

Прилади

УДК 629.78:528.854

І.А. Беспалко, н.с.
Д.В. Пекарєв, к.т.н., с.н.с.
А.В. Савчук, к.т.н., с.н.с.
Військова частина А0735, м. Житомир

ВРАХУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ КОСМІЧНИХ ОРБІТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИДОВОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПРИ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАВДАНЬ

Розглянуто основні можливості іноземних космічних орбітальних засобів видового спостереження щодо забезпечення вирішення прикладних завдань, надано стислу характеристику існуючих систем контролю космічного простору. Проведено аналіз динаміки нарощування угруповань космічних орбітальних засобів та можливостей їх бортової апаратури щодо виявлення типових об'єктів. Запропоновано варіант класифікації космічних орбітальних засобів видового спостереження за просторовою розрізненістю їх бортової спеціальної апаратури.

Постановка проблеми. На даний час використання космічного простору для забезпечення вирішення прикладних завдань є масштабним і постійно зростає. В умовах виникнення конфліктів у міжнародних відносинах, політичних та економічних протиріч, а також швидкого науково-технічного прогресу космічний простір стає новим середовищем для конкурентної боротьби із застосуванням космічних орбітальних засобів (КОЗ) [1, 2].

Використання КОЗ різного призначення збільшує ефективність вирішення прикладних завдань. З іншого боку, іноземні КОЗ можуть впливати на вирішення завдань господарської, комерційної та наукової діяльності нашої держави. Зокрема іноземні КОЗ видового спостереження здатні виявляти та спостерігати об'єкти (процеси та явища) на території України, що певним чином може вплинути на конкурентоспроможність держави на світовому ринку. Для врахування та можливого запобігання цьому впливу першочерговим завданням є спостереження за КОЗ. Завдання спостереження за космічними об'єктами природного та штучного походження, моніторингу та аналізу стану КОЗ вирішують системи контролю космічного простору, які мають Сполучені Штати Америки (США), Російська Федерація (РФ) та Україна.

Аналіз та врахування впливу КОЗ на об'єкти (процеси та явища) господарської, комерційної та наукової діяльності України здійснюється в умовах нарощування угруповань іноземних КОЗ та покращення характеристик їх бортової спеціальної апаратури. Це потребує не лише загального розподілення КОЗ за призначенням, а й більш конкретного – за можливостями та характеристиками їхньої бортової спеціальної апаратури, що дозволить точніше планувати використання КОЗ або враховувати їх вплив на виконання прикладних завдань при здійсненні Україною господарської, комерційної та наукової діяльності.

Таким чином, задача класифікації іноземних КОЗ з урахуванням їх можливостей при інформаційному забезпеченні вирішення прикладних завдань є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень питань використання космічних систем та засобів, їх ролі, призначення, завдань, врахування впливу на об'єкти (процеси та явища) викладені в багатьох наукових працях. Так у колективній монографії [2] розглядаються особливості космічного простору, деякі принципи використання КОЗ, проведено загальний аналіз використання даних, отриманих за їх допомогою, в сучасних конфліктах. Стаття [3] присвячена аналізу особливостей використання космічного простору та огляду існуючих і перспективних космічних систем, їх застосування для забезпечення національної безпеки. Стаття [4] – аналізу джерел космічної інформації з огляду на основні об'єкти, які можливо досліджувати з її використанням. У роботах [5, 6, 7] висвітлено питання розробки варіантів класифікації КОЗ видового спостереження на основі аналізу ознак та систематизації інформації про космічні системи. У науковій статті [8] розглянуті особливості функціонування системи контролю та аналізу космічної обстановки (СКАКО).

Слід зазначити, що існуючі погляди на використання космічного простору, застосування космічних систем та засобів потребують врахування вимог сьогодення, що постійно змінюються.

