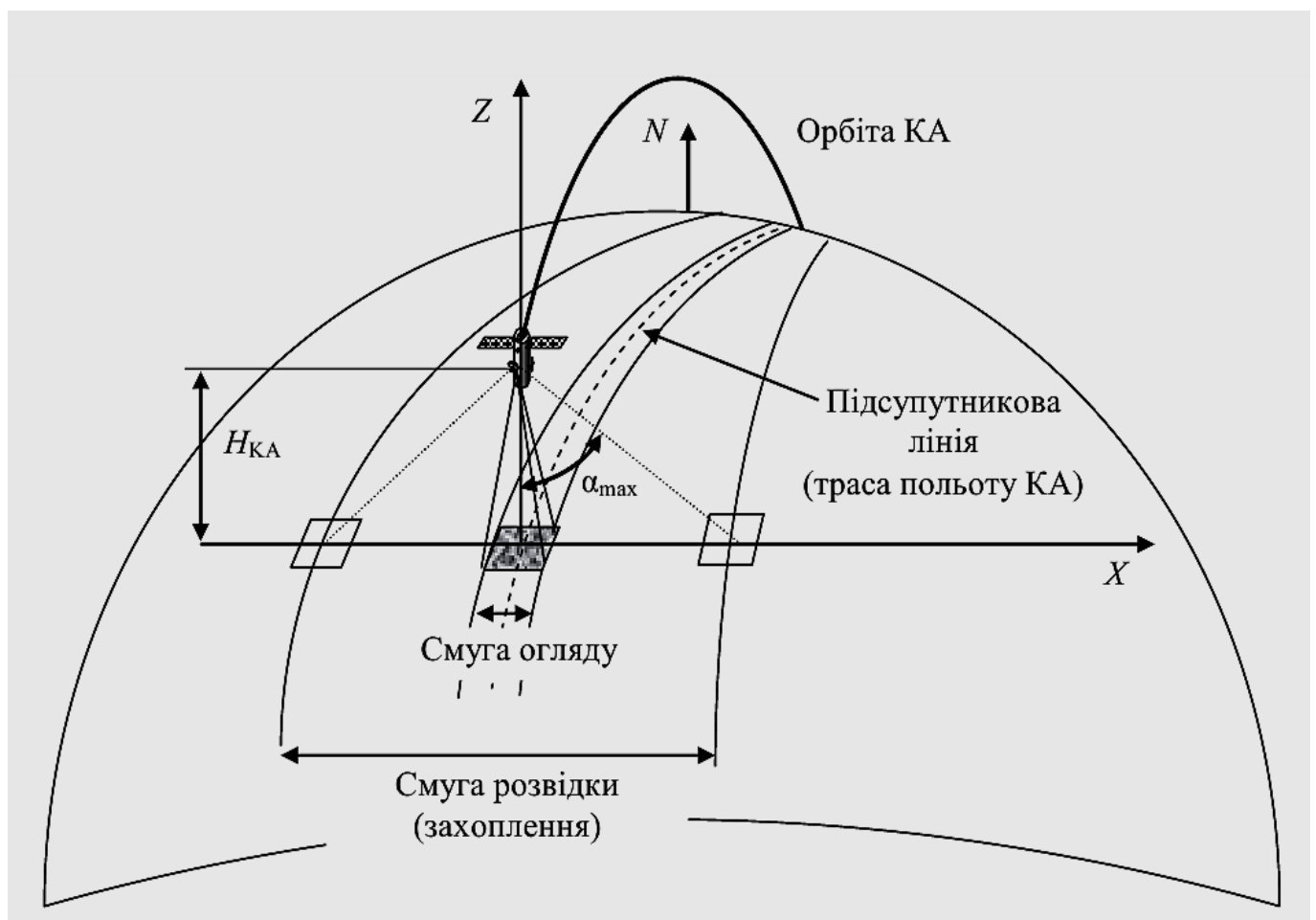


Рис. 2.4. Визначення смуги огляду і смуги розвідки КА ОЕР (ОЕСп)

Ширина смуги розвідки (захоплення) КА ОЕР (ОЕСп) розраховується за формулою

$$L_{\text{огл}} = 2 \times H_{\text{КА}} \times \text{tg } \alpha_{\text{max}}, \text{ км.} \quad (2.1)$$

Смуга огляду може бути розміщена в будь-якому місці смуги розвідки (захоплення) за рахунок нахилу оптичної осі об'єктива перпендикулярно напрямку польоту КА. У КА розвідки, в яких об'єктиви оптико-електронних датчиків мають великі розміри, нахил здійснюється відповідним поворотом корпусу КА.

Кут відхилення оптичної осі об'єктива від нормалі α_{max} , як правило, не перевищує значення $\pm 30^\circ$ (у сучасних КА ДЗЗ може становити $\pm 40^\circ \div 60^\circ$), оскільки при збільшенні цих меж атмосфера значно погіршує властивості зображення, яке формується на оптичному приймачі, та на зображенні виникають значні геометричні й перспективні викривлення.

Смуга розвідки (захоплення) КА РЛР (РЛСп) (рис. 2.5) складається з однієї (ліворуч або праворуч від траси польоту КА) або двох (ліворуч і праворуч від траси польоту КА) смуг огляду за винятком підсупутникової смуги безпосередньо під КА.

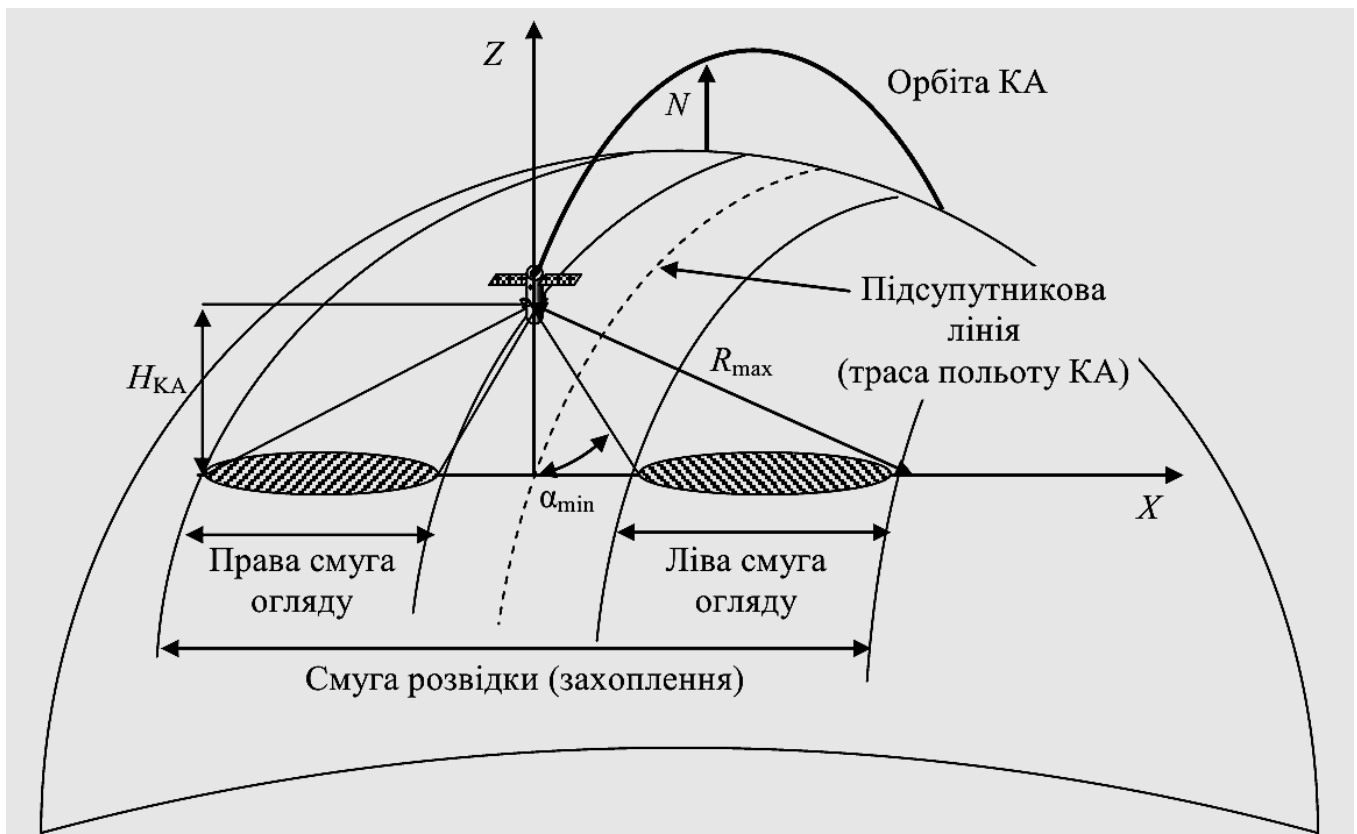


Рис. 2.5. Визначення смуги огляду і смуги розвідки КА РЛР (РЛСп)

Ширина підсупутникової смуги визначається висотою польоту КА $H_{КА}$ й кутом $\alpha_{\max}$, у межах якого просторова розрізненість поперек смуги недостатня. Для більшості випадків цей кут становить $\pm 20^\circ \div 30^\circ$.

Ширина смуги розвідки (захоплення) КА РЛР (РЛСп) визначається висотою польоту КА $H_{КА}$ і максимальною похилою дальністю радіолокатора $R_{\max}$.

Ширина смуг розвідки (захоплення) для типових висот орбіт діючих російських КА залежно від кута відхилення оптичної осі об'єктива наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Ширина смуги захоплення для типових висот орбіт КА, км

№ ч.ч.	Тип КА	Висота КА, км	Кут відхилення оптичної осі об'єктива від нормалі $\alpha_{\max}$, град.					
			5°	10°	30°	40°	50°	60°
1.	МКС	404	70	142	466	677	962	1399
2.	Ресурс-П	470	82	165	542	788	1120	1628
3.	Канопус-В	505	88	178	583	847	1203	1749
4.	Барс-М	570	99	201	658	956	1358	1974
5.	Персона	712	124	252	822	1194	1697	2466
6.	Метеор-М	823	144	290	950	1381	1961	2850
7.	Лотос-С	905	158	319	1045	1518	2157	3135

Результати математичного моделювання орбітальних угруповань космічних систем видової розвідки та ДЗЗ РФ свідчать, що станом на початок 2021 року космічні системи видової розвідки та ДЗЗ РФ ОЕР забезпечують можливість цілодобового оптико-електронного та радіолокаційного космічного знімання об'єктів (районів) на території України з високою та надвисокою просторовою розрізненістю на 25 – 35 прольотах за добу. Переважна більшість таких прольотів (19 – 26) здійснюється у ранковий час з 07:00 до 10:00 години (8 – 9 прольотів) та передполуденний і полуденний час з 10:00 до 13:00 години (11 – 17 прольотів).

Дані про середню добову кількість прольотів КА видової розвідки та ДЗЗ РФ над територією України наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Середня добова кількість прольотів КА видової розвідки та ДЗЗ РФ над територією України

№ ч.ч.	Назва КА	Середня кількість прольотів КА за добу, з них				
		Всього	7:00-10:00	10:00-13:00	13:00-15:00	15:00-18:00
1.	Персона-2 (Космос-2486)	2 – 3	1			
2.	Персона-3 (Космос-2506)	2 – 3	1	1		
3.	Космос-2519	2 – 3			1 – 2	
4.	Космос-2523	1 – 3	1	1		
5.	Космос-2525	2	1			
6.	Космос-2542	2		1		
7.	Космос-2543	2 – 3		1	1	
8.	Космос-2543Е	2 – 3	1 – 2			
9.	Кондор (Космос-2487)	3 – 4				1 – 2
10.	Барс-М1 (Космос-2503)	2				1
11.	Барс-М2 (Космос-2515)					
12.	Ресурс-П1	2 – 3	1	1		
13.	Ресурс-П3	2 – 3		1 – 2		
14.	Канопус-В-ИК	2 – 4		1 – 2		
15.	Канопус-В3	2 – 4		1 – 2		
16.	Канопус-В4	2 – 4		1 – 2		
17.	Канопус-В5	2 – 4		1 – 2		
18.	Канопус-В6	2 – 4		1 – 2		
19.	Аіст-2Д	1 – 2	1			
20.	МКС	3 – 5	1			
	РАЗОМ	38 – 61	8 – 9	11 – 17	2 – 3	2 – 3

Інтенсивність розвідувальних прольотів 8 космічних апаратів ОЕР РФ становить 11 – 13 прольотів у світлий час доби, з них у ранковий час 5 – 6 прольотів з 07:00 до 10:00, у передполуденний і полуденний час 4 прольоти з 10:00 до 13:00.

КА РЛР “Кондор” (Космос-2487) забезпечує технічну можливість радіолокаційної розвідки території України під різними ракурсами знімання з інтенсивністю 3 – 4 прольоти за добу у різний час.

Особливості орбітальної побудови КС топогеодезичного забезпечення дозволяють залучати до вирішення завдань ОЕР території України на початку 2021 року лише один з двох КА – КА “Барс-М1” (Космос-2503) на 1 прольоті з 15:00 до 16:00.

Значне посилення можливостей з ведення видової ОЕР в інтересах підготовки та застосування російських угруповань військ (сил) можливе із застосуванням (використанням) космічних систем ДЗЗ РФ. А саме:

орбітальна побудова КС ДЗЗ у складі 2 КА типу “Ресурс-П” забезпечує можливість безпропускнуго, з перекриттям смуг огляду оптико-електронного космічного знімання об’єктів (районів) на території України у різних спектральних діапазонах з просторовою розрізненністю 0,75 – 1 (3–4) м, 12 (24) м, 25–30 м, 60 (120) м на 2 – 3 прольотах щодоби у світлий час з 09:30 до 12:00;

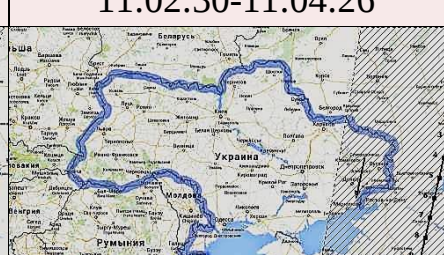
орбітальна побудова КС ДЗЗ у складі 5 КА типу “Канопус-В” забезпечує можливість безпропускнуго, з перекриттям смуг огляду, оптико-електронного космічного знімання об’єктів (районів) на території України у різних спектральних діапазонах з просторовою розрізненністю 2,1 (10,5) м на 5 – 10 прольотах щодоби у світлий час з 09:40 до 11:45;

експериментальний КА ДЗЗ “Аіст-2Д” забезпечує можливість оптико-електронного космічного знімання об’єктів (районів) на території України з просторовою розрізненністю 1,9 – 2,1 м в панхроматичному діапазоні та 4,4 м – в мультиспектральному діапазоні на 1 прольоті щодоби у світлий час з 09:00 до 10:00;

російський сегмент МКС забезпечує можливість оптико-електронного космічного знімання об’єктів (районів) на території України з просторовою розрізненністю 1,15 (5,4) м на 1 прольоті щодоби у ранковий час з 06:00 до 08:30.

Приклади найбільш типових розвідувальних прольотів КА ОЕР та ДЗЗ РФ з високою та надвисокою просторовою розрізненністю над територією України у грудні 2020 року – січні 2021 року на інтервалі часу 3 доби із зазначенням часу (місцевий київський) наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Приклади типових розвідувальних прольотів КА ОЕР та ДЗЗ РФ над територією України у грудні 2020 року – січні 2021 року

30.12.2020	31.12.2020	01.01.2021
КА "Персона-2"		
08:32:43-08:35:16	09:18:25-09:20:10	08:25:05-08:27:38
		
КА "Персона-3"		
09:07:24-09:09:58	09:53:56-09:56:30	09:01:39-09:03:56
		
КА "Космос-2519"		
14:15:40-14:18:08	15:00:18-15:02:46	14:12:05-14:14:32
		
КА "Ресурс-П1"		
10:02:13-10:04:37	09:31:16-09:33:41	10:34:16-10:36:41
		
КА "Ресурс-П3"		
12:02:49-12:05:14	11:32:25-11:34:50	11:02:30-11:04:26
		

2.2.1.2. Космічні апарати видової космічної розвідки Російської Федерації

Космічні апарати ОЕР “Персона” (Космос-2486, Космос-2506) – це військові КА оптико-електронної розвідки третього покоління, що призначені для отримання знімків земної поверхні з високою просторовою розрізненістю та оперативної їх передачі користувачам, у тому числі – через КА-ретранслятори.

КА “Персона” створений на базі КА ДЗЗ “Ресурс-ДК1” – уніфікованій платформі “Ресурс-УКП”. Основною відмінністю КА “Персона” від КА ДЗЗ “Ресурс” є більше (понад 3 рази) дзеркало основного телескопа діаметром 1,5 м.

Дані про платформу “Ресурс-УКП” та специфічні габаритні розміри телескопа дозволяють представити вигляд і компоновку КА ОЕР “Персона” (рис. 2.6).



