

УДК 528.715:629.735 (045)

А.М. Козуб¹, Н.О. Суворова¹, В.М. Чернявський²¹Національний авіаційний університет, Київ²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ГЕОГРАФІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Проведено аналітичний огляд існуючих космічних систем дистанційного зондування землі, пілотованих літальних апаратів, а також альтернативних систем на основі безпілотних літальних апаратів. Зроблена порівняльна характеристика основних параметрів існуючих засобів збору інформації.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, аерозйомка, моніторинг, геоінформатика, дистанційне зондування землі, просторове розрізнення, пілотоване повітряне судно.

Вступ

Постановка проблеми. Необхідною умовою успішного перебігу сучасних виробничих процесів є своєчасне і достовірне інформаційне забезпечення. Географічні інформаційні системи (ГІС) на сьогоднішній день вже знайшли широке застосування на підприємствах самої різної галузевої приналежності. Це особливо актуально для проектів і робіт, що розгортаються на великих територіях. З появою комерційної аерокосмічної зйомки сформувався ринок даних геоінформатики.

Аерозйомка вже протягом десятиліть є ефективним інструментом для виконання пошукових робіт в геодезії, геофізичних дослідженнях, для проведення різного виду моніторингів. Сучасна геоінформатика надає користувачам потужний інструмент візуалізації, аналізу, систематизації, зберігання геопросторових даних. В основному зараз – це дані космічної зйомки й аерознімання. На сьогодні залишається невирішеним питання раціонального використання безпілотних літальних апаратів для виконання аерокосмічного моніторингу земної поверхні залежно від умов застосування та виконуваних завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досить багато досліджень присвячено проблемам забезпечення аерокосмічною інформацією суб'єктів державної системи моніторингу навколишнього природного середовища, створення нових апаратно-програмних засобів та інформаційних технологій.

В даний час у зв'язку з активним розвитком технічних засобів і геоінформаційних технологій, все більш значущим і актуальним становиться напрямок, пов'язаний з впровадженням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у цивільну сферу діяльності сучасного суспільства. Серед багатьох завдань, що вирішуються за допомогою безпілотної техніки, найбільш актуальним є отримання високоякісної аерофотозйомки. Пояснюється це цілим рядом переваг: багатоцільовим призначенням; дешевизною проектування, виготовлення і експлуатації; здатніс-

тю виконувати завдання в умовах, небезпечних для життя людини і збереження конструкції літального апарату; відсутністю забруднення довкілля шумом і шкідливими для життя людини речовинами. Питання доцільності використання БПЛА цивільного призначення представлені в наукових працях таких вітчизняних та іноземних науковців, як П. Афонін, А. Карімов, М. Матійчик, Г. Михайлов, В. Ростопчин, В. Клочков, Н. Eisenbeis та ін.

Метою статті є визначення основних параметрів БПЛА для актуалізації й уточнення оперативної геопросторової інформації на основі проведення аналітичного огляду існуючих космічних систем дистанційного зондування земної поверхні та пілотованих літальних апаратів.

Виклад основного матеріалу

Одне з основних призначень аерокосмічного моніторингу полягає у визначенні джерел і ступеня небезпеки загроз для підтримки прийняття рішень у кризових ситуаціях, а також створення умов для появи та подальшого зростання попиту на послуги геоінформаційних систем, а, отже, і ринку на ці послуги.

Як будь-яка інша інформаційна система, ГІС складається з п'яти ключових складових: обладнання, програмне забезпечення, дані, методи і фахівці. Забезпечення підприємства обладнанням, програмним забезпеченням ГІС, методами та ГІС-спеціалістами – це виключно організаційне завдання, яку підприємство повинно реалізувати на первинній стадії впровадження ГІС. Зовсім по-іншому виглядає ситуація з даними – основою будь-якої ГІС. ГІС буде виправдовувати очікування керівників і фахівців підприємства тільки у тому випадку, якщо у її складі будуть використовуватися достовірні, актуальні, докладні і несуперечливі дані.

Традиційно, одним з основних джерел даних для ГІС вважаються дані дистанційного зондування Землі (ДДЗ) – фотоматеріали, які одержують з штучних супутників Землі (космічна зйомка) і повітряних суден (аерофотозйомка).