Крім того, аналіз та врахування впливу перспективних іноземних КОЗ на виконання прикладних завдань при здійсненні Україною господарської, комерційної та наукової діяльності дозволить підвищити ефективність їх виконання та конкурентоспроможність держави.

Мета статті: обґрунтування підходу до розширення класифікації КОЗ за характеристиками бортової спеціальної апаратури (на прикладі КОЗ видового спостереження) для врахування їх можливостей при інформаційному забезпеченні вирішення прикладних завдань, а також впливу іноземних КОЗ на господарську, комерційну, наукову та іншу діяльність держави.

Викладення основного матеріалу. На даний час більше ніж 130 держав світу та міжнародних організацій беруть участь у космічній діяльності, з них близько 40 мають програми щодо використання КОЗ в інтересах власної національної безпеки та збройних сил. Активно впроваджується використання КОЗ для вирішення прикладних завдань, а врахування їх можливостей стає важливим етапом при плануванні та здійсненні господарської, комерційної та наукової діяльності країн [9].

Основними напрямками використання КОЗ є:

- моніторинг надзвичайних ситуацій, стану навколишнього середовища, водного, лісового та сільського господарств;
- картографія, контроль землекористування, геологічні дослідження;
- інвентаризація та контроль будівництва об'єктів транспортної інфраструктури, видобутку нафти та газу;
- інформаційне забезпечення питань національної безпеки тощо.

Великі потенційні можливості щодо вирішення зазначених прикладних завдань мають КОЗ видового спостереження.

На відміну від інших (некосмічних) засобів, основними перевагами використання КОЗ видового спостереження є:

- висока оглядовість, можливість отримання інформації про великі території;
- можливість отримання видової інформації без порушень норм міжнародного права щодо державних кордонів;
- порівняно невисока вартість отримуваних даних;
- можливість отримання інформації про важкодоступні райони земної поверхні;
- менша імовірність спотворення видової інформації тощо [10].

З іншого боку, всі ці переваги можуть бути використані іноземними державами чи організаціями при використанні власних, союзницьких чи орендованих КОЗ для отримання закритої (комерційної) інформації про об'єкти, процеси та явища на території інших держав. В такому випадку виникає необхідність врахування можливого витоку інформації внаслідок застосування іноземних КОЗ.

Завдання аналізу загальної космічної обстановки (КО), визначення стану та виявлення змін у складі КОЗ вирішується під час контролю космічного простору (ККП). Системи контролю космічного простору (СККП) здійснюють спостереження за всіма КОЗ, в тому числі за тими, що здатні впливати на виконання прикладних завдань.

На даний час повноцінні СККП мають США, РФ та Україна. Певні складові, що можуть використовуватися для ККП, наявні у Китайській народній республіці, Японії та Європейському Союзу.

СККП США призначена для здійснення ККП та інформаційного забезпечення, в масштабі часу близькому до реального, політичного керівництва США щодо стану КО. Отримана інформація використовується для оцінки обстановки в космічному просторі; надання споживачам (замовникам) необхідних даних в інтересах виконання прикладних завдань; забезпечення командно-вимірювальних комплексів управління польотами космічних апаратів (КА) даними, необхідними для вибору безпечних умов запуску і польоту, а також для виявлення, супроводження, визначення стану і місць приземлення КА в аварійних ситуаціях [11].

Так, наприклад, в складі збройних сил США створюється Система управління Об'єднаного центра космічних операцій (Joint Space Operations Center Management System, JMS), що матиме єдине мережецентричне операційне середовище з розширеними можливостями спостереження космічного простору, де буде здійснюватися ефективний розподіл даних щодо стану КО. Необхідною складовою формування інформаційного забезпечення щодо КО в США є комплексний аналіз інформації про стан КО, отриманої з різних джерел. Комплексна обробка інформації про КО є багаторівневою [12].

Важливу роль у здійсненні ККП в США відіграє взаємодія з комерційними операторами КА, чим забезпечується отримання даних про стан, можливості виконання цільових завдань та плани маневрування комерційних іноземних КА.