КА “Ресурс-ДК1”



КА “Персона-2”



КА “Персона-3”

Рис. 2.6. Схема КА “Ресурс-ДК1” та можливий вигляд КА “Персона”

Аналіз характеристик платформи “Ресурс-УКП” та орбітальних параметрів КА “Персона” дозволяють оцінити його масо-габаритні характеристики й окремі показники можливостей, що наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Основні характеристики КА “Персона”

№ ч.ч.	Назва КА	“Персона-2” (Космос-2486)	“Персона-3” (Космос-2506)
1.	Номер КА (№ НОРАД)	2013-028А (39177)	2015-029А (40699)
2.	Дата виведення	07.06.2013	23.06.2015
3.	Стартовий майданчик	Плесецьк пл. 43/4	Плесецьк пл. 43/4
4.	Засіб виведення	РН “Союз-2.16”	РН “Союз-2.16”
5.	Типова маса, кг	понад 7 000	понад 7 000
6.	Габаритні розміри, м	не менше 7,5х15	не менше 7,5х15
7.	Орбіта	Кругова сонячно-синхронна	
8.	Висота орбіти типова, км	715	715
9.	Нахилення площини орбіти, град	98,2	98,2
10.	Період обертання, хв	99,0	99,0
11.	Кут перенацілювання вісі візування знімальної апаратури за креном і тангажем, град	±30	±30
12.	Ширина смуги захоплення, км	825	825
13.	Ширина смуги огляду (в надир) км	15-20	15-20
14.	Просторова розрізненість (в надир), м панхроматичний діапазон вузькі спектральні діапазони	краще 1 (30 см) 2–3	краще 1 (30 см) 2–3
15.	Термін активного існування, років	7	7

Класифікація КА “Космос-2519”, виведеного на орбіту 23.06.2017 року, як КА оптико-електронної розвідки ґрунтується на даних про:

місце запуску – космодром Плесецьк, стартовий майданчик № 43/4;

час запуску – використання однакових так званих “вікон старту” та відпрацьованих алгоритмів і програм пускових операцій для них (23.06.2017 – КА “Космос-2519”, 23.06.2015 – КА “Персона-3”, 07.06.2013 – КА “Персона-2”);

клас використаних ракетноносіїв – РН “Союз-2.1в” з розгінним блоком “Волга” – для КА “Космос-2519”, РН “Союз-2.1б” – для КА типу “Персона”;

виведення КА “Космос-2519” в орбітальну площину КА “Персона-2”;

загальну воєнно-політичну обстановку та оперативно-стратегічну обстановку, пов’язаних із розгортанням РФ чисельних угруповань військ (сил) у західних і південно-західних регіонах, підготовкою та проведенням активної фази стратегічних навчань ЗС РФ “Запад-2017” на військових полігонах Білорусії.

Аналогічний підхід за результатами математичного моделювання та аналізу орбітального польоту використаний для класифікації решти космічних апаратів як КА оптико-електронної розвідки. А саме:

КА “Космос-2523”, що відділився 30.10.2017 року від КА “Космос-2521”;

КА “Космос-2525”, що виведений 29.03.2018 року на сонячно-синхронну орбіту між орбітальними площинами КА “Персона-2” та “Персона-3”;

КА “Космос-2542”, що виведений 25.11.2019 року на сонячно-синхронну еліптичну орбіту;

КА “Космос-2543”, що відділився 06.12.2019 року від КА “Космос-2542”;

КА “Космос-2543Е”, що відділився 15.07.2020 року від КА “Космос-2543”.

Космічний апарат РЛР “Кондор” (Космос-2487) з радіолокатором синтезованої апертури (РСА) призначений для отримання, зберігання і передавання на наземні пункти приймання та оброблення високодетальної інформації дистанційного зондування Землі в мікрохвильовому діапазоні спектру електромагнітного випромінювання. РСА забезпечує цілодобове і всепогодне знімання земної поверхні.

На КА РЛР “Кондор” застосована параболічна антена діаметром 6 м, що розгортається на орбіті. Багатофункціональний радіолокатор з довжиною хвилі зондуючого сигналу 9,6 см забезпечує знімання земної поверхні з просторовою розрізненністю 1–3 м в детальному та 5–20 м в оглядовому режимах у межах 2 смуг захоплення шириною по 500 км ліворуч і праворуч від траси польоту.

Параболічна антена дозволяє динамічно перенацілюватися на райони знімання ліворуч або праворуч від траси польоту в діапазоні кутів візування 20° – 55° .

Загальний вигляд КА РЛР “Кондор” за даними про його експортний аналог КА РЛСп “Кондор-Э” та приклад отриманого зображення (Перл-Харбор, Гавайські острови) показані на рис. 2.7.

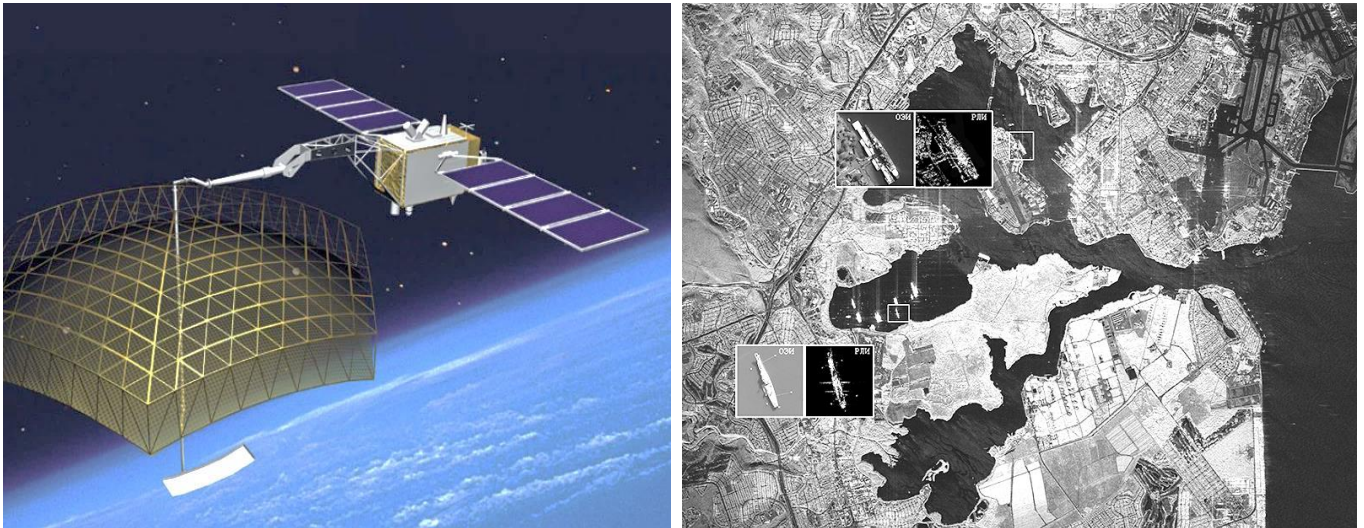
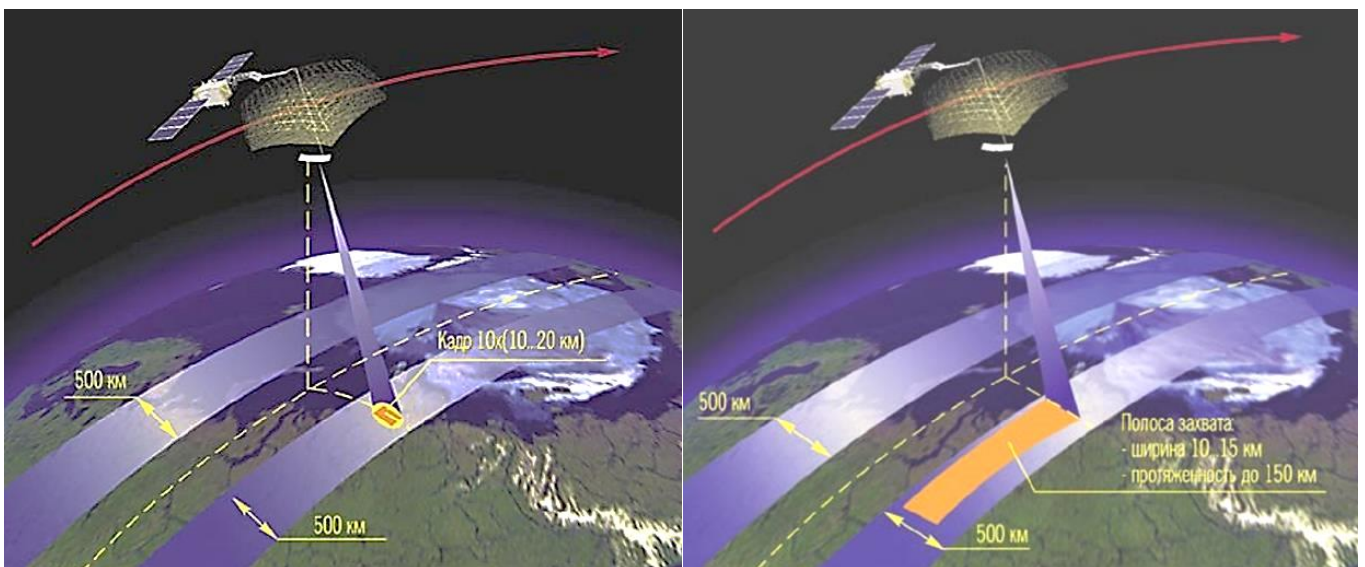


Рис. 2.7. Загальний вигляд та приклад отриманого зображення КА “Кондор”

Бортовий радіолокатор КА здатний забезпечувати проведення стереоскопічного та інтерферометричного знімання для побудови цифрових моделей рельєфу місцевості. Основні показники детальних режимів знімання КА РЛР “Кондор” показані на рис. 2.8.



Детальний прожекторний
режим знімання

Детальний безперервний
режим знімання

Рис. 2.8. Схеми детальних режимів знімання КА РЛР “Кондор”

Основні характеристики КА “Кондор” (Космос-2487) приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Основні характеристики КА “Кондор” (Космос-2487)

№ ч.ч.	Назва КА	“Кондор” (Космос-2487)
1.	Номер КА (№ НОРАД)	2013-032А (39194)
2.	Дата виведення	27.06.2013
3.	Стартовий майданчик	космодром Байконур
4.	Засіб виведення	РН “Стрела”
5.	Орбіта	Кругова сонячно-синхронна
6.	Висота орбіти типова, км	500
7.	Нахилення площини орбіти, град	74,7
8.	Період обертання, хв	94,6
9.	Термін активного існування, років	5
10.	Маса КА (з корисним навантаженням), кг	1 150
11.	Маса РСА, кг	350
12.	Частотний діапазон РСА	S
13.	Ширина смуги захоплення, км	2 x 500
14.	Ширина смуги огляду, км	> 10
15.	Просторова розрізненність, м	
	прожекторний режим	1 – 2
	детальний безперервний режим	1 – 3
	оглядовий режим	5 – 20
16.	Діапазон кутів візування за креном, град	± 20 – 55
17.	Частотний діапазон лінії передавання даних	X-діапазон
18.	Швидкість передавання даних, Мбіт/с	до 350

2.2.1.3. Космічні апарати дистанційного зондування Землі Російської Федерації

Космічні апарати “Ресурс-П” (П – перспективний) – це серія російських КА ДЗЗ подвійного призначення, що є розвитком проекту “Ресурс-ДК1”. Всього на орбіти виведені 3 КА “Ресурс-П”: “Ресурс-П1” – 25.06.2013 р., “Ресурс-П2” – 26.12.2014 р., “Ресурс-П3” – 13.03.2016 р. У нинішній час діючими є 2 КА “Ресурс-П” – КА “Ресурс-П1” і КА “Ресурс-П3”. Основні характеристики КА “Ресурс-П” приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Основні характеристики КА “Ресурс-П”

№ ч.ч.	Основні характеристики	КА “Ресурс-П”
1.	Дата виведення	№1 – 25.06.2013 р. №3 – 13.03.2016 р.
2.	Стартовий майданчик	космодром Байконур
3.	Засіб виведення	РН “Союз-2”
4.	Орбіта	Кругова сонячно-синхронна
5.	Висота орбіти, км	470
6.	Нахилення площини орбіти, град	97,3
7.	Період обертання, хв	93,983
8.	Термін активного існування, років	5
9.	Маса КА (з корисним навантаженням), кг	5 920
10.	Габаритні розміри, м	7,4×14
11.	Потужність системи електроживлення, Вт	2000
12.	Кут перенацілювання вісі візування знімальної апаратури за креном і тангажем, град	±40
13.	Кут перенацілювання вісі візування знімальної апаратури за роллюванням, град	±60

У виведеного на цільову орбіту КА “Ресурс-ПЗ” одна з його сонячних батарей розкрилася не повністю, причому усунути цю проблему за допомогою двох маневрів по виведенню КА на робочу орбіту не вдалося. Не зважаючи на те, що проблемна батарея постачала лише половину передбаченої потужності, повідомлялося, що в цілому КА отримує досить енергії для повноцінної роботи і планується, що він відпрацює призначений термін. У вересні 2016 року виробник КА повідомив про повне розкриття сонячної батареї і початку штатної експлуатації КА “Ресурс-ПЗ”. Але вже 19.05.2017 року було повідомлено, що КА “Ресурс-ПЗ” вийшов з ладу (останні знімки були отримані в лютому 2017 року). Відновлення роботи КА “Ресурс-ПЗ”, повернення його до складу орбітального угруповання та використання за призначенням здійснено наприкінці квітня 2020 року.

КА “Ресурс-П” призначений для багатозонального дистанційного зондування земної поверхні з метою отримання високоінформативних зображень у видимому діапазоні спектру в масштабі часу, близькому до реального.

Основні вирішувані завдання: складання та оновлення загальногеографічних, тематичних і топографічних карт; контроль забруднення довкілля, в т. ч. екологічний контроль в районах геологорозвідувальних робіт і видобутку корисних копалин, контроль водозахисних і заповідних районів; інвентаризація природних ресурсів (сільськогосподарських і лісових угідь, пасовищ, районів промислу морепродуктів), створення земельного кадастру і контроль господарських процесів для забезпечення раціональної діяльності в різних галузях господарства; інформаційне забезпечення пошуку нафти, природного газу, рудних і інших родовищ корисних копалини; контроль забудови територій, отримання даних для інженерної оцінки місцевості в інтересах господарської діяльності; інформаційне забезпечення прокладення магістралей і будівництва великих споруд, автомобільних і залізничних доріг, нафто- і газопроводів, систем зв'язку; виявлення незаконних посівів нарковмісних рослин і контроль їх знищення; оцінка льодової обстановки; спостереження районів надзвичайних ситуацій з метою моніторингу стихійних лих, аварій, катастроф, а також оцінки їх наслідків і планування відновлювальних заходів; інформаційне забезпечення вирішення завдань національної безпеки та оборони.

Загальний вигляд КА ДЗЗ “Ресурс-П” показаний на рис. 2.9.

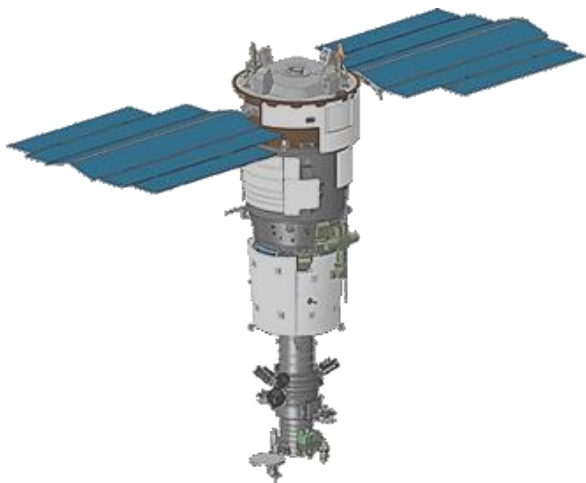


Рис. 2.9. КА “Ресурс-П”

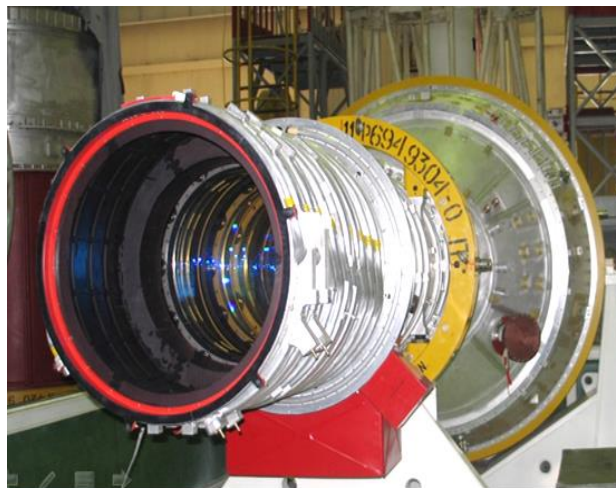


Рис. 2.10. ОЕК “ТЕОТОН-Л1”

Комплекс цільової апаратури КА “Ресурс-П” включає:

оптико-електронний комплекс високої розрізненості “ТЕОТОН-Л1” із системою приймання та перетворення інформації (СПП) “САНГУР-1У” (рис. 2.10);

комплекси широкозахватної мультиспектральної знімальної апаратури високої ШМСА-ВР (рос. – *Широкозахватная Мультиспектральная Съёмочная Аппаратура Высокого Разрешения*) і середньої ШМСА-СР (рос. – *Широкозахватная Мультиспектральная Съёмочная Аппаратура Среднего Разрешения*) розрізненості;

гіперспектральну знімальну апаратуру ГСА (рос. – *Гиперспектральная Съёмочная Аппаратура*).

Оптико-електронний комплекс високої розрізненості “ТЕОТОН-Л1” із системою приймання та перетворення інформації “САНГУР-1У” дозволяє отримувати високодетальне знімання земної поверхні з просторовою розрізненістю до 70 см в панхроматичному режимі (ПХ) та не гірше 3–4 м в мультиспектральному режимі (МС). Ширина смуги земної поверхні, що знімається за один проліт КА “Ресурс-П” становить 38 км. Об’єктив “Актиній 4АМ” масою 310 кг має апертуру 500 мм, фокусну відстань 4 000 мм, поле зору 6°.