Окрім космічних ДЗЗ і пілотованих літальних апаратів (ПЛА), завдання моніторингу Землі може вирішуватися на основі використання БПЛА. При цьому, засоби моніторингу здійснюють пошук, виявлення, ідентифікацію і вимірювання необхідних параметрів досліджуваних об'єктів [1, 2]. Особливого значення набуває застосування БПЛА для створення як систем розвідки природних ресурсів, так і систем спостереження за екологічним становищем.

Ефективність інтерпретації та аналізу аерокосмічного зображення в інтересах картографування визначається передусім просторовою розрізненістю. Наприклад, для виявлення невеликих об'єктів місцевості (організація авіаційних робіт у лісовому господарстві) потрібні аерокосмічні зображення з просторовою розрізненістю від десятків сантиметрів до одиниць-перших десятків метрів. Тому передумовами застосування БПЛА в якості нового фотографічного інструменту є недоліки двох тради-

ційних способів отримання даних дистанційного зондування землі (ДЗЗ) за допомогою космічних супутників (космічна зйомка) і повітряних пілотованих апаратів (аерофотозйомка).

Супутники ДЗЗ на сьогоднішній день представлені дуже широко. Отримані за їх допомогою знімки характеризуються доступністю, високим просторовим розрізненням, високою якістю та геометричною точністю. Характеристики космічних цифрових оптико-електронних систем представлені у табл. 1. Частота прольоту супутників над різними регіонами різниться, і залежно від цього оперативність надходження інформації може коливатися від 4 до 12 годин, але навіть це випереджає штатне авіапатрулювання. Ще одним позитивним моментом зйомки з космосу є той факт, що ділянки зйомки ніяк не прив'язані до державних або адміністративних кордонів, і для проведення зйомки не потрібні якісь дозволи. [3].

Таблиця 1

Характеристики космічних цифрових оптико-електронних систем

Космічна платформа	Бортова апаратура	Висота орбіти, км	Просторова розрізненість, м	Спектральні діапазони	Ширина смуги огляду, км
Landsat	ETM+	705	15 м; 30 м; 60 м	VNIR, SWIR, TIR	183
Ikonos	SCT	681	1 м; 4 м	VNIR	11
QuickBird	BHRC-60	450	0,61 м; 2,44 м	VNIR	16,5
OrbView	ORHIS	430	1 м; 4 м	VNIR	8
WorldView	MSI	800	0,5 м; 3 м	VNIR, SWIR	50
EO1	ALI	697	10 м; 30 м	VNIR, SWIR	37
EOS	ASTER	685	15 м; 30 м; 90 м	VNIR, SWIR, TIR	60
Radarsat	SAR	793	8 м; 30 м	6 см	80; 150
SPOT	HRG	830	2,5 м; 10 м	VNIR	60; 117
FSW	CCD	700	5 м; 19 м	VNIR	
CBERS	CCD	778	20 м; 80 м	VNIR, SWIR	120
IRS	LISS	817	5,8 м; 23,5 м; 70,5 м	VNIR, SWIR	63; 127
Eros	WISP	480	1,8 м	VNIR	14
ERS	AMI-SAR	785	30 м	6 см	100
Envisat	ASAR	796	25 м	6 см	100
TerraSAR	SAR-X	514	1,3; 6,6; 12,8	3 см	30; 50; 100
Алмаз	PCA	307	12 м	3 см	170
Монитор	PCA	540	8 м	VNIR	90
Ресурс	Геотон-Л	480	1 м; 3 м	VNIR	28,3; 42
Січ	МС-2-8	668	7,8 м; 39,5 м	VNIR, SWIR	46,6; 55,3

До недоліків супутникових систем і знімків, які одержують за їх допомогою можна віднести:

- складність підбору безхмарних знімків з архівів зйомки;
- недостатня мобільність при зйомці під замовлення (планування зйомки здійснюється мінімум за місяць), відсутність гарантії в отриманні безхмарних знімків при зйомці під замовлення;
- недостатня для вирішення багатьох прикладних завдань просторова розрізненість (до 10 см.). Наприклад, переваги зйомки з БПЛА StopCam у порівнянні із космічною наступні: максимальне розрізнення отриманих аерознімків до 1 – 2 см (при висоті

польоту 30 – 50 м), середнє розрізнення 8 – 10 см (при висоті польоту 250 – 300 м) [4];

- недостатньо гнучка політика операторів та дистриб'юторів щодо знімків на компактні ділянки (наприклад, вартість космічного знімку із супутника Quick Bird становить 25 доларів за 1 квадратний кілометр, а мінімальна площа замовлення знімку – 25 кв. км. Звідси, витрати на покупку знімку складуть 625 доларів (приблизно 4982 грн.). При цьому, якщо площа ділянки дослідження – 14 кв. км замовник зйомки сплачує 56 % вартості за ті частини знімка, які, по суті, його не цікавлять) [6];

– висока вартість або неможливість отримання стереопар.