В РФ СККП – постійно діюча стратегічна інформаційна система, яка відіграє провідну роль у космічній діяльності держави [13].

Основними завданнями СККП РФ є:

- інформаційне забезпечення керівництва держави щодо стану КО;
- виявлення, розпізнавання, каталогізація, оцінювання можливостей КА і КОЗ різного призначення;
- надання споживачам (замовникам) даних про стан і зміни КО;
- визначення ознак підготовки і факту розгортання військових космічних систем;

- здійснення контролю за дотриманням міжнародних угод щодо використання космічного простору;
- забезпечення безпеки польоту вітчизняних КА, супроводження КА тощо [14].

У функціональній технічній структурі СККП РФ органом управління є Центр контролю космічного простору космічних військ РФ (ЦККП КВ РФ). ЦККП КВ РФ є автоматизованим командно-обчислювальним центром, обладнаним апаратурою автоматизованого прийому, обробки, відображення і видачі інформації про КО і окремі космічні об'єкти. ЦККП КВ РФ здійснює ведення каталогу космічних об'єктів, дані з якого використовуються для вирішення поточних і перспективних завдань використання космічного простору, інформаційного забезпечення щодо стану КО в інтересах держави [15].

В Україні завдання ККП вирішує Національний центр управління і випробувань космічних засобів, який призначений для збору, обробки й аналізу інформації про космічні об'єкти та надання керівництву держави, науково-дослідним установам та організаціям, підприємствам-розробникам космічної техніки й іншим споживачам (замовникам) даних про стан і тенденції розвитку КО [16].

За узагальненими даними існуючих СККП на навколосеземних орбітах знаходиться більше 1000 діючих КОЗ. Щодо КОЗ видового спостереження, то їх кількість поступово зростає. Останнім часом спостерігається динаміка збільшення запусків КОЗ з бортовою знімальною апаратурою надвисокої та високої просторової розрізненості (рис. 1).