Комплекси широкозахватної мультиспектральної знімальної апаратури високої (ШМСА-ВР) і середньої (ШМСА-СР) розрізненості дозволяють отримувати матеріали космічного знімання земної поверхні з просторовою

розрізненністю 12 м/60 м в панхроматичному режимі та 24 м/120 м в мультиспектральному режимі в смугах огляду шириною 96 км (ШМСА-ВР) та 480 км (ШМСА-СР). Гіперспектральна знімальна апаратура ГСА дозволяє отримувати матеріали космічного знімання земної поверхні в 96 – 255 спектральних каналах (довжина хвилі 0,4 – 1,1 мкм) з просторовою розрізненністю 25–30 м у смузі огляду шириною 25 км.

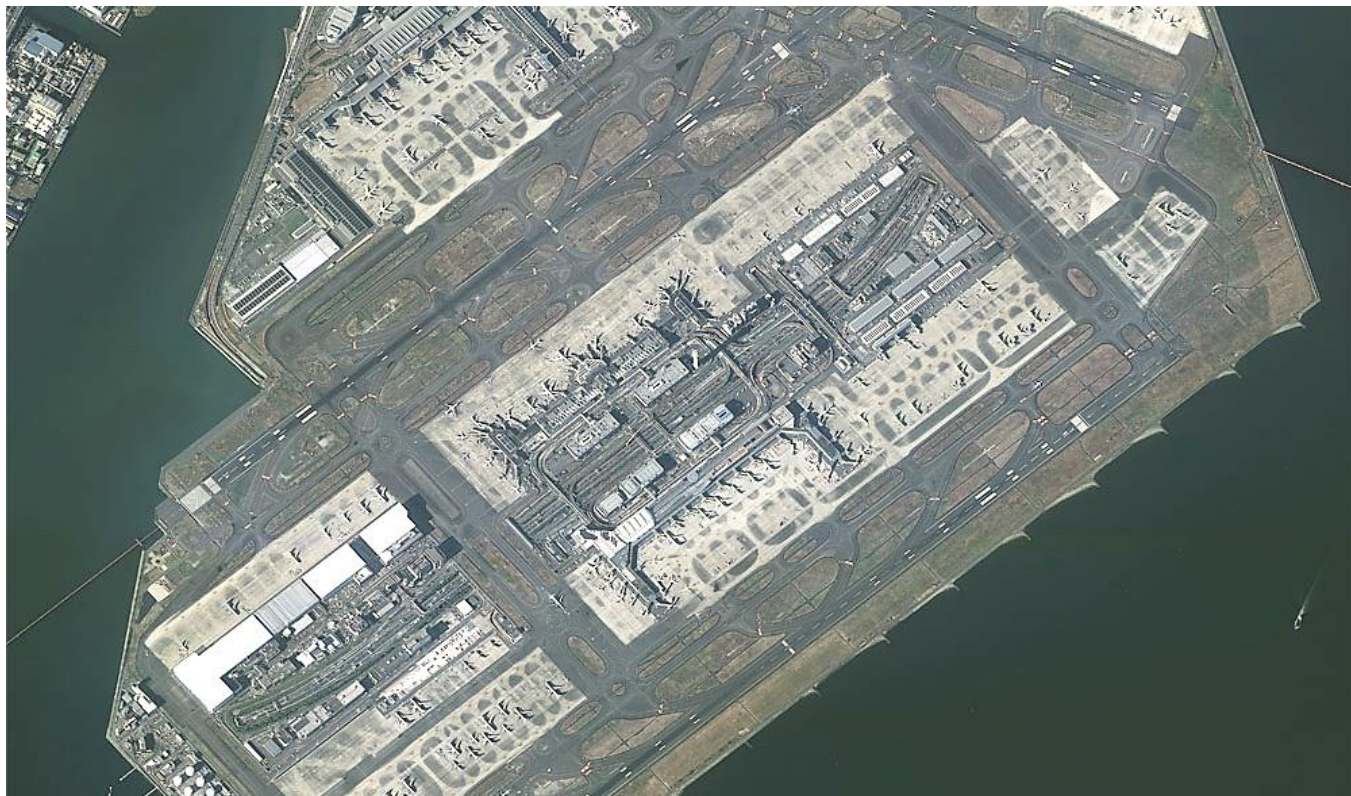
Основні технічні характеристики знімальної апаратури КА “Ресурс-П” приведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9. Технічні характеристики знімальної апаратури КА “Ресурс-П”

Режим знімання	ШМСА-ВР		ШМСА		ГСА
	ПХ	МС	ШМСА-ВР	ШМСА-СР	
Спектральний діапазон, мкм	0,58–0,80	0,45–0,52 (синій) 0,52–0,60 (зелений) 0,61–0,68 (червоний) 0,70–0,80; 0,67–0,70; 0,70–0,73; (червоний+ближній ІЧ)	ПХ режим: 0,43–0,70 МС режим: 0,43–0,51 (синій) 0,51–0,58 (зелений) 0,60–0,70 (червоний) 0,70–0,90 (ближній ІЧ-1) 0,80–0,90 (ближній ІЧ-2)		0,4–1,1 (не менше 96 спектр. каналів)
Просторова розрізненість (в надирі), м	1	3–4	12 (ПХ режим) 24 (МС режим)	60 (ПХ режим) 120 (МС режим)	25–30
Точність позиціювання, м	СЕ90 mono = 3,1–21				
Ширина смуги огляду (знімання), км	38		96	480	25
Ширина смуги захоплення, км	950		1300		950
Періодичність знімання, діб	3				

КА “Ресурс-П” забезпечує технічну можливість проведення об’єктового та маршрутного знімання. Можливе стереознімання маршрутів протяжністю до 115 км, знімання районів розмірами до 100×300 км. Координатна прив’язка космічних знімків має середньоквадратичну помилку не більше 10–15 м.

Приклади отриманого зображення КА “Ресурс-П” показані на рис. 2.11.



Міжнародний аеропорт Токіо, Японія.
Знімання КА “Ресурс-П” 24.10.2020



Будівництво міжнародного експериментального термоядерного реактора
(м.Сен-Поль-ле-Дюранс, Франція). Знімання КА “Ресурс-П” 24.10.2020

Рис. 2.11. Приклади отриманого зображення КА “Ресурс-П”

Космічні апарати “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК” космічного комплексу оперативного моніторингу техногенних і природних надзвичайних ситуацій призначені для отримання панхроматичних і багатозональних зображень поверхні Землі в інтересах забезпечення міністерства РФ у справах цивільної оборони, надзвичайних ситуацій і ліквідації наслідків стихійних лих, інших міністерств і відомств оперативною інформацією.

Станом на початок 2021 року діючими є 5 КА “Канопус-В” – “Канопус-В-ИК”, “Канопус-В3”, “Канопус-В4”, “Канопус-В5”, “Канопус-В6”. КА “Канопус-В1” (2012-039А, 38707), гарантований термін активного існування (5 років) якого закінчився ще 21.07.2017 року, виведений із складу ОУ з 01.07.2020 року.

Основні характеристики КА “Канопус-В” приведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 Основні характеристики КА “Канопус-В”

№ ч.ч.	Назва КА	“Канопус-В”	“Канопус-В-ИК”
1.	Дата виведення	№3 – 01.02.2018 №4 – 01.02.2018 №5 – 27.12.2018 №6 – 27.12.2018	№1 – 14.07.2017
2.	Орбіта	кругова сонячно-синхронна	
3.	Висота орбіти, км	510 ±10	510
4.	Нахилення площини орбіти, град	97,4	97,4
5.	Період обертання, хв	94,8	94,8
6.	Термін активного існування, років	не менше 5	не менше 5
7.	Маса КА (з корисним навантаженням), кг	465	~600±30
8.	Маса цільової апаратури, кг	106	~191
9.	Тип системи орієнтації	тривісна	тривісна
10.	Точність орієнтації, вугл. мін	не гірше 5	не гірше 5
11.	Точність стабілізації, град/с	0,001	0,001
12.	Кути відхилення КА за креном і тангажем, град	±40	±40

Космічні апарати “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК” призначені для вирішення наступних завдань оперативного моніторингу: моніторинг техногенних і природних надзвичайних ситуацій, у тому числі стихійних гідрометеорологічних явищ; виявлення вогнищ лісових пожеж, великих викидів забруднюючих речовин в

природне середовище; моніторинг сільськогосподарської діяльності, природних (у тому числі водних і прибережних) ресурсів; моніторинг землекористування; оперативне спостереження заданих районів земної поверхні; картографування. Загальний вигляд КА “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК” показаний на рис. 2.12.

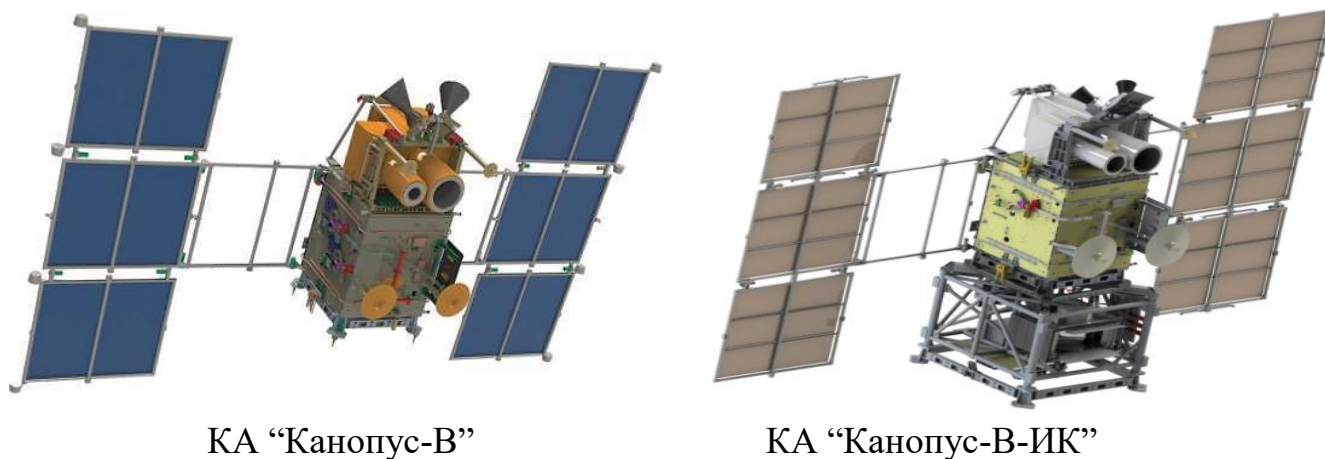


Рис. 2.12. Загальний вигляд КА “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК”

Комплекс цільової апаратури КА “Канопус-В” включає:

панхроматичну знімальну систему ПСС (*рос. – Панхроматическая Съёмочная Система*), яка дозволяє отримувати матеріали космічного знімання в 1 спектральному каналі з розрізненністю 2,1 м у смузі огляду шириною 23 км;

багатозональну знімальну систему МСС (*рос. – Многозональная Съёмочная Система*), яка дозволяє отримувати матеріали космічного знімання в 4 спектральних каналах з розрізненністю 10,5 м у смузі огляду шириною 23 км;

На КА “Канопус-В-ИК” додатково встановлений багатоканальний радіометр середнього і далекого інфрачервоних діапазонів МСУ-ИК-СРМ (*рос. – Многоканальный радиометр среднего и дальнего инфракрасных диапазонов*), який дозволяє отримувати матеріали космічного знімання в 2 спектральних каналах з розрізненністю 200 м у смузі огляду шириною 2000 км і при зніманні в надир виявляти пожежі з мінімальними розмірами 5х5 м.

Основні технічні характеристики знімальної апаратури КА “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК” приведені в таблиці 2.11, приклади отриманого зображення показані на рис. 2.13, 2.14.

Таблиця 2.11. Основні технічні характеристики знімальної апаратури КА “Канопус-В” та “Канопус-В-ИК”

Характеристики	Просторова розрізненість при зніманні в надир, м	Смуга огляду, км	Спектральний діапазон, мкм	Кількість спектральних каналів
КА “Канопус-В”				
Панхроматична знімальна система	2,1	23	0,54–0,86	1
Багатозональна знімальна система	10,5	23	0,46–0,52 0,51–0,60 0,63–0,69 0,75–0,84	4
КА “Канопус-В-ИК”				
Панхроматична знімальна система	2,1	23	0,54–0,86	1
Багатозональна знімальна система	10,5	23	0,46–0,52 0,51–0,60 0,63–0,69 0,75–0,84	4
Багатоканальний радіометр середнього і далекого інфрачервоних діапазонів	200	2000	3,5–4,1 8,4–9,4	2
	Мінімально виявляємий епіцентр пожежі при зніманні в надир становить 5×5 м			



Міжнародний аеропорт Париж-Шарль-де-Голль, Франція.

Знімання КА “Канопус-В” 18.11.2020

Рис. 2.13. Приклад отриманого зображення КА “Канопус-В”



Моніторинг лісових пожеж. Рівненська область, Україна.
Знімання КА “Канопус-В” 12.04.2020, апаратура ПСС, МСС



Моніторинг лісових пожеж. Київська область, Україна.
Знімання КА “Канопус-В” 08.04.2020, апаратура ПСС, МСС

Рис. 2.14. Приклади отриманого зображення КА “Канопус-В”

Експериментальний КА ДЗЗ “Аіст-2Д” призначений для проведення наукових експериментів, відпрацювання і сертифікації цільової апаратури ДЗЗ, апаратури забезпечення та їх програмного забезпечення для подальшого використання в перспективних розробках космічної техніки. Відноситься до класу малих КА (маса 531 кг).

Загальний вигляд і компоновання КА “Аіст-2Д” показано на рис. 2.15, приклади отриманого зображення – на рис. 2.16, основні характеристики приведені в таблиці 2.12.



Рис. 2.15. Загальний вигляд і компоновання КА “Аіст-2Д”

На борту КА “Аіст-2Д” крім наукових приладів встановлена оптико-електронна апаратура видимого діапазону для ДЗЗ “Аврора” масою 72 кг, яка забезпечує космічне знімання:

у смузі огляду шириною 40 км з просторовою розрізненністю 1,9–2,1 м в панхроматичному діапазоні та 4,4 м – в мультиспектральному діапазоні;

у смузі огляду шириною 47 км з просторовою розрізненністю 120 м в інфрачервоному діапазоні.

Швидкість передачі інформації на наземні станції приймання даних ДЗЗ становить 64–175 Мбіт/с.

Таблиця 2.12. Основні характеристики КА “Аіст-2Д”

№ ч.ч.	Назва КА	КА “Аіст-2Д”
1.	Дата виведення	28.04.2016 р.
2.	Орбіта	Кругова сонячно-синхронна
3.	Висота орбіти, км	462,46×476,07
4.	Нахилення площини орбіти, град	97,2
5.	Період обертання, хв	93,98
6.	Термін активного існування, років	3
7.	Маса КА, кг	531
8.	Маса платформи КА, кг	250
9.	Маса корисного навантаження КА, кг	281



Чорнобильська АЕС, Україна.

Знімання КА “Аіст-2Д” 29.04.2020

Рис. 2.16. Приклад отриманого зображення КА “Аіст-2Д”

2.2.1.4. Космічна розвідка з російського сегменту МКС

Міжнародна космічна станція (*англ. International Space Station, ISS*) – пілотована космічна станція на орбіті Землі. Будівництво МКС розпочалось в 1998 році у співробітництві аерокосмічних агентств РФ, США, Японії, Канади, Бразилії та Євросоюзу. Першим модулем МКС став виведений на орбіту 20.11.1998 року функціонально-вантажний блок “Заря” (1998-067А, 25544), що виготовлений РФ за контрактом з компанією Боїнг і профінансований США. За угодою кожному учаснику проекту належать його сегменти на МКС. Маса станції становить приблизно 450 тонн. Загальний вигляд МКС показано на рис. 2.17, приклад отриманого зображення – на рис. 2.18



Станом на 01.01.2021 року російський сегмент МКС складається з **7 КА: 4 модулів**

(“Звезда” (2000-037А, 26400), “Пірс”, “Поиск” (2009-060А, 36086), “Рассвет”);

З космічних кораблів

(Прогресс МС-14 (2020-026А, 45595), Прогресс МС-15 (2020-050А, 45937), Союз МС-17 (2020-072А, 46613).

Рис. 2.17. Загальний вигляд МКС

Про ведення космічного знімання з борту російського сегменту МКС неодноразово повідомляли російські фахівці. А саме:

у березні 2015 р. керівник польоту російського сегменту МКС Соловйов В. повідомив, що російські космонавти у рамках роботи на МКС ведуть знімання “гарячих точок” – “ми активно працюємо по Донбасу, по Донецьку, у нас були запити і з сирійського боку”;

про знімання російськими членами екіпажу МКС земної поверхні в інтересах ЗС РФ повідомив у лютому 2016 р. космонавт Максим Сураєв, другий політ якого на МКС проходив з 28.05 по 10.11.2014 р. За його словами, з борту МКС відстежуються всі військові конфлікти та природні катастрофи, а в другому польоті у нього було завдання спостерігати за конфліктом на Україні, за Донбасом. Для цього на станції є великий вибір об’єктивів для знімання Землі з космосу.

Для спостереження Землі з космосу з російського сегменту МКС використовується різноманітна апаратура. Зокрема, в 2013–2014 роках на МКС доставлені камери телескопів канадської компанії EVC середньої (MRC) і високої (HRC) розрізненості.