– точність визначення координат значно гірше, ніж при авіапатрулюванні і може коливатися від 500 до 1000 метрів, що залежить більшою мірою від кута візування (спутник визначає координати точки під собою точніше, ніж в горизонті).

Більшість цих недоліків не характерно для аерофотозйомки з пілотованих повітряних суден (літаків, вертольотів). Ця система збору інформації являє собою виконання польотів на повітряних суднах (ПС) за спеціально розробленими маршрутами з метою оцінки поточного стану об'єктів дослідження, виконання спеціальної обробки даних за завданням користувача, передачі інформації для проведення аналізу екологічного моніторингу, отримання детального зображення ділянок місцевості та об'єктів, що там знаходяться і т.д. Такий спосіб, наприклад, дозволяє виявляти загорання лісових масивів в умовах хмарності й оцінювати більшу кількість параметрів пожежі в порівнянні з космічним моніторингом.

Однак, як вже було згадано вище, вильоти проводяться за графіком виконання авіаційних робіт, що відображується на частоті патрулювань та значно поступається часу отримання знімків з космосу.

Утримання авіапарку в сучасних умовах вимагає високих економічних витрат на обслуговування і паливо-мастильні матеріали, що в кінцевому випадку визначає високу вартість вихідної продукції - аерофотознімків, особливо при зйомці невеликих за площею ділянок. Крім того, парк традиційних літальних апаратів типу Ан-2, Мі-2, Ка-26 фізично застарів. Поповнення парку цих типів ПС не очікується через їхню високу вартість, а також морального й економічного старіння (велике питоме споживання ПММ). Надлегкі літальні апарати не забезпечують необхідної безпеки польотів, а також серійно не випускаються промисловістю у зв'язку із необхідністю великих капіталовкладень в організацію їхнього виробництва [5].

Крім того, на сьогоднішній день в Україні наявні в певній кількості застарілі топознімальні аерофотоапарати (АФА) серій АФА-ТЭС, АФА-41 і АФА-42, основні характеристики яких містяться в табл. 2. Використання даних АФА при створенні державного земельного кадастру України недоцільно внаслідок їх поганого технічного стану, відсутності єдиної інфраструктури їхньої експлуатації та обробки матеріалів аерофотознімання, невідповідності вимогам сучасних цифрових технологій створення ортофотопланів.

Таблиця 2

Характеристика вітчизняних аерофотоапаратів

АФА	Об'єктив	Формат кадру, см	Фокусна відстань, мм	Відносний отвір	Діапазон витримок, с	Розрізнявальна здатність, мм ⁻¹	Кут огляду, °
АФА-ТЭС/5	Руссар-62	18×18	50	1:9	1/80 – 1/240	15 – 55	120
АФА-ТЭС/7	Руссар-80	18×18	70	1:6,8	1/100 – 1/700	25 – 70	104
АФА-ТЭС/10	Руссар-71	18×18	100	1:6,8	1/100 – 1/700	30 – 90	84
АФА-ТЭС/35	Руссар-68	18×18	350	1:7	1/100 – 1/700	25 – 50	29
ТАФА-10	Ортогон-5А	18×18	100	1:6,3	1/75 – 1/1000	18 – 55	84
АФА-41/10	МРО-2	18×18	100	1:8	1/60 – 1/500	11 – 430	84
АФА-42/20	Орион-1М	30×308	200	1:6,3 – 1:16	1/75 – 1/500	8 – 35	73

Застосування стандартних авіаційних комплексів нерентабельно в наступних випадках:

– зйомка невеликих об'єктів і малих за площею територій. У цьому випадку економічні і тимчасові витрати на організацію робіт, що припадають на одиницю відзнятої площі, істотно перевершують аналогічні показники при зйомці великих площ (тим більше для об'єктів, значно віддалених від аеродрому);

– при необхідності проведення регулярної зйомки з метою моніторингу протяжних об'єктів: трубопроводи, лінії електропередач (ЛЕП), транспортні магістралі.