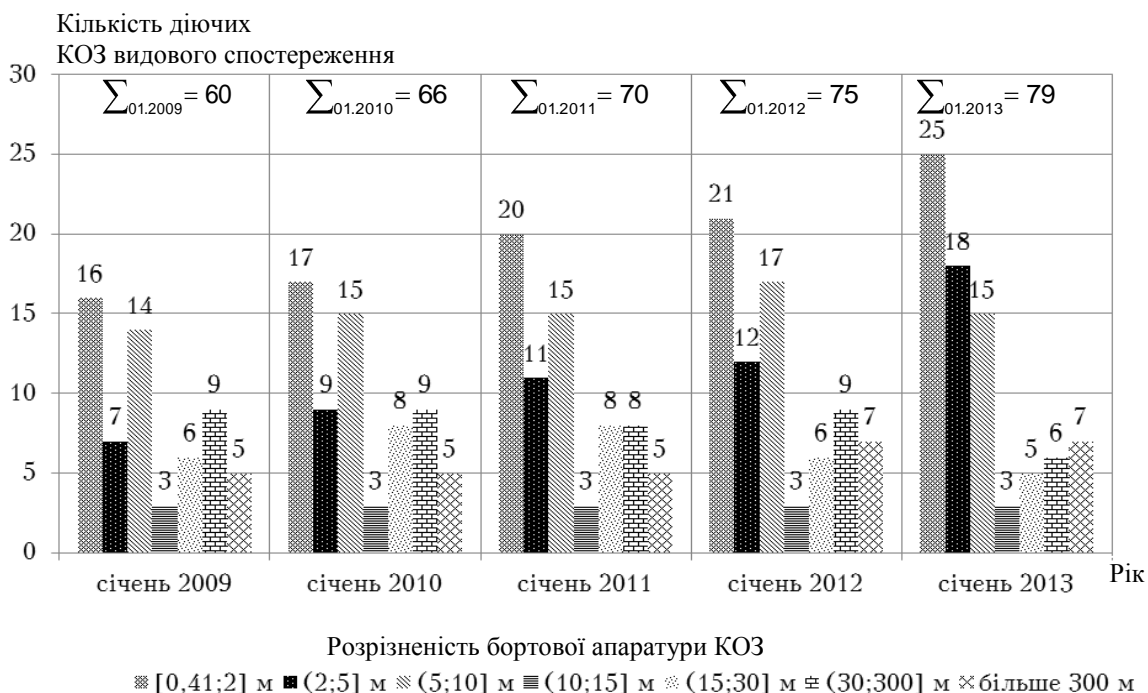


Рис. 1. Динаміка нарощування угруповань КОЗ видового спостереження з бортовою апаратурою різної просторової розрізненості

Використання даних з КОЗ видового спостереження з середньою та низькою просторовою розрізненістю обумовлюється нижчою вартістю, порівняно з даними високої просторової розрізненості та можливістю за їх допомогою вирішення певного переліку прикладних завдань.

Сучасні КОЗ видового спостереження дозволяють здійснювати виявлення наземних об'єктів; за результатами дешифрування отриманих знімків можливо робити висновки щодо стану, динаміки змін, характеристик та належності об'єктів до визначеного типу (підкласу, класу, виду). Ефективність аналізу й інтерпретації даних, отриманих з КОЗ видового спостереження, визначається змістом та інформативністю про об'єкти, що спостерігаються.

Об'єкти відрізняються за геометричними розмірами, формою, характером функціонування. Ці особливості можуть бути враховані під час здійснення спостереження за об'єктами, територіями, процесами та явищами, а саме: застосування КОЗ з бортовою апаратурою відповідної просторової розрізненості або, з іншого боку, врахування такого застосування при спостереженні іноземними КОЗ вітчизняної інфраструктури. Саме просторова розрізненість обумовлює масштаб та детальність космічних знімків, процеси спостереження, виявлення та розпізнавання об'єктів, визначення їх функціонування та взаємовідносин, тобто цінність знімків для виконання прикладних завдань [10].

Зіставивши просторову розрізненість даних, що отримані діючими КОЗ видового спостереження, з вимогами до детальності для вирішення прикладних завдань, одержуємо значення необхідної просторової розрізненості для виявлення об'єктів спостереження та переліки діючих КОЗ видового

спостереження, вплив яких необхідно враховувати при здійсненні господарської, комерційної та наукової діяльності (рис. 2).

Виявлення наземних об'єктів та засобів на космічних знімках обумовлюється їх сприйняттям особою, яка приймає рішення. Виходячи з різних геометричних розмірів об'єктів, що виявляються, пропонується розподілити їх на:

- компактні наземні об'єкти та засоби, для виявлення яких доцільно використовувати апаратуру з просторовою розрізненістю не менше 2 м;
- малорозмірні наземні об'єкти та засоби – не менше 5 м;
- протяжні (лінійні) об'єкти – не менше 10 м;
- площинні об'єкти – не менше 15 м.

На даний час на навколоземній орбіті знаходиться велика кількість діючих КОЗ, що класифікуються за багатьма критеріями. На основі аналізу динаміки нарощування угруповання іноземних КОЗ видового спостереження, їх можливостей щодо виявлення наземних об'єктів запропоновано доповнити класифікацію КОЗ видового спостереження підкласами щодо характеристики бортової спеціальної апаратури за просторовою розрізненістю, що дозволить визначити перелік КОЗ для вирішення конкретних прикладних завдань або конкретизувати врахування їх застосування (рис. 3).

Таким чином, Україна має такі можливості щодо спостереження за КОЗ, що здатні впливати на ефективність виконання прикладних завдань та здійснювати інформаційне забезпечення щодо стану КО з метою врахування такого впливу. Використання запропонованої класифікації надасть змогу вдосконалити процес надання інформації споживачам (замовникам) стосовно конкретизації переліку КОЗ, виходячи з врахування їх можливостей.