Моноблок HRC призначений для відеознімання ділянки підстилаючої поверхні розміром **5,36×3,56 км** з проекцією пікселя на поверхню Землі **1,15 м** (для висоти орбіти 350 км) із швидкістю 3 кадри за секунду. Моноблок MRC дає можливість отримання зображень у вигляді смуг шириною **37,7 км** і **47,4 км** з проекцією пікселя на поверхню Землі **5,4 м** (для висоти орбіти 350 км). З використанням цих камер у 2014 р. на борту російського сегменту МКС розпочато відпрацювання технології малогабаритного радіолокатора з синтезованою апертурою в інтересах вирішення завдань природокористування, екологічного контролю і моніторингу надзвичайних ситуацій. А також заплановано проведення робіт із використанням багатоцільової апаратури видимого та інфрачервоного діапазонів електромагнітних хвиль для знімання різних ділянок земної поверхні за різних умов освітлення.



Чорнобильська АЕС, Україна.

Знімання з МКС 25.04.2019, космонавт Кононенко

Рис. 2.18. Приклад отриманого зображення з МКС

2.2.2. Орбітальні угруповання космічних апаратів радіоелектронної розвідки Російської Федерації

Ведення космічної радіоелектронної розвідки в інтересах підготовки та застосування угруповань військ (сил) РФ можливе із застосуванням (використанням):

4 КА РЕР “Лотос-С” (Космос-2455), “Лотос-С1-1” (Космос-2502), “Лотос-С1-2” (Космос-2524) та “Лотос-С1-3” (Космос-2528) на ННО;

1 КА РЕР та зв’язку “Луч (Олімп-К)” на ГСО.

Склад і основні характеристики орбітального угруповання КА радіоелектронної розвідки РФ на початок 2021 року наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13. Склад і основні характеристики орбітального угруповання КА РЕР РФ на початок 2021 року

№ ч.ч.	Назва КА	Номер КА (№ НОРАД)	Дата виведення	Параметри орбіти: $H_n \times H_a / H_{cp}$, км (i , град; T_{KA} , хв)
1.	“Лотос-С” (Космос-2455)	2009-063A (36095)	20.11.2009	899×910/ 905 (67,14°; 103,095 хв)
2.	Лотос-С1-1 (Космос-2502)	2014-086A (40358)	25.12.2014	897×907/ 902 (67,15°; 103,045 хв)
3.	Лотос-С1-2 (Космос-2524)	2017-076A (43032)	02.12.2017	896×911/ 904 (67,14°; 103,074 хв)
4.	“Лотос-С1-3” (Космос-2528)	2018-082A (43657)	25.10.2018	902×909/ 905 (67,15°; 103,114 хв)
5.	Луч (Олімп-К)	2014-058A (40258)	27.09.2014	35 785×35 786/ 35 786 (0,0357°; 1436 хв)

Космічні апарати “Лотос-С”, “Лотос-С1” – це серія російських КА радіоелектронної розвідки, які є одним з компонентів космічної системи РЕР нового покоління “Ліана”. КА цієї серії, разом з іншим компонентом системи РЕР “Ліана” – КА “Піон-НКС”, замінили КА РЕР радянської розробки типу “Цілина-2” та “УС-ПУ”, що входили до складу системи радіотехнічної розвідки і системи морської космічної розвідки та цілевказівки (МКРЦ) “Легенда”.

КА “Лотос-С” (рис. 2.19) призначений для ведення РЕР (радіо- та радіотехнічної розвідки) наземних об’єктів, контролю в різних радіодіапазонах

приземного повітряного та навколоземного космічного простору шляхом виявлення та перехоплення випромінювання радіоелектронних засобів, визначення їх координат. Ймовірний діапазон частот, що розвідуються – 0,1–11 (18) ГГц.



Рис. 2.19. КА “Лотос-С

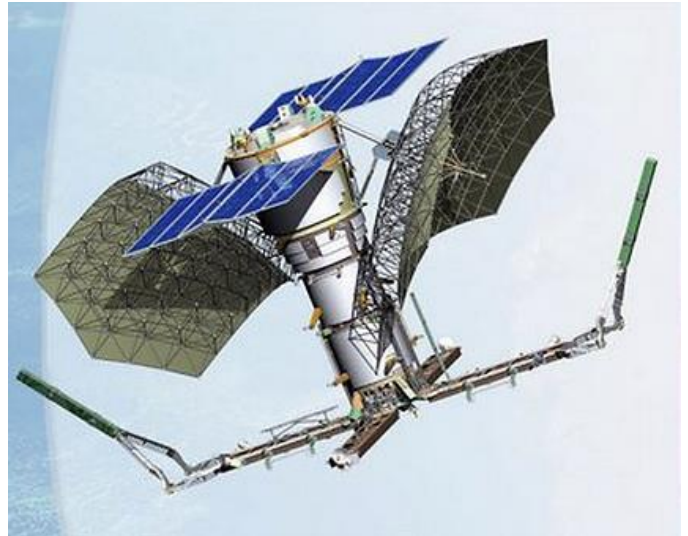


Рис. 2.20. КА “Піон-НКС”

В системі РЕР “Ліана” повного складу має функціонувати 2 КА “Лотос-С” (“Лотос-С1”) на орбітах висотою 900 км і нахиленням орбіт 67° для вирішення завдань переважно ведення оглядової та детальної РЕР в інтересах головного розвідувального управління (ГРУ) генерального штабу (ГШ), здійснення розвідки систем протиракетної (ПРО) та повітряно-космічної (ПКО), стаціонарних і рухомих об’єктів за випромінюваннями їх радіоелектронних засобів, контролю радіоелектронної обстановки на сухопутних театрах воєнних дій (ТВД), визначення та уточнення характеристик випромінювання радіоелектронних засобів. Маса КА становить близько 6 000 кг. Термін активного існування – більше 3 років.

Для ведення радіолокаційної та радіоелектронної розвідки наземних об’єктів, контролю в різних радіодіапазонах приземного повітряного та навколоземного космічного простору призначений КА “Піон-НКС” (рис. 2.20). В космічній системі РЕР “Ліана” повного складу має функціонувати 2 КА типу “Піон-НКС” на орбітах висотою 500 км і нахиленням орбіт 67° . Маса КА – 6 500 кг. Термін активного існування – більше 3 років.

За деякими оцінками, просторова розрізненість КА “Лотос-С1” та “Піон-НКС” становить близько 3 м (покращена більш ніж у 100 разів).

Нинішня орбітальна побудова космічної системи РЕР у складі 4 КА – одного КА “Лотос-С” (можливо КА “Лотос-С” 2009 року запуску – неробочий) та трьох КА “Лотос-С1” на орбітах висотою 900 км і нахиленням орбіт 67° , ймовірно, пов’язана із затримкою у створенні КА “Піон-НКС”. Загальний вигляд орбітальної побудови російської КС РЕР на ННО станом на початок 2021 року показаний на рис. 2.21.

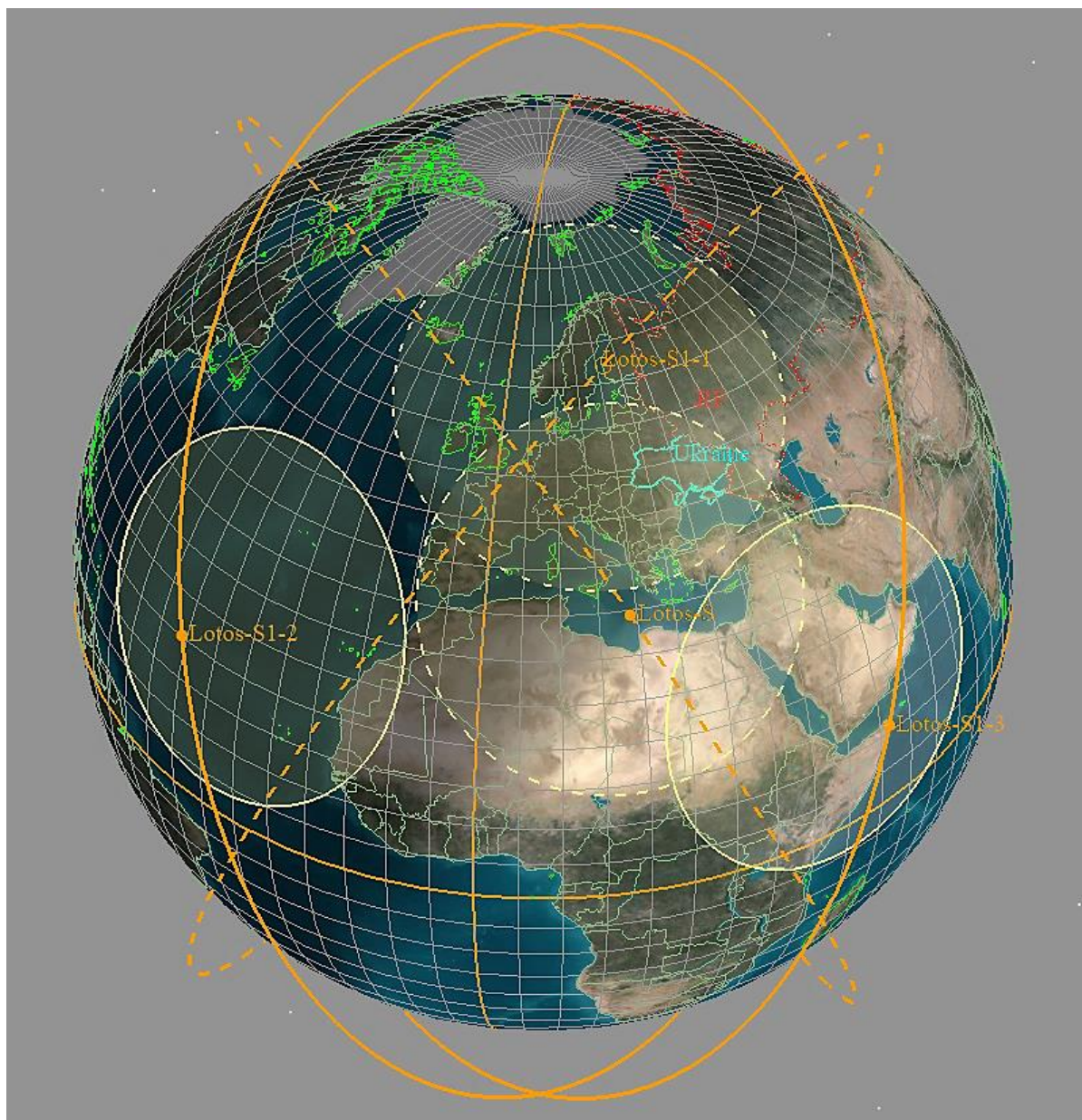


Рис. 2.21. Орбітальна побудова космічної системи РЕР РФ на ННО станом на початок 2021 року

У цілому система у складі 4 КА РЕР “Лотос-С” та “Лотос-С1” забезпечує технічну можливість гарантованої, з перекриттям смуг огляду шириною 3135 км (для висоти орбіти 905 км і поля зору бортового спеціального комплексу $\pm 60^\circ$), радіоелектронної розвідки території України з інтенсивністю до 30 – 32 прольотів (до 8 прольотів кожним КА) за добу.

Космічний апарат РЕР та зв'язку “Луч (Олімп-К)” є одним із найбільш засекречених КА РФ. Він був виведений на геоперехідну орбіту 27.09.2014 року, на ГСО – 17.10.2014 року та спочатку стабілізований в орбітальній позиції 54°сх.д.

Станом на початок 2021 року КА “Луч (Олімп-К)” за 6 років 3 місяці орбітального польоту змінив понад 25 орбітальних позицій. В кожній із цих орбітальних позицій КА “Луч (Олімп-К)” на тривалий час стабілізувався в околицях сучасних високоінформативних телекомунікаційних КА військового та комерційного призначення. Основні орбітальні позиції КА радіоелектронної розвідки РФ “Луч (Олімп-К)” та ймовірні об’єкти РЕР наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14. Основні орбітальні позиції КА радіоелектронної розвідки РФ “Луч (Олімп-К)” та його ймовірні об’єкти РЕР

№ ч.ч.	КА “Луч (Олімп-К)”		Ймовірний об’єкт РЕР	
	Орбітальна позиція	Час перебування	Призначення та назва КА	Орбітальна позиція
1.	54°сх.д.	17.10.2014-29.01.2015		
2.	96°сх.д.	23.02.2015-06.04.2015		
3.	18°зх.д.	23.06.2015-21.09.2015		
4.	24°зх.д.	04.10.2015-08.12.2015		
5.	1°зх.д.	11.01.2016-25.08.2016		
6.	9,97°сх.д.	11.09.2016-26.07.2017	телекомунікаційний, KaSat (2010-069A, 37258)	9°сх.д.
7.	32,7°сх.д.	20.08.2017-15.10.2017	географічна довгота району проведення навчань “Запад-2017”	
8.	38.33°сх.д.	20.10.2017-12.01.2018	франко-італійський військовий телекомунікаційний, “Атена-Фідус” (Athena-Fidus) (2014-006B, 39509)	37.82°сх.д.
9.	41,9°сх.д.	16.01.2018-30.03.2018		
10.	42,5°сх.д.	01.04.2018-20.04.2018		
11.	47,5°сх.д.	27.04.2018-15.07.2018		
12.	49,9°сх.д.	19.07.2018-20.10.2018		
13.	56,9°сх.д.	01.11.2018-15.02.2019	телекомунікаційний МО Великобританії, SKYNET-5D (2012-075A, 39034)	52,7°сх.д.
14.	59,9°сх.д.	20.02.2019-24.06.2019	телекомунікаційний, INTELSAT-33E (2016-053B, 41748)	60°сх.д.
			телекомунікаційний МО США WGS-F2 (USA-204) (2009-017A, 34713)	60,2°сх.д.
15.	64,08°сх.д.	01.07.2019-19.08.2019	телекомунікаційний МО Німеччини COMSATBW-1 (2009-054B, 35943)	63,0°сх.д.
			телекомунікаційний, INMARSAT 5-F1 (2013-073A, 39476)	62,6°сх.д.
			телекомунікаційний, AMOS-4 (2013-045A, 39237)	65,0°сх.д.

№ ч.ч.	КА “Луч (Олимп-К)”		Ймовірний об’єкт РЕР	
	Орбітальна позиція	Час перебування	Призначення та назва КА	Орбітальна позиція
16.	65,90° сх.д.	25.08.2019-20.11.2019	франко-італійський військовий телекомунікаційний, SICRAL-2 (Syracuse-3C) (2015-022B, 40614)	65,0°сх.д.
			телекомунікаційний, AMOS-4 (2013-045A, 39237)	65,0°сх.д.
			розвідувальний США SBIRS GEO-1 (USA-230) (2011-019A, 37481)	66,2°сх.д.
17.	65,90° сх.д. 70,60° сх.д.	21.11.2019-26.11.2019	орбітальне маневрування	
18.	70,60° сх.д.	26.11.2019-13.02.2020	франко-італійський військовий телекомунікаційний, SICRAL-2 (Syracuse-3C) (2015-022B, 40614)	65,0°сх.д.
			розвідувальний США SBIRS GEO-1 (USA-230) (2011-019A, 37481)	66,2°сх.д.
19.	70,6° сх.д. 19,3° сх.д. 21,5° сх.д.	13.02.2020-28.03.2020	орбітальне маневрування	
20.	21,52° сх.д.	28.03.2020-26.04.2020	розвідувальний США SBIRS GEO-2 (USA-241) (2013-011A, 39120)	20,6°сх.д.
			INTELSAT-29E (2016-004A, 41308)	22,6°сх.д.
21.	21,52° сх.д. 10,0° зх.д. 1,1° зх.д.	27.04.2020-15.05.2020	орбітальне маневрування	
22.	1,1° зх. д.	15.05.2020-21.09.20	телекомунікаційний МО Франції SYRACUSE-3B (2006-033B, 29273)	5,2°зх.д.
			телекомунікаційний, EUTELSAT-5 WEST B (2019-067A, 44624)	5,0°зх.д.
23.	1,10° зх. д. 4,90° зх. д.	22.09.20-28.09.20	орбітальне маневрування	
24.	4,90° зх. д.	29.09.20-01.11.20	телекомунікаційний МО Франції SYRACUSE-3B (2006-033B, 29273)	5,2°зх.д.
			телекомунікаційний, EUTELSAT-5 WEST B (2019-067A, 44624)	5,0°зх.д.
25.	4,90° зх. д. 3,03° зх. д.	02.11.20-06.11.20	орбітальне маневрування	
26.	3,03° зх. д.	07.11.20-	телекомунікаційний МО Франції SYRACUSE-3B (2006-033B, 29273)	5,2°зх.д.
			телекомунікаційний, EUTELSAT-5 WEST B (2019-067A, 44624)	5,0°зх.д.

2.3. Орбітальне угруповання космічних апаратів топогеодезичного забезпечення Російської Федерації

Вирішення завдань топогеодезичного забезпечення (ТГЗ) ЗС РФ та їх угруповань військ (сил), топогеодезичної підготовки територій континентальних районів здійснюється космічною системою топогеодезичного забезпечення у складі 4 КА, з них 2 КА картографічного призначення “Барс-М1” (Космос-2503), “Барс-М2” (Космос-2515) і 2 КА геодезичного призначення “Гео-ИК-2-2” (Космос-2517), “Гео-ИК-2-3” (Космос-2540).

Космічна система топогеодезичного забезпечення вирішує завдання отримання високоточних даних (параметри гравітаційного поля Землі, геодезична інформація, матеріали космічного знімання земної поверхні, профілі висот тощо) для застосування високоточної зброї, зокрема – крилатих ракет типу “Калібр”.