Виходячи з вищесказаного, застосування супутникових систем і пілотованих літальних апаратів для одержання фотознімків місцевості недоцільно в ряді випадків, особливо при потребі в знімках над-

високого просторового розрізнення [7], зйомці невеликих за площею і протяжних об'єктів, а також коли потрібна висока оперативність. У таких випадках доцільне використання аерофотознімальних комплексів на базі засобів безпілотної авіації, що забезпечують високу мобільність і низьку собівартість вихідної продукції (табл. 3).

Не випадково, багатьма фахівцями відзначається певна подібність у використанні БПЛА й супутників для завдань ДЗЗ. Головною загальною особливістю є те, що обидва типи апаратів виконують свої завдання автоматично. На них встановлюється однотипна апаратура спостереження: оптична, радіолокаційна, геофізична. Основні характеристики електронно-оптичних систем для БПЛА представлені в табл. 4.

Таблиця 3

Характеристики БПЛА України для дистанційного зондування Землі

Назва БПЛА	m_0 , кг	$m_{кн}$, кг	H, м	V_{max} , км/год	T, год	R, км
Стрепет-С	190	50	4500	250	14	1000
Стрепет-Л	95	15	3500	150	6	–
Ремез	10	3	–	105	2	20
Альбатрос	18,3	3	–	125	2	5 – 20
Кажан	20	3	4000	120	4	15
ХАЙ-112 «Сапсан»	60	15	4000	180	5	120
Поиск-2	60	15	4000	180	5	120
Бекас	20	5	3000	170	4	60
Кордон	85	25	5000	160	4	70
М-7В5 «Небесный патруль»	до 200	70	3000	200	5 – 14	1000 – 2800
М-6 «Жайвир»	12	5,5	300	160	2	200

Таблиця 4

Основні технічні дані електронно-оптичних пристроїв та систем для БПЛА

Тип	Призначення	Кут огляду°	Маса
Type 8040B	електронно-оптичний датчик для розвідки та спостереження на малих та середніх висотах польоту	12,4×6,2	до 10 кг
Type 8010	електронно-оптичний датчик для розвідки та спостереження на малих та середніх висотах польоту	18,3×65,6	7,5 – 10,5 кг
Vinten Type 950/955	оптична камера для панорамної розвідки та спостереження на малих та середніх висотах польоту	160×40,0	37 – 56 кг
MOSP	оптична багатодатчикова система для розвідки та спостереження на малих та середніх висотах польоту	ТВ-камера: вужьке поле: 0,37×1,3 широке поле: до 18,2 ІК-камера: вужьке поле: 2,4 широке поле: 29,2	26 – 39 кг
COH-112	оптична багатодатчикова система для розвідки та спостереження на малих та середніх висотах польоту	ТВ-камера: вужьке поле: 1,6×1,2 широке поле: 8,0×6,0 ІК-камера: вужьке поле: 4,0×3,0 широке поле: 18,0×13,5	47 – 51 кг
CANON EOS 5D MARK II/2	для панорамної та фронтальної аерозйомки	–	1,5 кг

В обох випадках потрібен канал зв'язку, що забезпечує керування й передачу інформації. Однак видова інформація із БПЛА може бути отримана в режимі реального часу або після доставки й обробки, але практично в день здійснення моніторингу. Космічні та безпілотні авіаційні системи повинні доповнювати одна одну щодо забезпечення інформації для ГІС, їх застосування повинне бути комплексним.

Слід зазначити, що при визначенні загальної ефективності процесу одержання матеріалів необхідно враховувати витрати на наземну обробку й фотограмметричну прив'язку отриманих знімків. На ці витрати вирішальним образом впливають кількість оброблюваних знімків і кількість пікселів у кожному знімку.