Висновки:

1. Динаміка нарощування угруповань КОЗ видового спостереження, покращення характеристик бортової спеціальної апаратури сприяють вдосконаленню їх можливостей щодо спостереження або впливу на об'єкти наземної інфраструктури країн світу.

2. Використання даних видового спостереження з КОЗ іноземними країнами може впливати на конкурентоспроможність України при веденні господарської, комерційної та наукової діяльності.

3. Застосування класифікації КОЗ видового спостереження за можливостями бортової спеціальної апаратури дозволить вдосконалити процес інформаційного забезпечення при врахуванні впливу КОЗ на виконання прикладних завдань.

4. Запропонований підхід класифікації КОЗ видового спостереження за просторовою розрізненістю бортової спеціальної апаратури може бути використаний для розширення класифікації інших орбітальних угруповань КА за певними критеріями з метою покращення врахування їх впливу при вирішенні прикладних завдань.

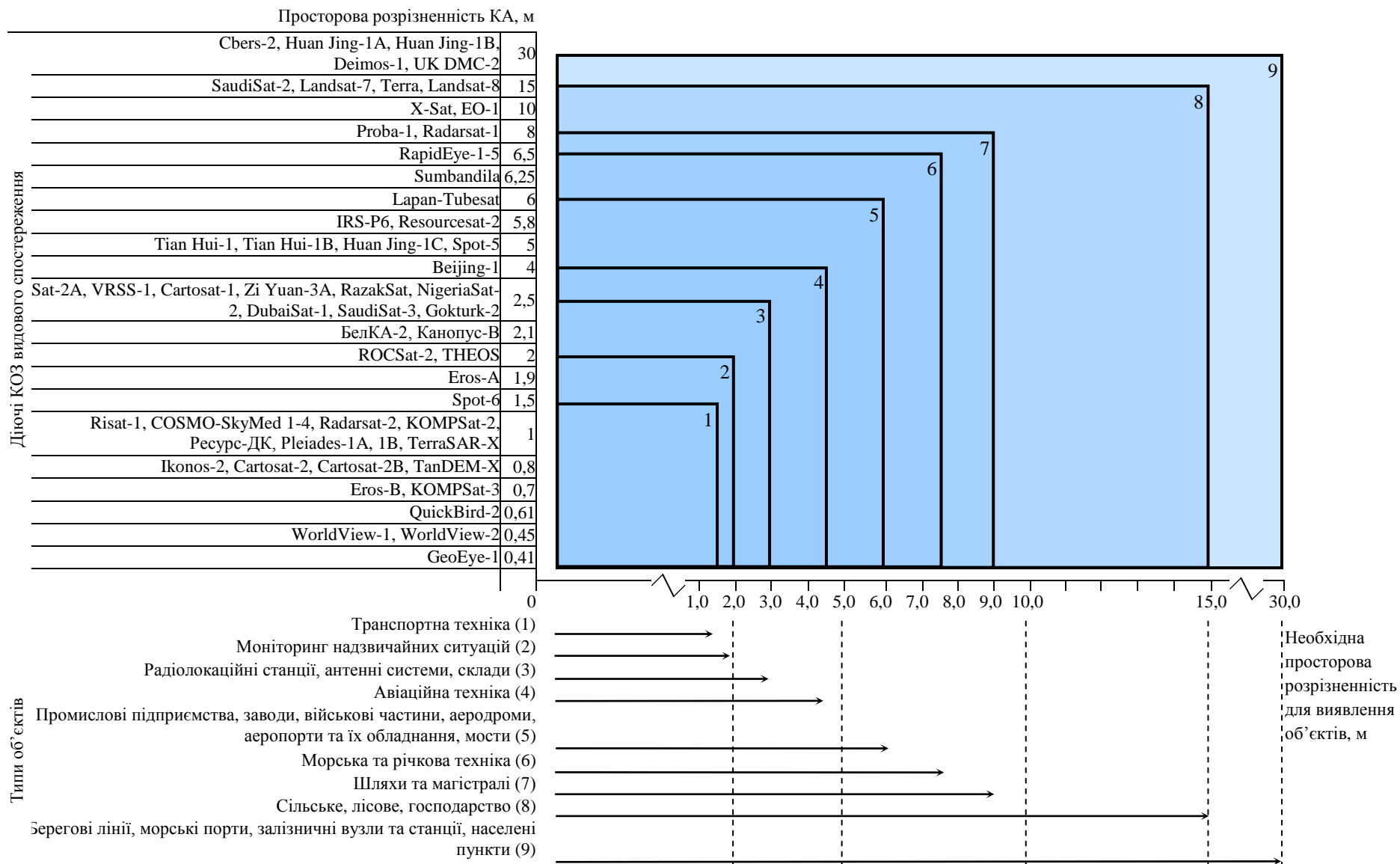


Рис. 2. Вимоги до просторової розрізненості та можливості іноземних КОЗ видового спостереження щодо виявлення об'єктів