Склад і основні характеристики орбітального угруповання КА топогеодезичного забезпечення РФ на початок 2021 року приведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15. Склад і характеристики орбітального угруповання КА ТГЗ РФ

№ ч.ч.	Назва КА	Номер КА (№ НОРАД)	Дата виведення	Параметри орбіти: $H_n \times H_a / H_{cp}$, км (i , град; T_{KA} , хв)	Просторова розрізненість (кут сканера)
1.	Барс-М1 (Космос-2503)	2015-009A (40420)	27.02.2015	563×578/ 570 (97,7°; 96,095 хв)	~1,1 м; (± 5°)
2.	Барс-М2 (Космос-2515)	2016-020A (41394)	24.03.2016	547×592/ 570 (97,69°; 96,092)	~1,1 м; (± 5°)
3.	Гео-ИК-2-2 (Космос-2517)	2016-034A (41579)	04.06.2016	942×943/ 942,97 99,2; 103,9 хв	
4.	Гео-ИК-2-3 (Космос-2540)	2019-057A (44517)	30.08.2019	942×943/ 943,08 99,2; 103,9 хв	

Космічні апарати “Барс-М” – це серія спеціалізованих супутників картографічного призначення. Основними цільовими комплексами КА “Барс-М” є оптико-електронний комплекс (ОЕК) “Карат”, який забезпечує космічне знімання з просторовою розрізненістю до 1,1 м, та подвійний лазерний висотомір. ОЕК “Карат” призначений для стереоскопічного та оглядового знімання поверхні Землі з борту КА для вирішення топографічних завдань.

Космічні апарати “Гео-ИК-2-2” – це серія спеціалізованих супутників для проведення геодезичних вимірів високої точності, необхідних при вирішенні завдань: визначення параметрів гравітаційного поля Землі; побудови високоточної геодезичної мережі в геоцентричній системі координат; визначення рухів континентальних літосферних плит, земних приливів, швидкості обертання Землі і координат полюсів; інших прикладних завдань, що потребують оперативного визначення координат наземних пунктів, зокрема, створення регіональних геодезичних мереж, дистанційне зондування Землі, визначення морського геоїда, моніторинг льодової обстановки тощо. Основними системами КА “Гео-ИК-2-2” є радіовисотомір «Садко» виробництва Thales Alenia Space, апаратура доплерівської системи, бортовий синхронізуючий пристрій, оптична ретрорефлекторна антена.

Загальний вигляд орбітальної побудови космічної системи топогеодезичного забезпечення станом на початок 2021 року показаний на рис. 2.22.

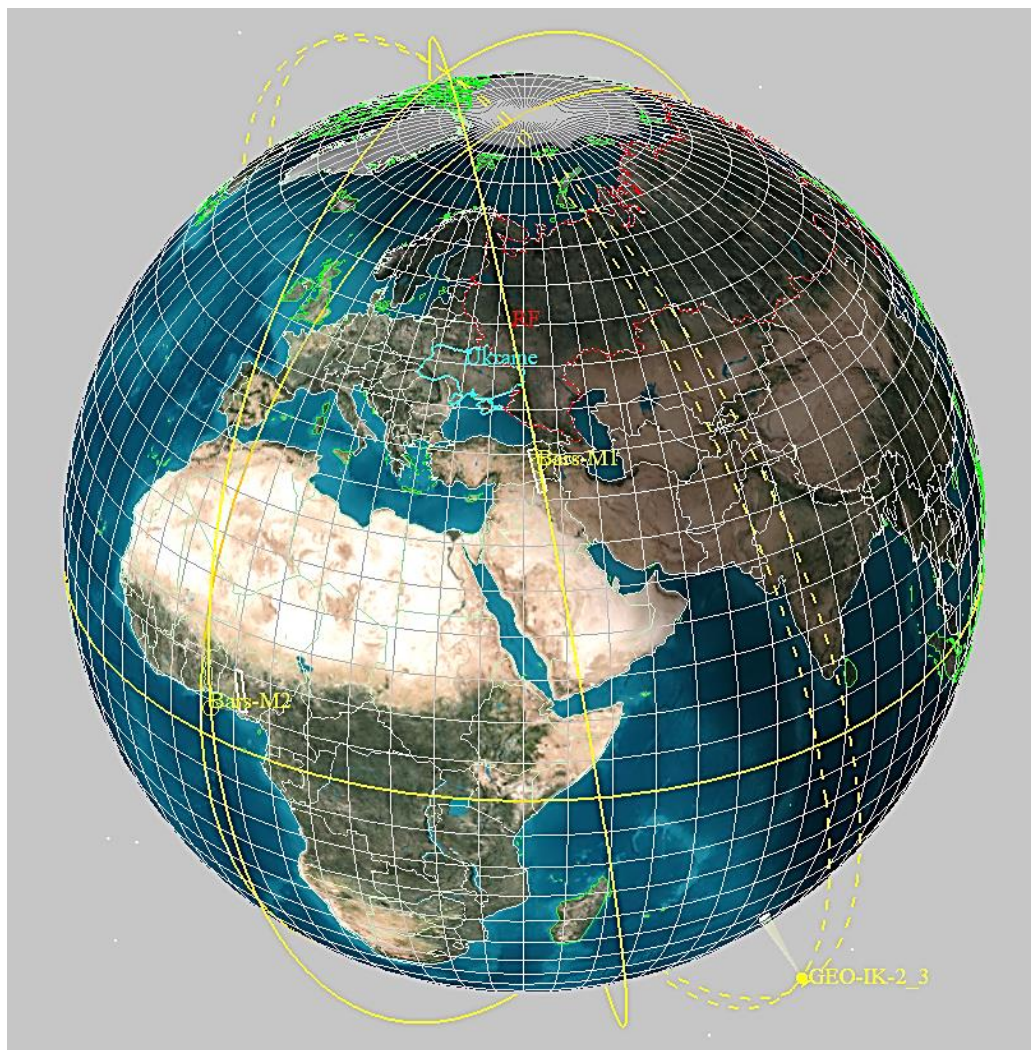


Рис. 2.22. Орбітальна побудова космічної системи топогеодезичного забезпечення РФ станом на початок 2021 року

2.4. Орбітальне угруповання космічних апаратів єдиної космічної системи виявлення та бойового управління Російської Федерації

Для вирішення завдань безперервної розвідки космічного простору у визначених ракетно-небезпечних секторах, контролю ракетних позиційних районів і забезпечення вищих ланок державного управління достовірною інформацією про виявлення стартів балістичних ракет (БР) і попередження про ракетний напад (ПРН) у РФ створена система ПРН, яка складається з двох ешелонів і включає:

єдину космічну систему виявлення (*старту балістичних ракет і ядерних вибухів*) та бойового управління (ЄКСВБУ) у складі орбітального угруповання КА на високоеліптичних орбітах та двох наземних командних пунктів;

систему РЛС надгоризонтного виявлення 5Н86 “Днепр-М”, 5Н79 “Дарьял”, 70М6 “Волга”, 77Я6-М “Воронеж-М”, 77Я6-ДМ “Воронеж-ДМ”, 77Я6-ВП “Воронеж-ВП”;

системи, комплекси та засоби автоматизованого управління, зв’язку, передачі та оброблення даних.

Єдина космічна система виявлення та бойового управління РФ призначена для контролю позиційних районів міжконтинентальних балістичних ракет (МБР) на території США, своєчасного виявлення стартів БР, видачі інформації ПРН і сигналів бойового управління, зокрема – на старт російських МБР у відповідь.

Основними засобами ЄКСВБУ є:

4 КА типу 14Ф142 “Тундра” – “Тундра-1” (Космос-2510), “Тундра-2” (Космос-2518), “Тундра-3” (Космос-2541), “Тундра-4” (Космос-2546) на ВЕО;

засоби управління та приймання даних від КА 14Ф142 “Тундра” Західного (Калужська обл., с. Курілово (м. Серпухов-15)) та Східного (Хабаровський край, м. Комсомольск-на-Амурі, сел. Півань-1) командних пунктів (КП) ЄКСВБУ.

Загальна схема побудови та застосування ЄКСВБУ показана на рис. 2.23.

Наявність чотирьох КА типу 14Ф142 “Тундра” та двох командних пунктів ЄКСВБУ (Західного і Східного) дозволяє РФ здійснювати гарантований цілодобовий контроль території США.

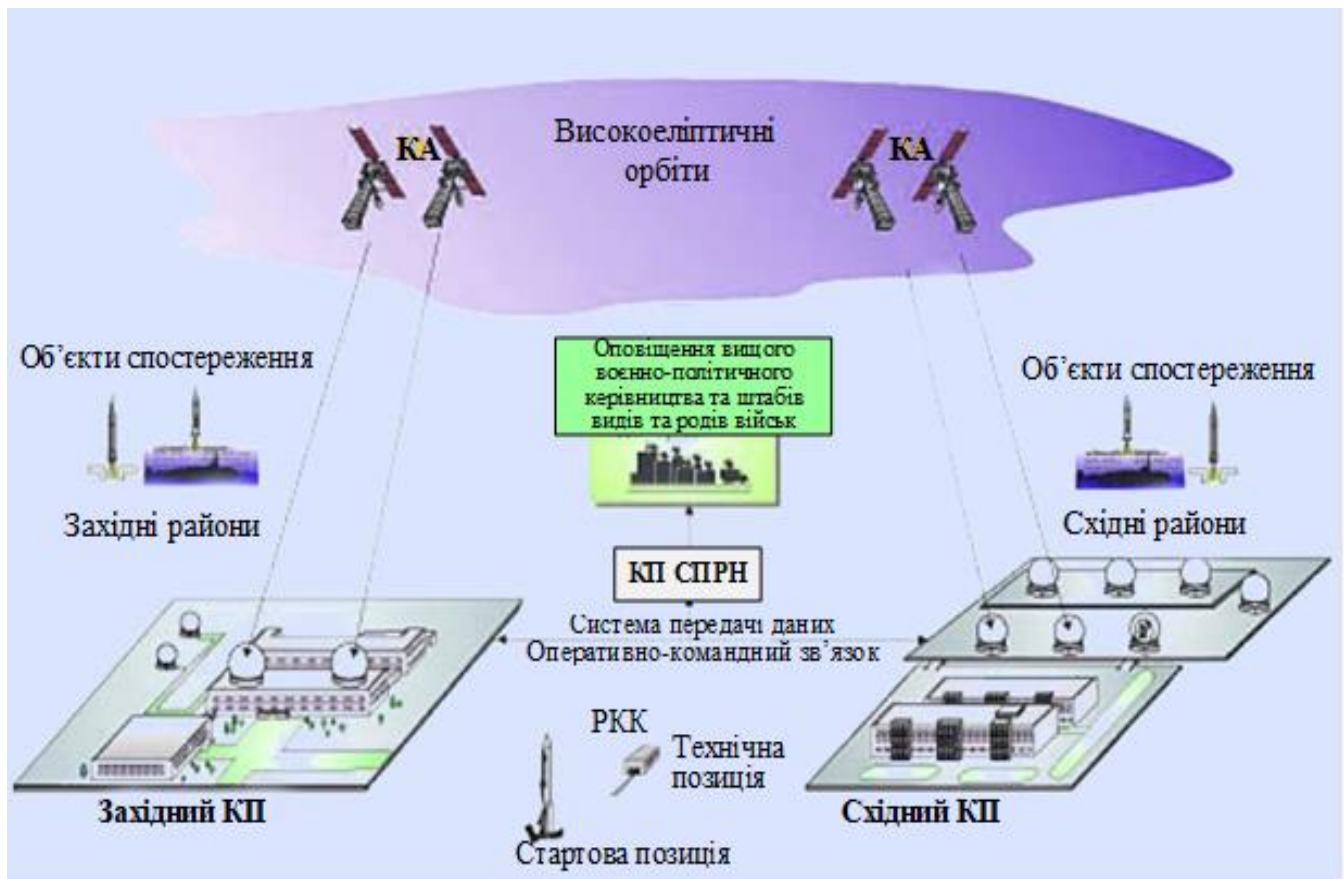


Рис. 2.23. Загальна схема побудови та застосування ЄКСВБУ

КА типу 14Ф142 “Тундра” мають бортову апаратуру спостереження в інфрачервоному діапазоні, яка дозволяє виявляти факел МБР на фоні холодного зоряного неба за рахунок положення КА не над районами спостереження, а збоку.

Для цілодобового контролю ракето-небезпечних районів з використанням КА на високо-еліптичних орбітах з періодом обертання 12 годин орбітальне угруповання має бути щонайменше з 4 КА, оскільки робоча ділянка одного КА становить близько 8 годин.

КА 14Ф142 “Тундра” здійснюють політ на робочих (апогейних) ділянках орбіт по чергово, змінюючи один одного та забезпечуючи зону повного покриття північної півкулі Землі.

Склад орбітального угруповання ЄКСВБУ та основні орбітальні параметри КА приведені в таблиці 2.16. Загальний вигляд орбітальної побудови ЄКСВБУ РФ станом на початок 2021 року показаний на рис. 2.24.

Таблиця 2.16. Склад орбітального угруповання ЄКСВБУ РФ та основні орбітальні параметри КА типу 14Ф142 “Тундра”

№ ч.ч.	Назва КА	Номер КА (№ НОРАД)	Дата виведення	Параметри орбіти: Нп x На/ Нсп, км (<i>i</i> ,град; ТКА , хв/ ГГ:ХХ:СС)
1.	Тундра-1 (Космос-2510)	2015-066A (41032)	17.11.2015	2 065,96×38 306,65/ 20 186,30 (62,7643°; 718,149/ 11:58:08.922)
2.	Тундра-2 (Космос-2518)	2017-027A (42719)	25.05.2017	2 093,63×38 266,84/ 20 180,23 (63,1441°; 717,903/ 11:57:54.151)
3.	Тундра-3 (Космос-2541)	2019-065A (44552)	26.09.2019	1 377,16×38 988,45/ 20 182,80 (63,7045°; 718,007/ 11:58:00.402)
4.	Тундра-4 (Космос-2546)	2020-031A (45608)	22.05.2020	1 906,22×38 455,73/ 20 180,98 (63,6292°; 717,933/ 11:57:55.957)

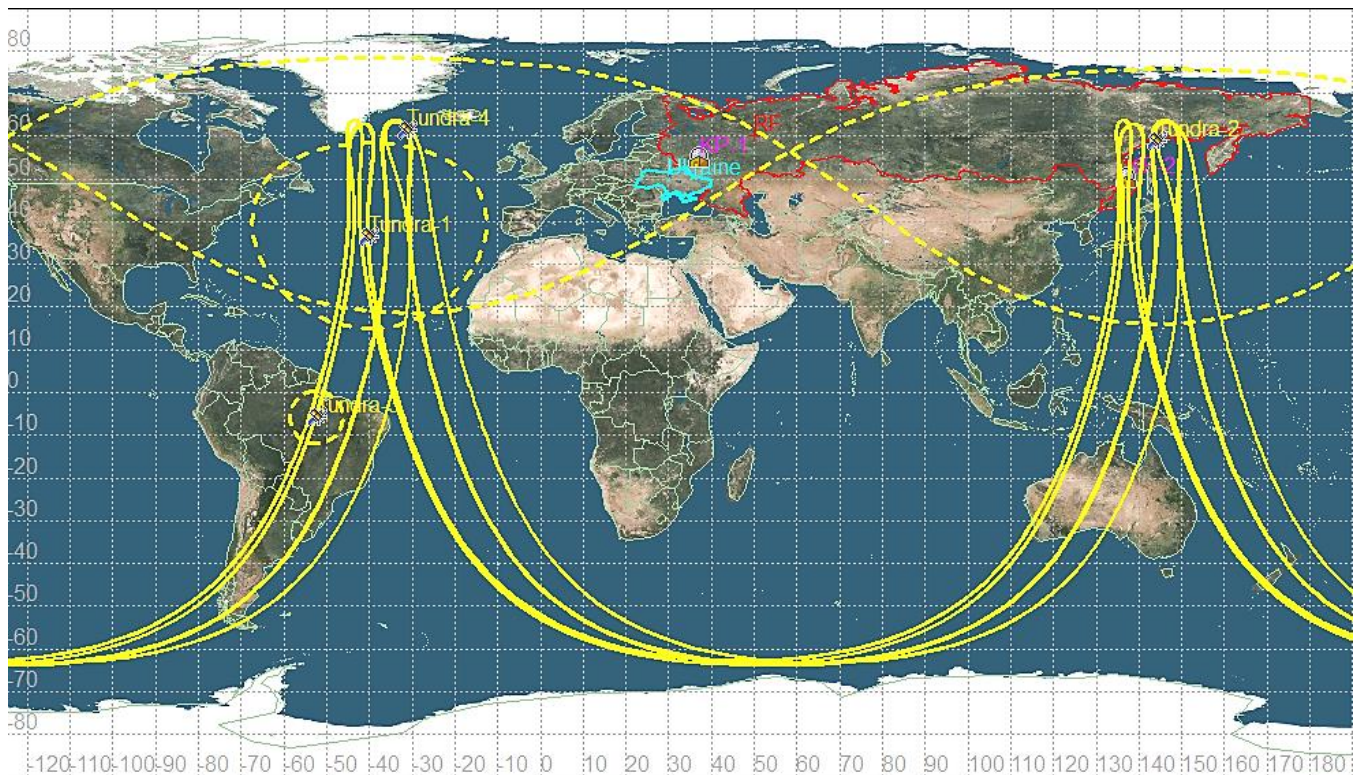


Рис. 2.24. Орбітальна побудова ЄКСВБУ РФ станом на початок 2021 року

Засоби управління та приймання даних від КА 14Ф142 “Тундра” командних пунктів ЄКСВБУ функціонально складають наземний комплекс управління ЄКСВБУ та спеціальний комплекс ЄКСВБУ, як сукупність функціонально взаємопов’язаних засобів приймання з КА, реєстрації, оброблення, зберігання та надання споживачам спеціальної інформації ПРН.