Комплекси повітряного моніторингу БПЛА вже зараз застосовуються для актуалізації й уточнення гео-

просторової інформації. Крім того, просторова роздільна здатність космічного знімку може виявитися недостатнім для виконання робіт з інвентаризації лісових насаджень у камеральних умовах, що спричинить збільшення обсягу дорогих і трудомістких польових робіт (табл. 1, гранична детальність матеріалів сканування супутника WorldView з розрізнення 0,5 м).

Наприклад розглянемо оцінку загальної ефективності аерофотографічної зйомки для рішення кадастрових і землепорядних завдань, коли точність визначення координат на знімку має порядок 10 – 15 см. З використанням аерофотоапарата RC-30 (фірми Leica) цю зйомку можна робити в масштабах 1: 8000 – 1:10000. При цьому вартість зйомки одного квадратного кілометра з використанням як літака-носія АН-30 буде порядку 30 – 50 доларів США, а з

використанням мотодельтоплана Т-2 – порядки 5 – 10 доларів США.

Для порівняння, вартість зйомки одного квадратного кілометра матеріалів сканування індійського супутника IRS-1С при розрізненні 5,8 м – 1 долар США [7].

Іншою «супутниковою» функцією, що виконують БПЛА, є ретрансляція сигналів. Зрозуміло, що по дальності й зоні покриття БПЛА не в змозі конкурувати із супутниками зв'язку, але цілком здатні розгорнути локальну систему на час виконання операцій у певних районах. Наприклад, при розміщенні приймально-передавальної антени на висоті 20 км забезпечується передача сигналу прямої видимості на відстань до 500 км. Таким чином, 5 комплексів із БПЛА забезпечують покриття території площею більш 1 млн. квадратних кілометрів [8].

Переваги БПЛА при виконанні аерофотозйомки:

- маловисотна зйомка дозволяє проводити зйомку на висотах від 10 до 500 метрів;
- надвисока роздільна здатність на місцевості – видно найдрібніші деталі рельєфу, і об'єкти сантиметрового розміру;
- автономність дій при виконанні поставлених завдань;
- можливість знімати під кутом до горизонту (перспективна зйомка);
- можлива детальна зйомка невеликих об'єктів;
- технологія дозволяє проводити аерофотозйомку невеликих об'єктів і малих майданчиків там, де зробити це іншими видами аерофотозйомки абсолютно нерентабельно, а іноді технічно неможливо;
- можливість вибору погодних умов і часу до-

би для проведення аерофотозйомки;

– супутникова і традиційна аерофотозйомка проводяться з урахування бажаного часу доби і погодних умов.

– оперативність – весь цикл, від виїзду на зйомку до отримання кінцевих результатів займає кілька годин;

– низька вартість – у кілька разів дешевше традиційних методів аерофотозйомки – вартість льотної години БПЛА набагато менше вартості льотної години будь-якого пілотованого повітряного судна;

– можлива робота в умовах міста – унікальна можливість оперативно отримати аерофотознімки будівель і ділянок в умовах міської забудови;

– низькі вимоги до живучості БПЛА в порівнянні з пілотованими літаками;

– мала габаритність обсягу спеціального обладнання й мала енергоємність джерел живлення літального апарату (ЛА) – що дозволяє використовувати для зйомки БПЛА малого та середнього класу;

– відсутні недоліки, пов'язані з людським фактором на борту ЛА;

– відсутність необхідності в прив'язці до аеродромної інфраструктури;

– екологічна безпека – для роботи можливо застосовувати БПЛА з електричним двигуном, що запезпечує безшумність і екологічну чистоту польотів.

В табл. 4 наведена порівняльна характеристика систем збору інформації за деякими параметрами, які дуже суттєві для актуалізації й уточнення геопросторової інформації.

Таблиця 4

Порівняльна характеристика систем збору інформації

Параметри	Космічний моніторинг	Аерофотозйомка (пілотоване ПС)	Аерофотозйомка (БПЛА)
Вибір погодних умов і часу доби для проведення аерофотозйомки	Неможливо	Можливо	Можливо
Вартість	Висока У випадку, якщо супутник не є власністю компанії	Висока Вимагає високих економічних витрат на обслуговування і ПММ	Середня В зв'язку із експлуатаційними витратами
Виконання завдань з аерозйомки в умовах міста	Можливо	Неможливо	Можливо
Оперативність	Низька Якщо супутник знаходиться поза зоною сканування. У випадку зйомки невеликих об'єктів	Низька Вильоти проводяться за графіком	Висока Весь цикл, від виїзду на зйомку до отримання кінцевих результатів займає кілька годин
Час розгортання систем	Тривале У разі запуску власного супутника	Середнє В зв'язку необхідності аеродрому	Коротке
Маловисотність	Низька	Низька	Висока Дозволяє проводити зйомку на висотах від 10 до 500 метрів