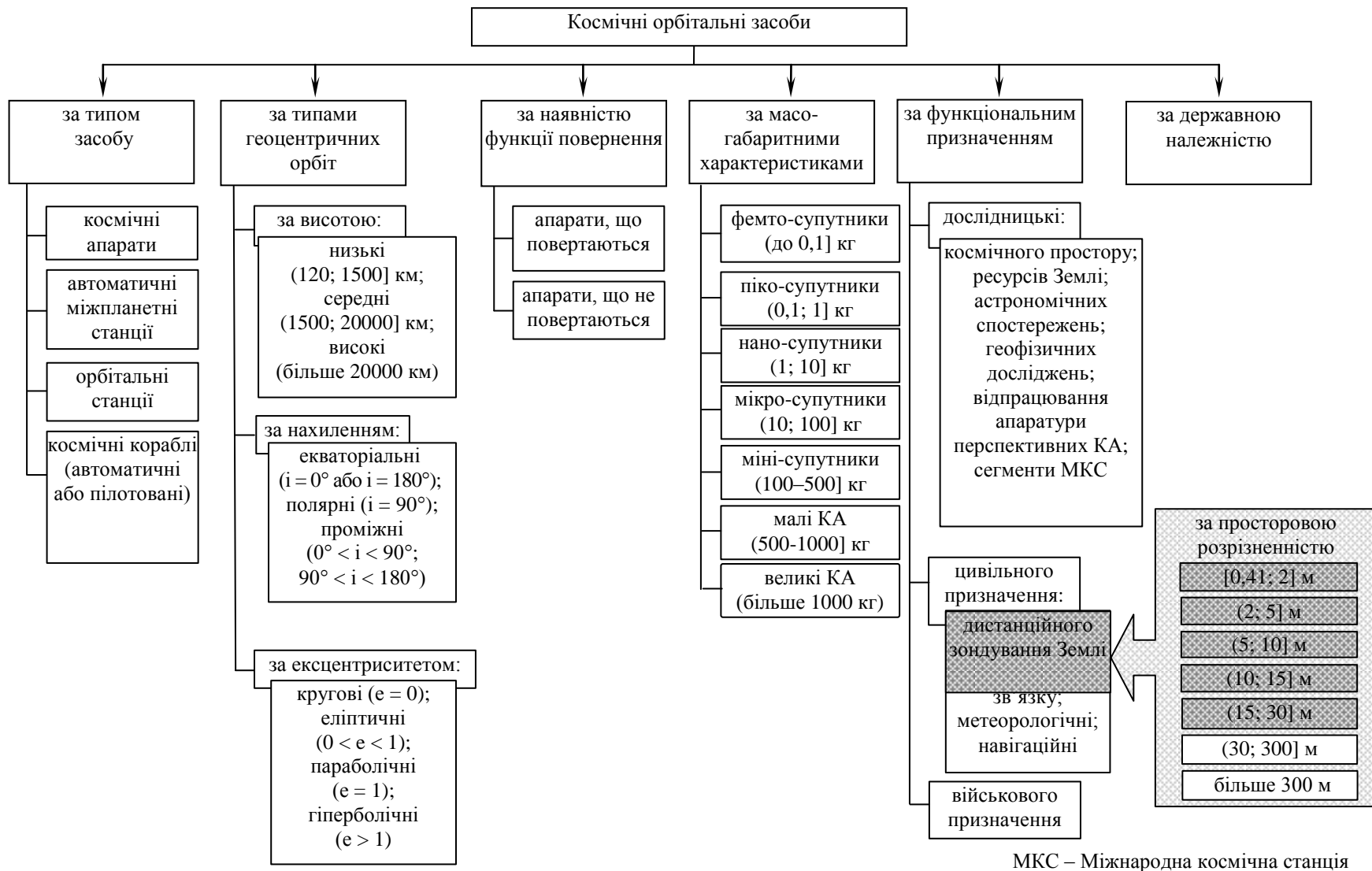


Рис. 3. Основні варіанти класифікації КОЗ

Перспективи подальших досліджень. Подальше дослідження даної теми потребує поглиблення аналізу основних властивостей КОЗ, що здатні впливати на виконання прикладних завдань, виявлення недоліків інформаційного забезпечення щодо стану та змін КО, а також визначення шляхів його вдосконалення.

Список використаної літератури:

1. *Фененко А.* Конкуренция в космосе и международная безопасность / *А.Фененко* // Международные процессы. Электронный ресурс. – Режим доступа : <http://www.intertrends.ru/eighteenth/004.htm>.
2. *Outer Space: Weapons, Diplomacy, and Security* (Космос: оружие, дипломатия, безопасность) : кол. монография / За ред. *А.Арбатова* та *В.Дворкина*. – М. : Московский Центр Карнеги, РОССПЭН, 2009. – 11–16 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://carnegie.ru/publications/?fa=41904>
3. Аналіз можливостей підвищення ефективності системи контролю та аналізу космічної обстановки для навігаційного забезпечення управління космічними апаратами / *О.Л. Поляков, О.П. Рачинський, С.С. Ломоносов та ін.* // Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. пр. – 2007. – Вип. 1. – С. 7–10 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Sunz/2007_1/Polyakov.pdf
4. *Толубко В.Б.* Тенденції використання космічного простору у сучасних умовах при вирішенні військових завдань / *В.Б. Толубко, С.В. Козелков* // Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. пр. – 2008. – Вип. 3 (7). – С. 4–11 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Sunz/2008_3/Tolybko.pdf.
5. *Ищенко Д.А.* Методика класифікації космічних апаратів як складова оцінки космічної обстановки / *Д.А. Ищенко, М.Я. Маршалок, В.В. Омельчук В.В.* // Збірник наукових праць. – Житомир : ЖВІРЕ, 2006. – № 10. – С. 63–71.
6. *Омельчук В.В.* Узагальнення класифікації космічних апаратів дистанційного зондування Землі / *В.В. Омельчук, Д.В. Пекарєв, О.В. Омельчук* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2006. – № 1(36). – С. 75–80.