2.5. Орбітальне угруповання космічних апаратів глобальної навігаційної супутникової системи Російської Федерації

Вирішення завдань координатно-часового та навігаційного забезпечення ЗС РФ та їх угруповань військ (сил), застосування сучасних видів ОВТ, насамперед – стратегічної ядерної ракетної зброї та високоточної зброї у звичайному спорядженні, здійснюється за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС) “ГЛОНАСС”. **Г**ЛО**б**альна **Н**Авігаційна **С**упутникова **С**истема (ГЛОНАСС) – це російська супутникова система навігації, що призначена для оперативного навігаційно-часового забезпечення необмеженого числа користувачів наземного, морського, повітряного і космічного базування.

Основою системи ГЛОНАСС є 24 КА, які рухаються в 3 орбітальних площинах (по 8 КА в кожній площині), нахилених до екватора під кутом $64,8^\circ$, з висотою орбіт 19 100 км і періодом обертання 11 год. 15 хв. 44 с. Така структура орбітального угруповання забезпечує рух усіх КА за єдиною трасою на поверхні Землі з її повторюваністю через 8 діб. Вибрані характеристики орбітальної побудови забезпечують високу стійкість ОУ системи ГЛОНАСС, що практично дозволяє обходитися без корекції орбіт КА впродовж усього терміну їх активного існування.

У даний час орбітальне угруповання ГНСС ГЛОНАСС складається з 28 КА типу “ГЛОНАСС-М” та “ГЛОНАСС-К”. Основні характеристики КА ГЛОНАСС приведені в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17. Основні характеристики КА ГЛОНАСС

Основні характеристики	Тип КА	
	ГЛОНАСС-М	ГЛОНАСС-К
Термін активного існування, років	7	10
Маса, кг	1 415	935
Потужність системи електроживлення, Вт	1 400	2 265
Сигнали з частотним розділенням	L10F, L1SF, L20F, L2SF	L10F, L1SF, L20F, L2SF
Сигнали з кодовим розділенням	–	L30C
Відносна добова нестабільність несучої частоти	5×10^{-14}	1×10^{-14}

2.6. Орбітальні угруповання космічних апаратів систем супутникового зв'язку Російської Федерації

Для вирішення завдань управління ЗС РФ та їх угрупованнями військ (сил) активно використовуються космічні системи військового зв'язку та телекомунікаційні космічні системи подвійного призначення. Основні характеристики супутникових систем зв'язку РФ станом на початок 2021 року приведені в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18. Основні характеристики супутникових систем зв'язку РФ

№ ч.ч.	Тип КА	Орбіта	Кількість КА	Діапазон, ГГц		
				Тип транспондерів	Земля-КА	КА-Земля
29 КА військового зв'язку						
1.	Меридіан	ВЕО	6	L	1,0–2,0	
				C	4,0–7,0	
				Ku	10,7–18,0	
2.	Радуга-1М	ГСО	2	L	1,6	1,5
				C	5,975–6,475	3,65–4,15
				X	7,9-8,4	7,25–7,75
				Ka	27,5–31,0	18,3–18,8; 19,7–20,2
3.	Гарпун	ГСО	2	C	5,00–7,075	3,4–4,8
				Ku	10,7–18,0	
4.	Благовест	ГСО	4	н/д	н/д	н/д
5.	Роднік-С	ННО	15	P	0,3–0,4	
41 телекомунікаційний КА подвійного призначення						
6.	Експресс	ГСО	12	L	1,0–2,0	
				C	4,0–7,0	
				Ku	10,7–18,0	
				Ka	27,5–31,5	
7.	Луч-5	ГСО	3	P	0,4	
				L	1,7	
				S	2,3	2,1
				Ku	15	11
8.	Ямал	ГСО	5	C	5,975–6,475	3,650–4,150
				Ku	10,7–18,0	
9.	Гонець-Д1М	ННО	12	P	0,3–0,4	

Орбітальні угруповання російських супутникових систем військового зв'язку з КА на високоеліптичних і геостаціонарних орбітах складаються з 14 діючих КА. Загальна схема розміщення їх орбітальних позицій на ГСО та траси КА типу “Меридіан” на ВЕО показана на рисунку 2.25.

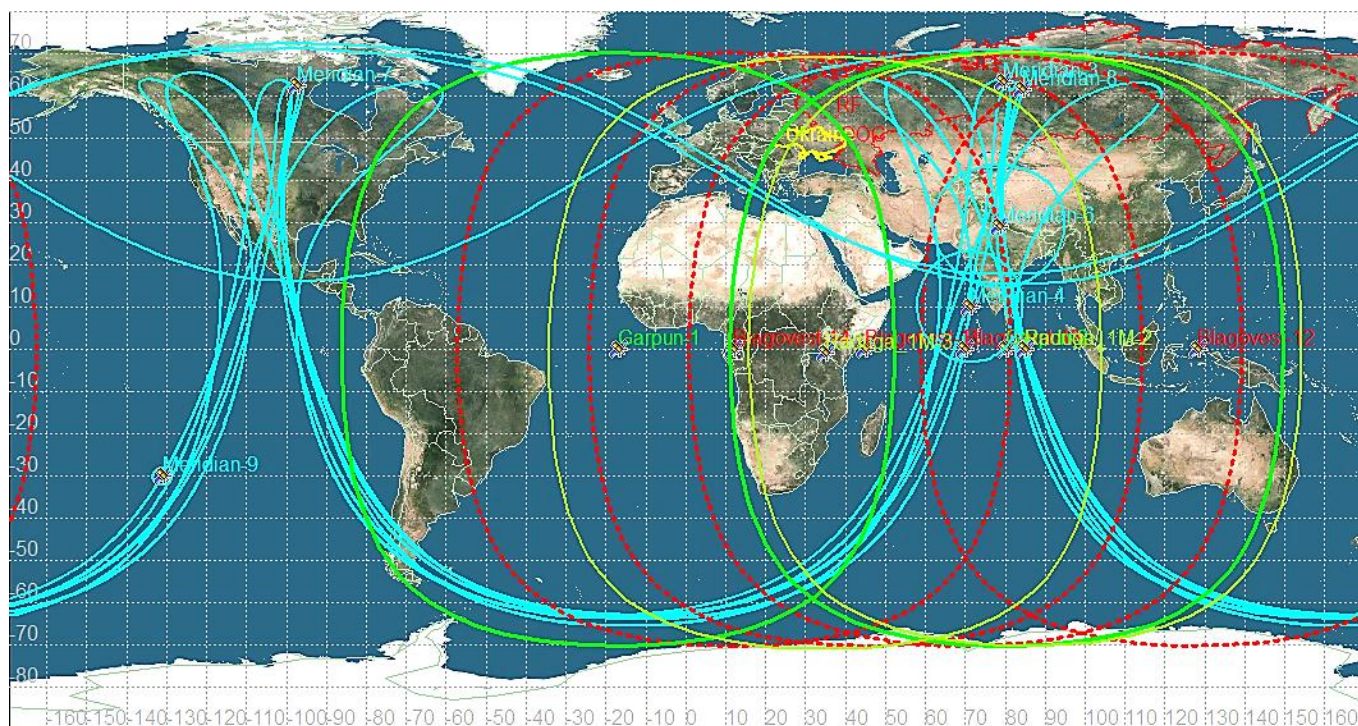


Рис. 4.25. Орбітальні угруповання російських супутникових систем військового зв'язку з КА на ВЕО та ГСО

Космічні апарати “Меридіан” призначені для забезпечення зв'язку у північних районах і в арктичній зоні військових та цивільних користувачів. Виводяться на ВЕО, входять до складу інтегрованої системи супутникового зв'язку ЗС РФ та використовуються спільно з КА “Радуга-1М”, що функціонують на ГСО. Як КА подвійного призначення використовуються для ретрансляції сигналів зв'язку морських суден і літаків льодової розвідки в районі Північного морського шляху з береговими наземними станціями, розширення мережі супутникового зв'язку північних районів Сибіру і Далекого Сходу.

КА “Меридіан” виготовляється на платформі, частково уніфікованій з платформою навігаційних КА “ГЛОНАСС-М”. Тому деякі системи (бортовий комп'ютер, система управління рухом, двигуни орієнтації) є уніфікованими для обох типів КА. На борту КА “Меридіан” встановлені 3 ретранслятори, що працюють

в різних частотних діапазонах (L, C, Ku). Зокрема, один з них – з повною обробкою і комутацією сигналів на борту для системи супутникового зв'язку “Корунд-М”.

Космічні апарати “Радуга-1М” (кодова назва “Глобус-1М”) – це військові КА зв'язку третього покоління, що входять до складу єдиної космічної системи супутникового зв'язку 2-го етапу (*рос. – ЕССС-2*). Виводяться на ГСО, є подальшим розвитком КА “Радуга-1” на сучаснішій супутниковій платформі.

КА “Радуга-1М” оснащений багатоствольною ретрансляційною апаратурою, що працює в сантиметровому і дециметровому діапазонах хвиль (L, C, X і Ka), дозволяє встановлювати надійний зв'язок з рухомими станціями та забезпечити істотне підвищення стійкості і пропускнуєї спроможності, доступу до високошвидкісних каналів супутникового зв'язку споживачів різних рівнів.

Оскільки КА “Радуга-1М” призначені для заміни КА попереднього покоління та експлуатуються в тих же орбітальних позиціях, з високою ймовірністю можна припустити що вони несуть удосконалені ретранслятори КА “Радуга-1”:

ретранслятори L-діапазону (1,6/1,5 ГГц) для рухомого зв'язку з повітряними та наземними транспортними засобами;

ретранслятори C-діапазону (4,0/7,0 ГГц);

ретранслятори X-діапазону (8/7 ГГц) для фіксованого урядового та військового зв'язку;

ретранслятори Ka-діапазону та діапазону міліметрових хвиль (20, 42, 44 ГГц).

Космічні апарати “Гарпун” – це серія російських військових КА-ретрансляторів, що виводяться на ГСО для забезпечення оперативної ретрансляції великих об'ємів цифрової інформації з КА радіотехнічної та видової розвідки наддетального спостереження на наземний пункт приймання в реальному масштабі часу.

Оскільки КА “Гарпун” замінили КА попереднього покоління “Гейзер” та експлуатуються в тих же орбітальних позиціях, з високою ймовірністю можна припустити що основними їх ретрансляторами є удосконалені:

ретранслятор “Сплав-2” з активною фазованою антенною решіткою, що забезпечує формування 16 приймальних і 16 передавальних променів. Діаграма спрямованості кожного з променів може перенацілюватися в межах $\pm 8,5^\circ$, що

забезпечує супроводження рухомих об'єктів, наприклад низькоорбітальних КА. За аналогією з КА “Купон”, який був виготовлений для системи зв'язку “Банкір” з використанням подібної антени, досить ймовірним є те, що ретранслятор “Сплав-2” складається з 16 транспондерів Ку-діапазону із шириною смуги 36 МГц кожен (робочий діапазон частот 14,20–14,50 ГГц в лінії “Земля-КА”; 10,96–11,12 ГГц і 11,46–11,70 ГГц в лінії “КА-Земля”);

ретранслятор “Синтез” для забезпечення фіксованого зв'язку з наземними пунктами. Антени ретранслятора “Синтез” розміром 2,6–3 м призначені для роботи в С-діапазоні (4,40–4,68 ГГц в лінії “Земля-КА” і 3,95–4,00 ГГц в лінії “КА-Земля”) згідно реєстрації орбітальних позицій РОТОК в ITUR. Всього 8.12.1981 року в ITUR зареєстровано три позиції, що забезпечують глобальне охоплення: РОТОК1 – 13,5°зах.д., РОТОК2 – 80°сх.д., РОТОК3 – 168°сх.д..

Космічні апарати “Благовест” – це серія російських військових КА-ретрансляторів, що виводяться на ГСО для забезпечення високошвидкісної передачі даних, телерадіопрограм, забезпечення телефонного та відеоконференцзв'язку, доступу в глобальну комп'ютерну мережу. КА побудовані на платформі “Експресс-2000”, їх термін роботи на орбіті має складати не менше 15 років.

Космічні апарати “Роднік-С” (інша назва “Стрела-3М”) та їх аналог у цивільній версії КА “Гонець-Д1М” – це орбітальні сегменти двох багатофункціональних систем персонального супутникового зв'язку на низьких орбітах військового та цивільного призначення. КА “Роднік-С” та КА “Гонець-Д1М” призначені для передавання даних і надання послуг рухомого супутникового зв'язку абонентам у глобальному масштабі.

При 12 КА “Роднік-С” або “Гонець-Д1М” на орбітах кожна із систем здатна забезпечити передачу даних в режимі реального часу в північних широтах. При цьому в середніх широтах зв'язок буде майже безперервним, а на екваторі перерви в передачі сигналу будуть близько 15 хвилин.

Абоненти обох систем мають можливість відправляти та отримувати текстові повідомлення необмеженого об'єму, використовуючи спеціалізовані абонентські термінали. Адресатами можуть виступати адреси електронної пошти, абоненти

мобільних мереж зв'язку або абоненти власне супутникових мереж КА “Роднік-С” та “Гонець-Д1М”. Основні характеристики КА “Роднік-С”, “Гонець-Д1М” приведені в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19. Основні характеристики КА “Роднік-С”, “Гонець-Д1М”

№ ч.ч.	Основні характеристики	“Роднік-С”	“Гонець-Д1М”
1.	Орбіта	Кругова, приполярна	
2.	Висота орбіти, км	1500	1500
3.	Нахилення площини орбіти, град	82,5	82,5
4.	Період обертання, хв	94,8	94,8
5.	Кількість орбітальних площин	4	4
6.	Кількість КА в площині	3	3
7.	Чисельність орбітального угруповання, КА	12	12
8.	Термін активного існування, років	5	
9.	Маса КА, кг	280	
10.	Кількість каналів зв'язку, Земля-КА/КА-Земля	14 / 2	
11.	Швидкість передачі інформації, Кбіт/с	до 9,6 “вверх”; до 64 “вниз”	
12.	Діапазон частот, МГц	300–400	
13.	Об'єм бортового ЗУ, МБ	8	
14.	Потужність системи електроживлення, Вт	200	

Для роботи систем не потрібно безперервне знаходження абонентів в зоні радіовидимості КА. За відсутності спільної зони радіовидимості КА та абонентських терміналів повідомлення буферизується та передається при прольоті одного з КА системи над абонентом.

При знаходженні передавального та приймального терміналів в зоні радіовидимості одного КА час доставки повідомлення складає 1–2 хвилини. Час очікування сеансу зв'язку абонентом на території Росії для системи з 12 КА складає до 15 хвилин (на південному кордоні РФ).

Космічні апарати “Експресс” – це серія телекомунікаційних КА на ГСО, що належать російському операторові ФДУП “Космічний зв'язок”. Діюче орбітальне угруповання включає 12 КА типу “Експресс”, розміщених в орбітальних позиціях дуги ГСО від 14° зах. д. до 140° сх. д..

Загальна схема розміщення орбітальних позицій діючих КА “Експрес” показана на рисунку 2.26, а основні характеристики КА приведені в таблиці 2.20.