Параметри	Космічний моніторинг	Аерофотозйомка (пілотоване ПС)	Аерофотозйомка (БПЛА)
Перспективна зйомка	Неможливо	Досить складно	Можливо
Детальна зйомка невеликих об'єктів	Нерентабельно (В Україні не існує)	Нерентабельно	Можливо
Точність визначення координат	Середня Похибка 500-1000 м	Вище середнього	Висока Особливо при детальній зйомці

Висновки

Таким чином, БПЛА для дистанційного спостереження та контролю навколишнього середовища, об'єктів ефективно для невеликих за площею ділянок. Знімки, які одержані за допомогою БПЛА на малих висотах, здатні забезпечити користувачів ГІС ґрунтовою і актуальною інформацією, а також дозволить знизити собівартість послуг на порядок порівняно з космічними або авіаційними системами. Проведений аналіз характеристик свідчить про те, що існує альтернатива традиційним системам збору інформації на базі безпілотних літальних апаратів.

Разом з тим, широке застосування БПЛА в цивільному секторі економіки неможливо без вирішення ряду наукових і технічних завдань, нормативно-законодавчих і організаційних проблем.

1. На сьогоднішній день розвиток ринку цивільних БПЛА, в тому числі і для потреб аерофотозйомки, гальмується відсутністю нормативно-правової бази для інтеграції БПЛА в єдиний повітряний простір України. До правил використання повітряного простору України необхідно включити визначення БПЛА цивільного призначення, а також ввести положення щодо порядку використання БПЛА в повітряному просторі.

2. На даний час відсутня класифікація БПЛА цивільного призначення.

3. Не врегульовано до кінця питання сертифікації, страхування, реєстрації БПЛА.

Список літератури

1. *Опτικο-електронные системы экологического мониторинга природной среды [Текст] / под ред. В.Н. Рождествина. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.*
2. *Виноградов Б.А. Аэрокосмический мониторинг экосистем [Текст] / Б.А. Виноградов – М.: Наука, 1984. – 319 с.*
3. *Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы. [Текст]: аналитический обзор ИОА, ГПНТБ СО РАН / редкол.: Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Е.В. Флитман. – Новосибирск, 2003. – Сер. Экология. Вып. 68. – 224 с.*
4. *Полякова Е.В. Возможности подспутникового дистанционного зондирования наземных участков с использованием беспилотного летательного аппарата CropSat [Текст] / Е.В. Полякова, М.Ю. Гофаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: сб. науч. тр. – Т.8. №4. – 2011. – С. 61-65.*
5. *Арсланов С.А. Или ПАИХ или пропал [Текст] / Арсланов С.А. // Авиация общего назначения. – 1998. – №10. – С. 4-12.*
6. *[Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://cropcat.ucoz.ru>.*
7. *[Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geomatica.kiev.ua>.*
8. *[Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.itain.spb.ru>.*

Надійшла до редколегії 1.11.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.М. Юн, Національний авіаційний університет, Київ.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ СБОРА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.Н. Козуб, Н.А. Суворова, В.Н. Чернявский

Проведен аналитический обзор существующих космических систем дистанционного зондирования земли, пилотируемых летательных аппаратов, а также альтернативных систем на основе беспилотных летательных аппаратов. Проведена сравнительная характеристика основных параметров существующих средств сбора информации

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, аэросъемка, мониторинг, геоинформатика, дистанционное зондирование Земли, пространственное различение, пилотируемое воздушное судно.

ANALYSIS OF THE MEANS OF GATHERING INFORMATION FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

A.N. Kozub, N.A. Suvorova, V.N. Chernjavskiy

A desk review of existing remote sensing space systems of the earth, fly aircraft, as well as alternative systems based on unmanned aerial vehicles. The comparative characteristics of the main parameters of the existing means of collecting information.

Keywords: pilotless aircraft, air photography, monitoring, geoinformation, remote sensing of Earth, spatial distinction, piloted air ship.