7. Аналіз особливостей космічних систем гіперспектрального знімання / *І.А. Беспалко, В.С. Герасимов, Д.В. Пекарів та ін.* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2012. – № 1(60). – С. 85–92.
8. *Попов М.О.* Шляхи отримання космічної інформації в інтересах національної безпеки та оборони / *М.О. Попов* // Наука і оборона. – 2003. – № 2. – С. 38–50.
9. *Куницький С.В.* Космічна підтримка застосування збройних сил – вимога сучасності / *С.В. Куницький* // Центр воєнної політики та політики безпеки [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://defpol.org.ua/site/index.php/ru/archiv/obonoglyad/4129-2011-01-12-07-32-10>.
10. *Манойлов В.П.* Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації : монографія / *В.П. Манойлов, В.В. Омельчук, В.В. Опанюк*. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – С. 131–145, 304–325.
11. Система контролю космического пространства США [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://mail.unnatural.ru/usa-sss>.
12. *Weeden B.C.* Computer systems and algorithms for Space situational awareness: history and future development / *B.C. Weeden, P.J. Cefola*. – С. 10–12 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : [http://swfound.org/media/15742/computer systems and algorithms for space situational awareness - history and future development.pdf](http://swfound.org/media/15742/computer%20systems%20and%20algorithms%20for%20space%20situational%20awareness%20-%20history%20and%20future%20development.pdf).
13. Военная доктрина Российской Федерации, утверждена Указом Президента Российской Федерации // Совет безопасности Российской Федерации [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.scrf.gov.ru/documents/18/33.html>.
14. *Ляпоров В.Н.* СККП: начало пути / *В.Н. Ляпоров, Л.К. Оляндэр* // Воздушно-космическая оборона [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://vko.ru>.
15. Центр контроля космического пространства [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Центр_контроля_космического_пространства&oldid=51492515.
16. Центр контролю космічного простору [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://spacecenter.gov.ua/index.php?len=ua&key=ckkr>.