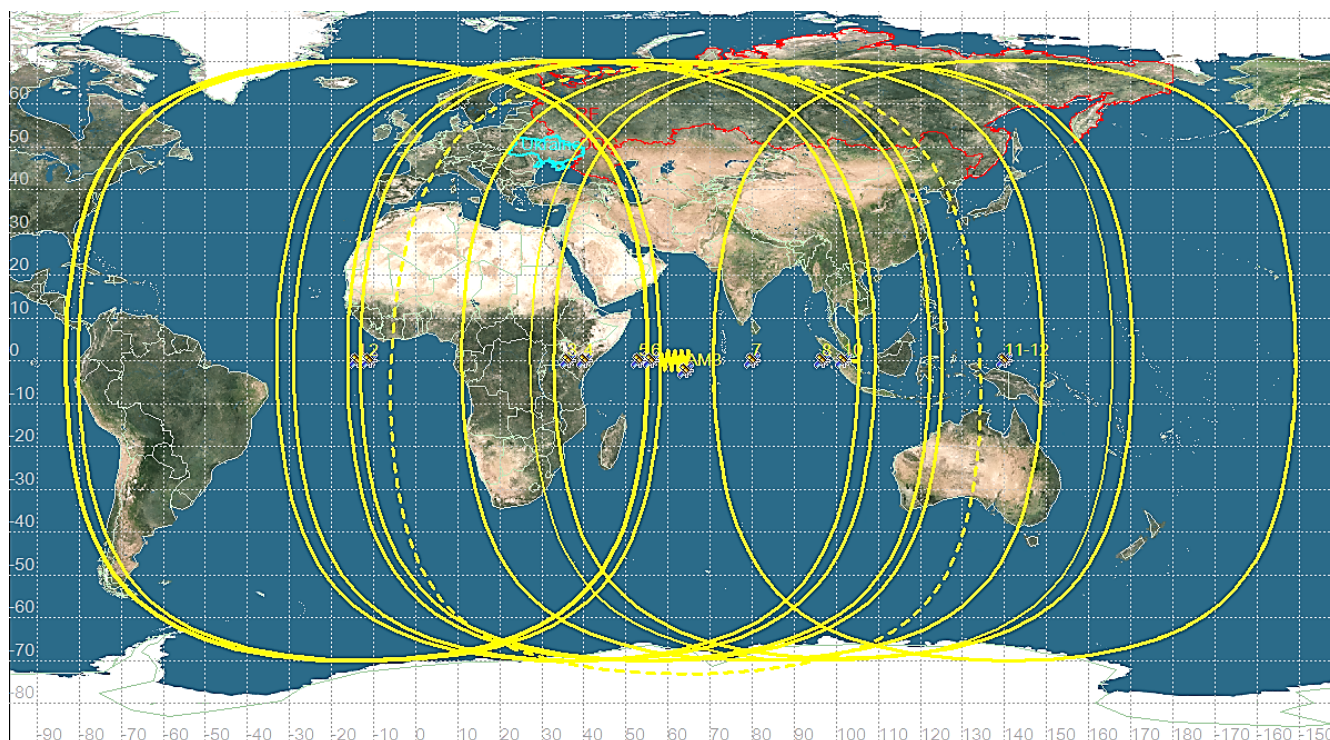


Рис. 2.26. Орбітальне угруповання
супутникової системи зв'язку з КА “Експрес”

Таблиця 2.20. Основні характеристики діючих КА типу “Експрес”

№ ч.ч.	Назва КА	Орбітальна позиція	Дата виведення	Маса, кг	ТАІ, років	Кіл-сть транспондерів і діапазон
1.	Експрес-АМ8	14°зх.д.	14.09.2015	2100	15	24С, 16Ku, 2L
2.	Експрес-АМ44	11°зх.д.	11.02.2009	2560	10	16Ku; 10С; 1L
3.	Експрес-АМУ1	36°сх.д.	25.12.2015	5700	15	61Ku; 20Ka
4.	Експрес-АМ7	40°сх.д.	19.03.2015	5700	15	24С; 36Ku; 2L
5.	Експрес-АМ6	53°сх.д.	21.10.2014	3400	15	14С; 44Ku; 12Ka; 2L
6.	Експрес-АТ1	56°сх.д.	16.03.2014	1726	15	32Ku
7.	Експрес-103	80°сх.д.	31.07.2020	2282	15	16(18)С; 20Ku; 1L
8.	Експрес-АМ33	96,5°сх.д.	28.01.2008	2600	12	16Ku; 10С; 1L
9.	Експрес-АМ3	дрейф	24.06.2005	2600	12	12 Ku; 16С; 1L.
10.	Експрес-80	103,0°сх.д.	31.07.2020	2210	15	16(18)С; 20Ku; 2L
11.	Експрес-АТ2	139,8°сх.д.	16.03.2014	1427	15	16Ku
12.	Експрес-АМ5	140°сх.д.	26.12.2013	3400	15	30С; 40Ku; 12Ka; 2L

Багатофункціональна космічна система ретрансляції “Луч” (БКСП “Луч”)

– це супутникова система ретрансляції для забезпечення зв’язку з рухомими об’єктами поза зонами видимості з російської території. Система побудована з використанням КА-ретрансляторів “Луч-5А”, “Луч-5Б”, “Луч-5В” на ГСО.

КА-ретранслятори БКСП забезпечують зв’язок із КА з висотою орбіт до 2000 км над поверхнею Землі, такими як пілотовані космічні комплекси, космічні кораблі, а також з ракето-носіями, розгінними блоками тощо. КА “Луч” приймають від них інформацію (телеметричну, цільову) на ділянках польоту поза зонами видимості з території РФ та ретранслюють її в режимі реального часу на російські земні станції. Також забезпечується передавання команд управління на ці КА.

В першу чергу БКСП “Луч” обслуговує російський сегмент МКС, який до того міг безпосередньо взаємодіяти з центром управління польотом лише близько 2,5 годин на добу.

Нинішній орбітальний сегмент БКСП “Луч” включає 3 КА в орбітальних позиціях на ГСО: $16,3^\circ$ зх.д. над Атлантикою (“Луч-5Б”), $94,7^\circ$ сх.д. над Індійським океаном (“Луч-5В”) і $167,1^\circ$ сх.д. над Тихим океаном (“Луч-5А”). Схема розміщення їх орбітальних позицій на ГСО показана на рис. 2.27.

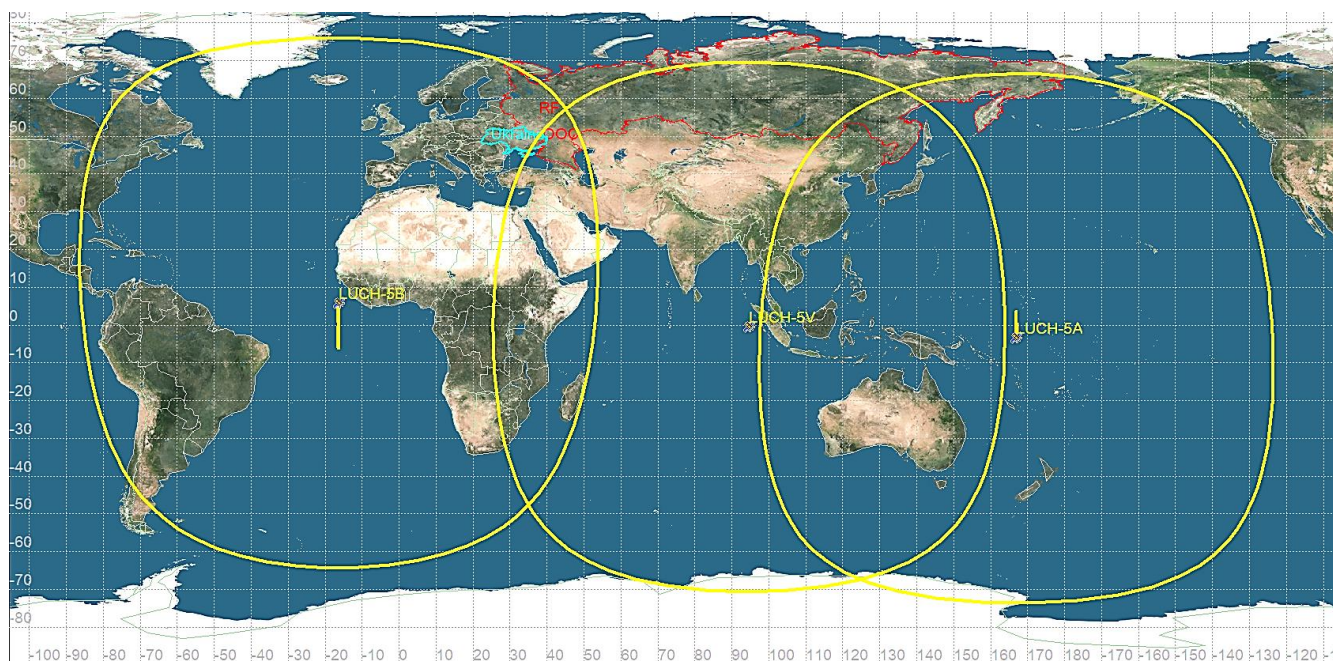


Рис. 2.27. Схема орбітальних позицій КА “Луч-5”
у загальній побудові орбітальних угруповань РФ на ВЕО та ГСО

Склад і орбітальні параметри КА БКСП “Луч” приведені в таблиці 2.21.

Таблиця 2.21. Орбітальні параметри КА БКСР “Луч”

№ ч.ч.	Назва КА	Дата виведення	Орбітальні параметри			
			i , град	H_P , км	H_A , км	$T_{КА}$, хв (ГГ:ХХ:СС)
1.	Луч-5А	11.12.2011	3,72	35777	35793	1436,065 (23:56:03.925)
2.	Луч-5Б	02.11.2012	6,16	35777	35786	1436,096 (23:56:05.785)
3.	Луч-5В	28.04.2014	0,4595	35779	35791	1436,051 (23:56:03. 31)

У зоні видимості КА БКСР “Луч” знаходиться вся поверхня Землі за винятком полярних і приполярних областей. Основні характеристики корисного навантаження КА БКСР “Луч” приведені в таблиці 2.22.

Таблиця 2.22. Основні характеристики КА БКСР “Луч”

№ ч.ч.	Назва КА	Орбітальна позиція	Корисне навантаження: кількість трансподерів і частотний діапазон
1.	Луч-5Б	16,3 зх.д.	6 S - і Ku -діапазонів; лазерно-радіотехнічний канал зв'язку; ретрансляція сигналів СДКМ
2.	Луч-5В	94,7 сх.д.	6 S – і Ku -діапазонів; ретрансляція сигналів СДКМ
3.	Луч-5А	167,1 сх.д.	7 S- і Ku- діапазонів; ретрансляція сигналів СДКМ.

КА типу “Луч-5” забезпечують високу точність орієнтування антен на об’єкти ракетно-космічної техніки, їх захоплення та супроводження за трасою польоту. Дві 4,2-метрові антени з вузькими діаграмами спрямованості (одна Ku-діапазону, інша – S-діапазону) здатні незалежно супроводжувати різні об’єкти. Приймання сигналів системи “КОСПАС-САРСАТ” здійснюється в Р-діапазоні, а їх ретрансляція на земні станції – в L-діапазоні частот. Також передбачена можливість збору і передачі гідрометеорологічної інформації системи “Планета-С”. Ретранслятори для російської системи диференціальної корекції і моніторингу забезпечують передавання із спеціальних земних опорних станцій диференціальних поправок до вимірювань ГНСС ГЛОНАСС. Це дозволяє забезпечити точність вимірювання сигналу ГЛОНАСС до сантиметрів на відстані до 200–400 км від станцій корекції (двочастотні приймачі) і до 1,5–3 метрів на решті території РФ.

Космічні апарати “Ямал” – це серія телекомунікаційних КА на ГСО російського оператора ВАТ “Газпром космічні системи” (ГКС). Нинішнє ОУ діючих КА телекомунікаційної супутникової системи “Ямал” включає 5 КА типу “Ямал” в орбітальних позиціях на ГСО. Орбітальні позиції та загальні можливості КА телекомунікаційної супутникової системи “Ямал” показані на рисунку 2.28. Орбітальні параметри КА типу “Ямал” приведені в таблиці 2.23.

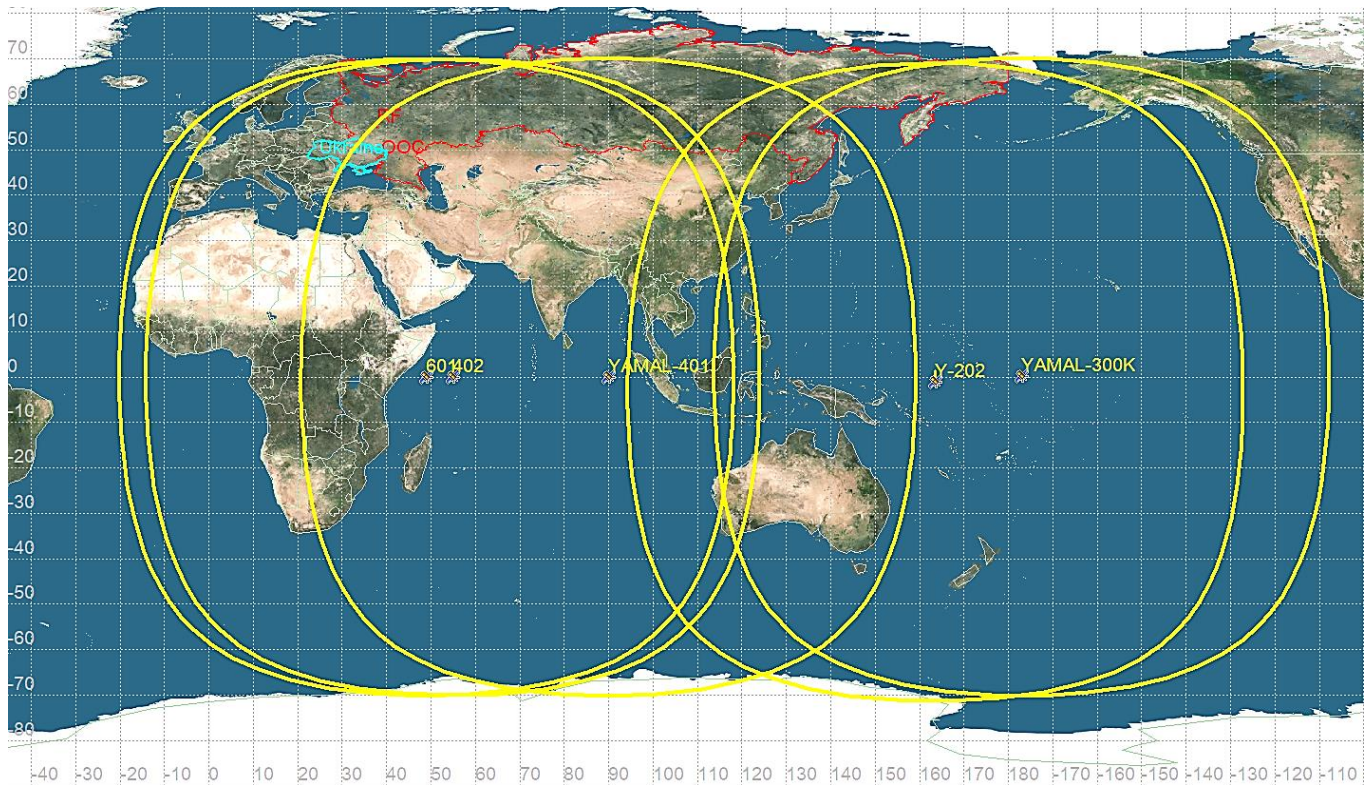


Рис. 2.28. Орбітальне угруповання діючих КА типу “Ямал”

Таблиця 2.23. Орбітальні параметри КА типу “Ямал”

№ ч.ч.	Назва КА	Орбітальна позиція	Дата виведення	Орбітальні параметри			
				i , град	$H_{\text{П}}$, км	$H_{\text{А}}$, км	$T_{\text{КА}}$, хв (ГГ:ХХ:СС)
1.	Ямал-601	48,99 сх.д.	30.05.2019	0,0196	35777	35794	1436,092 (23:56:05.514)
2.	Ямал-402	54,92 сх.д.	08.12.2012	0,0221	35773	35799	1436,108 (23:56:06.496)
3.	Ямал-401	89,92 сх.д.	15.12.2014	0,0142	35781	35792	1436,114 (23:56:06.821)
4.	Ямал-202	163,5 сх.д.	24.11.2003	1,3253	35773	35799	1436,090 (23:56:05.398)
5.	Ямал-300К	177 зх.д.	02.11.2012	0,0243	35781	35791	1436,116 (23:56:06.973)

2.7. Орбітальні угруповання космічних апаратів гідрометеорологічного і океанографічного забезпечення Російської Федерації

Вирішення завдань космічного гідрометеорологічного і океанографічного забезпечення ЗС РФ та їх угруповань військ (сил), застосування сучасних видів ОВТ здійснюється з використанням спеціальних космічних комплексів (КК):

КК гідрометеорологічного і океанографічного забезпечення “Метеор-3М”;

КК метеорологічного забезпечення “Електро-Л”.

Космічний комплекс гідрометеорологічного і океанографічного забезпечення “Метеор-3М” призначений для оперативного отримання інформації в цілях прогнозу погоди, контролю озонового шару і радіаційної обстановки в навколоземному космічному просторі, а також для моніторингу морської поверхні, включаючи льодову обстановку.

Діючий орбітальний сегмент космічного комплексу “Метеор-3М” складається з двох діючих КА типу “Метеор-М” – “Метеор-М2” та “Метеор-М2-2”. Основні характеристики діючих КА типу “Метеор-М” приведені в таблиці 2.24.

Таблиця 2.24. Основні характеристики діючих КА “Метеор-М”

№ ч.ч.	Назва КА	“Метеор-М2”	“Метеор-М2-2”
1.	Номер КА (№ НОРАД)	2014-037A (40069)	2019-038A (44387)
2.	Дата виведення	08.07.2014	05.07.2019
3.	Стартовий майданчик	Байконур	Восточний
4.	Засіб виведення	Союз-2.1б/ Фрегат-М	Союз-2.1б/ Фрегат-М
5.	Орбіта	кругова, сонячно-синхронна	
6.	Висота орбіти, км	818,13×827,91	811,37×814,38
7.	Нахилення площини орбіти, град	98,48	98,64
8.	Період обертання, хв	101,36	101,146
9.	Термін активного існування, років	5	5
10.	Маса КА, кг	2778	2778
11.	Маса корисного навантаження, кг	1200	1200
12.	Габаритні розміри, м	5,0×2,5×14,0	5,0×2,5×14,0
13.	Потужність системи електроживлення, Вт	2000	2000

Космічний апарат “Метеор-М” призначений для здійснення глобального спостереження атмосфери і поверхні Землі, що дозволяє систематично отримувати гідрометеорологічну та геліогеофізичну інформацію в планетарному масштабі.

Загальний вигляд і основні бортові модулі КА “Метеор-М” показані на рисунку 2.29.



Рис. 2.29. Загальний вигляд і основні бортові модулі КА “Метеор-М”

На борту КА “Метеор-М2” встановлено наступне корисне навантаження:

бортовий радіокомплекс системи збору і передачі даних БРК ССПД (рос. – *Бортовой РадиоКомплекс Системы Сбора и Передачи Данных*) для отримання даних від автоматичних вимірювальних платформ;

багатозональний скануючий пристрій малої розрізненості МСУ-МР (рос. – *Многозональное Сканирующее Устройство Малого Разрешения*), що дозволяє виконувати знімання земної поверхні у смузі огляду 2800 км з просторовою розрізненістю 1 км для отримання зображення хмарності, земної поверхні, льодового покриття;

комплекс багатозонального спектрального знімання середньої розрізненості КМСС (рос. – *Комплекс Многозональной Спектральной Съёмки Среднего Разрешения*) для отримання багатозональних зображень поверхні Землі і світового океану в оптичному діапазоні;

модуль зондування температури та вологості атмосфери МТВЗА-ГЯ (рос. – *Модуль Температурно-Влажностного Зондирования Атмосферы*) для зондування атмосфери в НВЧ-діапазоні;

геліогеофізичний апаратурний комплекс ГГAK-M (рос. – *ГелиоГеофизический Аппаратурный Комплекс*) глобального моніторингу геліогеофізичних параметрів для контролю і прогнозування радіаційної обстановки в навколоземному просторі, стану магнітного поля, стану іоносфери;

бортовий радіолокаційний комплекс (БРЛК) “Северянин-М”, що призначений для сканування поверхні Землі в радіодіапазоні з метою забезпечення безпеки мореплавання, дослідження льодового покриву, моніторингу повеней;

інфрачервоний Фур’є-спектрометр ИКФС-2 (рос. – *ИнфраКрасный Фурье-Спектрометр*) для визначення профілю температури і вологості атмосфери.

Основні характеристики цільової апаратури КА “Метеор-М” приведені в таблиці 2.25.

Таблиця 2.25. Основні характеристики цільової апаратури КА “Метеор-М”

Прилад	Спектральні / частотні діапазони	Смуга огляду, км	Просторова розрізненість, м
МСУ-МР	0,5–12,5 мкм (6 каналів)	2800	1000
КМСС	2 камери МСУ-100 (0,53–0,9 мкм),	400	60
	1 камера МСУ-50 (0,37–0,69 мкм)	927	120
	2 камери МСУ-100ТМ (0,52–0,9 мкм)	500	60
МТВЗА-ГЯ	10,6–183,3 ГГц (29 каналів)	1500	16–198 км (гориз.) 1,5–7 км (верт.)
ИКФС-2	5–15 мкм	2500, 2000, 1500, 1000	35000
БРЛК “Северянин-М”	несуча частота ~ 9,6 ГГц	600	500, 1000
ГГAK-M	Вимірювання спектрів і потоків космічних часток		
БРК ССПД	150 льодових, наземних, морських платформ одночасно		

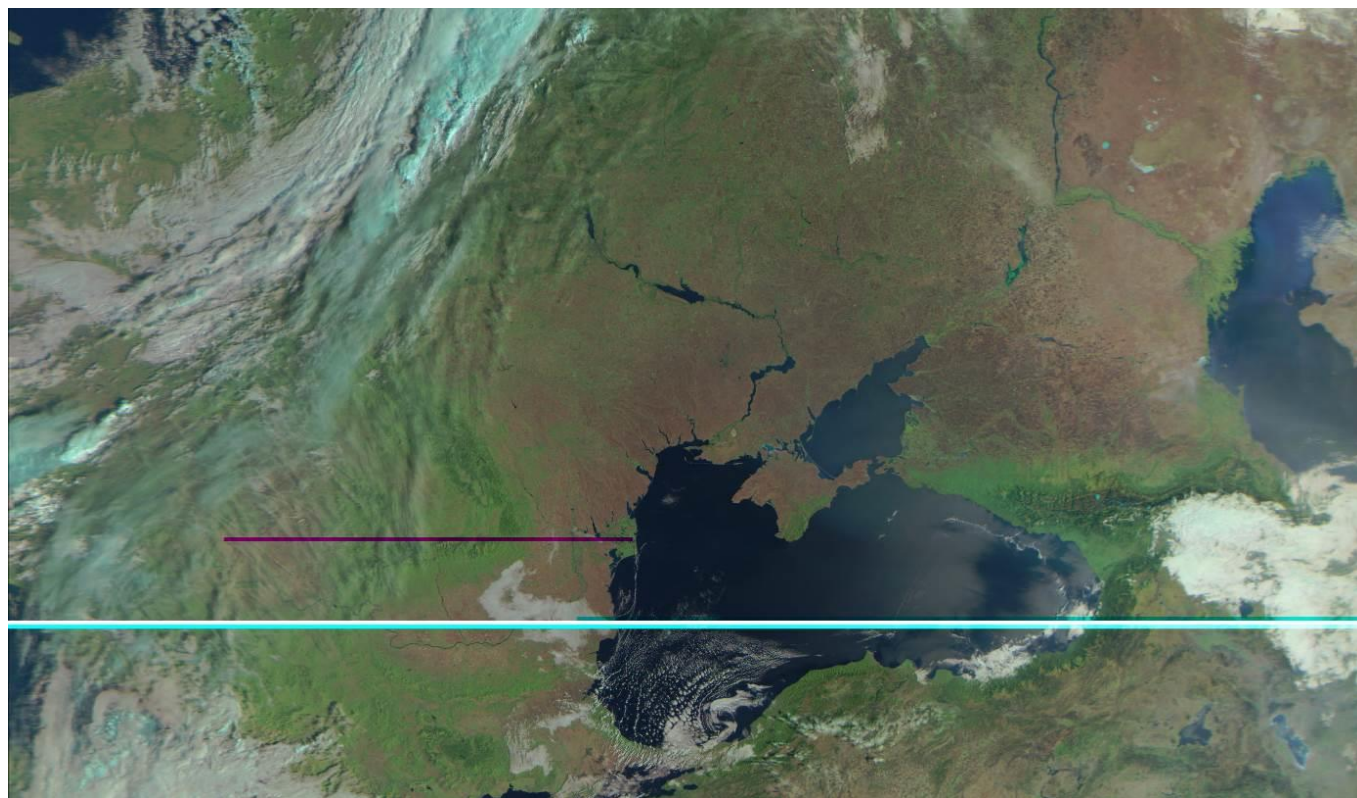
Для передачі цільової інформації з борту КА “Метеор-М” використовуються наступні радіолінії:

у діапазоні 137,025–137,925 МГц із швидкістю 80 Кбіт/с для передачі на мережу наземних станцій в режимі безпосередньої передачі інформації приладу МСУ-МР в міжнародному форматі LRPT;

у діапазоні 1690–1710 МГц із швидкістю 665,4 Кбіт/с для передачі в режимі безпосередньої передачі інформації бортових приладів і даних платформ збору даних;

у діапазоні 8025–8400 МГц із швидкістю до $2 \times 122,88$ Мбіт/с для передачі в режимах безпосередньої передачі та відтворення інформації повного потоку даних цільової апаратури КА в центри приймання та оброблення даних: Європейський (м. Москва, м. Обнінськ, м. Долгопрудний), Сибірський (м. Новосибірськ) і Далекосхідний (м. Владивосток).

Приклад отриманого зображення КА “Метеор-М”, що прийняте на частоті 137,100 МГц наземною станцією приймання інформації Центру космічних технологій Поліського національного університету, показано на рис. 2.30.



Космічний знімок КА “Метеор-М” 17.09.2020

Рис. 2.30. Приклад отриманого зображення КА “Метеор-М”

Космічний комплекс метеорологічного забезпечення “Електро-Л” призначений для забезпечення оперативною інформацією для аналізу і прогнозу погоди, вивчення стану акваторій морів і океанів, моніторингу умов для польотів авіації, а також вивчення стану іоносфери і магнітного поля Землі. Крім того, цей КК здатний вести моніторинг клімату і глобальних змін, вести контроль за надзвичайними ситуаціями і проводити екологічний контроль довкілля.

Діючий орбітальний сегмент КК “Електро-Л” складається з двох діючих КА типу “Електро-Л” на ГСО – “Електро-Л2” та “Електро-Л3”. Основні характеристики діючих КА типу “Електро-Л” приведені в таблиці 2.26.

Таблиця 2.26. Основні характеристики діючих КА “Електро-Л”

№ ч.ч.	Назва КА	“Електро-Л2”	“Електро-Л3”
1.	Номер КА (№ НОРАД)	2015-074A (41105)	2019-095A (44903)
2.	Дата запуску	11.12.2015	24.12.2019
3.	Стартовий майданчик	Байконур	Байконур
4.	Засіб виведення	Зеніт-3SLБФ	Протон-М/ДМ-03
5.	Орбіта	Геостаціонарна	
6.	Орбітальні позиції	14,42 зх.д.	76,08 сх.д.
7.	Висота орбіти, км	35775×35797	35784×35788
8.	Нахилення площини орбіти, град	1,6731	0,0341
9.	Період обертання, хв	1436,110	1436,095
10.	Термін активного існування, років	10	10
11.	Маса КА типова, кг	1766	1766
12.	Маса корисного навантаження, кг	550	550
13.	Габаритні розміри, м	5,5×2,5	5,5×2,5
14.	Потужність електроживлення, Вт	1700	1700

Космічний апарат “Електро-Л” призначений для здійснення глобального спостереження атмосфери і поверхні Землі, що дозволяє систематично отримувати гідрометеорологічну та геліогеофізичну інформацію в планетарному масштабі. Для цього КА “Електро-Л” обладнаний приладами для проведення багатоспектрального знімання Землі у видимому та інфрачервоному діапазонах з розрізненністю 1 км і 4 км відповідно з періодичністю 30 хвилин (може бути зменшена до 10–15 хвилин).

На КА “Електро-Л2” також встановлена апаратура для ретрансляції отриманої інформації, приймання та ретрансляції даних від автономних метеорологічних платформ і сигналів аварійних буїв системи КОСПАС-SARSAT.

На борту КА “Електро-Л” встановлено наступне корисне навантаження:

багатозональний скануючий прилад гідрометеорологічного забезпечення МСУ-ГС (*рос. – Многозональное Сканирующее Устройство Гидрометеорологического Обеспечения*), що дозволяє виконувати знімання видимого диску Землі з просторовою розрізненністю 1 км у видимому та 4 км в інфрачервоному діапазонах;

геліогеофізичний апаратурний комплекс ГГAK-Э (*рос. – ГелиоГеофизический Аппаратурный Комплекс*) глобального моніторингу геліогеофізичних параметрів для контролю і прогнозування радіаційної обстановки в навколоземному просторі, стану магнітного поля, стану іоносфери;

бортовий радіотехнічний комплекс БРТК (*рос. – Бортовой РадиоТехнический Комплекс*) для передавання на Землю зображень і даних ГГAK-Э, ретрансляції та обміну метеорологічною інформацією, збору і передавання на Землю даних з платформ збору даних, ретрансляції сигналів аварійних буїв системи Коспас-Сарсат;

бортова система збору даних БССД (*рос. – Бортовая Система Сбора Данных*) для збору і накопичення даних від МСУ-ГС, ГГAK-Э та їх подальше передавання із швидкістю до 30,72 Мбіт/с у БРТК. Місткість пам’яті БССД – 650 Мбайт.

Основні характеристики цільової апаратури КА “Електро-Л” приведені в таблиці 2.27.

Таблиця 2.27. Основні характеристики цільової апаратури КА “Електро-Л”

Прилад	Основні характеристики
Багатозональний скануючий прилад гідрометеорологічного забезпечення МСУ-ГС	зона огляду: видимий диск Землі ($20^{\circ} \times 20^{\circ}$); 3 канали видимого діапазону (ВД); 7 каналів інфрачервоного (ІЧ) діапазону; розрізненність: ВД – 1 км, ІЧ – 4 км; періодичність знімання: 30 хв (у автоматичному режимі), 10–15 хв (за командами із Землі)
Геліогеофізичний апаратурний комплекс ГГAK-Э	7 спеціалізованих сенсорів: спектрометри та детектори електронів і протонів з енергіями від 0,05 до 600 МэВ; вимірювачі сонячної постійної, рентгенівського і ультрафіолетового випромінювання Сонця; вимірювач вектору магнітного поля Землі
Бортовий радіотехнічний комплекс БРТК	Передавання на Землю зображень і даних із швидкістю до 30,72 Мбіт/с. Частота передавання: 7,5 ГГц; 1,697 ГГц; 1,692 ГГц; 1,54 ГГц; Частота приймання: 8,2 ГГц; 466 МГц; 406 МГц; 402 МГц
Бортова система збору даних БССД	Збирання та накопичення даних від МСУ-ГС, ГГAK-Э і їх подальше передавання (до 30,72 Мбіт/с) у БРТК. Місткість пам'яті БССД – 650 Мбайт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Неухильне зростання кількості космічних об'єктів, що здійснюють польоти на навколоземних і міжпланетних орбітах, свідчить про активну світову космічну діяльність. При цьому кількість космічних апаратів складає **29,23%** від загальної кількості КО, а діючих КА (активних, резервних, на льотних випробуваннях, частково діючих) з них **лише 15,88% всіх КО** (54,31% всіх КА). Решта космічних об'єктів – це космічне сміття, частка якого складає 83,48% (18 402 КО).

2. РФ має значну частку формування загальної навколоземної космічної обстановки – кількість КО РФ станом на 01.01.2021 року складає **32,90% (7252 КО)** всіх каталогізованих космічних об'єктів (**22 044 КО**). Але абсолютна більшість з них – це космічне сміття (**32,13% (7082 КО)**). Кількість російських діючих КА складає лише **0,75% (165 КА)** всіх каталогізованих КО. Це в **12,12 рази менше** чисельності орбітальних угруповань діючих КА США (**2000 КА**) та в **2,55 рази менше** чисельності орбітальних угруповань діючих КА КНР (**422 КА**). Не зважаючи на це, російське орбітальне угруповання діючих КА загальною чисельністю **165 КА** є третім у світі, має в своєму складі КА різноманітного призначення, які функціонують на всіх нині освоєних навколоземних орбітах .

3. У 2020 році світовими країнами для виведення КА на орбіти здійснено **114** запусків ракет космічного призначення, з яких успішними були **104**. За результатами запусків РКП на орбіти виведені **1 230 КА**. Ще **52 КА** виведені на навколоземні орбіти іншими КА. Всього у 2020 році на навколоземні та міжпланетні орбіти виведені **1 282 КА**. Космічні запуски РФ у 2020 році вперше після 2003 року були всі успішними та склали **14,42% (15 запусків РКП)**. США в 2020 році здійснили **32,69% (34)** успішних запусків РКП, що у **2,26 рази більше** за РФ, а КНР – **33,65% (35)** успішних запусків РКП, що у **2,33 рази більше** за РФ. Суттєва різниця в кількості космічних запусків провідних світових космічних держав свідчить про остаточну втрату РФ світового лідерства у космічних пускових можливостях.

4. Зберігаються загальні світові тенденції високої інтенсивності космічних запусків і збільшення кількості КА, що виводяться на орбіти одним ракето-носієм. Зокрема, США в **34 запусках РКП** вивели на орбіти **868 КА**, з них **833 КА** типу Starlink – у 14 запусках (по 57 – 60 КА Starlink в одному запуску), а РФ в інтересах Великобританії в **3 запусках РКП** вивела на орбіти **104 КА** типу OneWeb (по 34 – 36 КА в одному запуску). США, КНР і Японія використовують національні пускові можливості насамперед для реалізації власних космічних програм і виведення на орбіти національних КА. При цьому США і Японія користуються також пусковими послугами інших країн, що може свідчити про недостатність національних пускових можливостей. РФ у значній мірі орієнтується на надання комерційних пускових послуг для іноземних замовників, що може свідчити про недостатність виготовлених національних КА в умовах санкцій і пов'язану з цим надлишковість російських пускових можливостей.

5. Активна світова космічна діяльність у цілому та РФ зокрема, їх військово-космічна складова обумовлюють необхідність цілеспрямованого дослідження стану навколоземної космічної обстановки та її врахування при здійсненні вітчизняної космічної діяльності, насамперед, у сферах національної безпеки та оборони.

6. Вирішення завдань вітчизняної космічної ситуаційної обізнаності потребує організації:

системного та цілеспрямованого добування даних про стан космічної обстановки, їх фахового оброблення та надання користувачам достовірних інформаційно-звітних документів;

системної та фахової інформаційно-аналітичної роботи;

постійного балістичного супроводження орбітальних угруповань діючих КА програмно-алгоритмічними засобами;

інструментального контролю положення і стану діючих КА радіолокаційними, радіотехнічними, оптико-електронними та оптичними засобами, радіомоніторингу їх функціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Програма космічних сил США з обміну даними космічної ситуаційної обізнаності (SSA Sharing Program) // (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://www.space-track.org>.
2. Орбітальні запуски 2020 року (Orbital Launches of 2020) // (Електронний ресурс). – Режим доступу: https://space.skyrocket.de/doc_chr/lau2020.htm.
3. Бази супутникових даних (UCS Satellite Database) організації “Союз зацікавлених вчених (Union of Concerned Scientists, UCS)” за 2015-2020 роки // (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database>.
4. Аналітичні огляди “Події у навколоземному космічному просторі” Автоматизованої системи попередження про небезпечні ситуації у навколоземному космічному просторі Роскосмосу (*рос. – Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве, АСПОС ОКП*) за січень 2015 р.– жовтень 2016 р. // (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://www.aspos.mcc.rsa.ru>.
5. Випорханюк Д. М., Ковбасюк С. В. Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Іноземний і вітчизняний досвід космічної діяльності у сфері оборони: монографія. Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2018. 532 с. // (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://space.znau.edu.ua/images/book/monoghrafija2018.pdf>.
6. Випорханюк Д. М., Ковбасюк С. В., Мамрай С. А. Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Загальна навколоземна космічна обстановка станом на 01.01.2021 року. Інформаційно-аналітичний бюлетень № 1/1-2021. Житомир: Поліський національний університет, 2021. 37 с. // (Електронний ресурс). – Режим доступу: http://space.znau.edu.ua/images/book/bul20201-01-01_n.pdf.
6. Інформаційні повідомлення засобів масової інформації стосовно космічної діяльності // (Електронний ресурс).