БЕСПАЛКО Ірина Анатоліївна – науковий співробітник наукового відділу військової частини А0735. Наукові інтереси:

- дослідження функціонування та застосування космічних систем;
- алгоритми класифікації космічних систем.

ПЕКАРСВ Дмитро Володимирович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник начальник наукового відділу військової частини А0735.

Наукові інтереси:

- алгоритми функціонування складних інформаційних систем;
- оптимізація застосування космічних систем.

САВЧУК Андрій Володимирович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник наукового відділу військової частини А0735.

Наукові інтереси:

- ефективність функціонування космічних систем;
- планування застосування космічних систем;
- балістико-навігаційне забезпечення польотів космічних апаратів.

Стаття надійшла до редакції 31.01.2013

Беспалко І.А., Пекарев Д.В., Савчук А.В. Врахування можливостей космічних орбітальних засобів видового спостереження при інформаційному забезпеченні вирішення прикладних завдань
Беспалко И.А., Пекарев Д.В., Савчук А.В. Учет возможностей космических орбитальных средств видового наблюдения при информационном обеспечении решения прикладных задач / **Bespalko I.A., Pekarev D.V., Savchuk A.V.** Accounting the features of orbital spacecrafts of remote sensing for information support of solver applied problems

УДК 629.78:528.854

Учет возможностей космических орбитальных средств видового наблюдения при информационном обеспечении решения прикладных задач / И.А. Беспалко, Д.В. Пекарев, А.В. Савчук

В статье рассмотрены основные возможности иностранных космических орбитальных средств видового наблюдения по обеспечению решения прикладных задач, представлено краткую характеристику существующих систем контроля космического пространства. Проведено анализ динамики наращивания группировок космических орбитальных средств и возможностей их бортовой аппаратуры по обнаружению типовых объектов. Предложено вариант классификации космических орбитальных средств видового наблюдения по пространственному разрешению их бортовой специальной аппаратуры.

УДК 629.78:528.854

Accounting the features of orbital spacecrafts of remote sensing for information support of solver applied problems / I.A. Bespalko, D.V. Pekarev, A.V. Savchuk

In the article considered the main features of foreign orbital spacecrafts of remote sensing according to provision of solver applied problems, a brief description of existing space surveillance systems is presented. There were dynamics building up the group of orbital spacecrafts and opportunities of their on-board equipment according to detection of typical objects analyzed. Proposed variant of classification orbital spacecrafts remote sensing according to spatial resolution of their on-board equipment.

Подано __.__.2013