

## АЕРОФОТОЗНІМАННЯ

---

УДК 528.72/73

Глотов В.М., Майоров Г.Є.  
НУ “Львівська політехніка”, кафедра аерофотогеодезії

### АНАЛІЗ МЕТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦИФРОВИХ ЗНІМАЛЬНИХ СИСТЕМ

© Глотов В.М., Майоров Г.Є., 2000

*Представлен анализ цифровых профессиональных камер. Приведены технические характеристики цифровых камер ведущих фирм. Делаются соответствующие выводы о возможности применения цифровых камер для наземной и аэрофотосъемки.*

*The analysis of professional digital cameras is represented. Technical characteristics of digital cameras leading firm are given. The conclusions on possibilities of using of digital cameras for surface surveying and aerophotosurveying are made.*

Якщо в Україні поки що цифрова фотограмметрія не знайшла ще відповідного застосування, то на Заході (особливо в США) вона вже займає гідне місце. Більшість редакцій періодичних видань використовують цифрові фотоапарати для отримання знімків з максимальною оперативністю. Міністерство оборони також активно використовує переваги цифрової технології. Набагато простіше переслати зроблені на місці подій кадри безпосередньо в комп'ютер і миттєво застосувати, ніж з нетерпінням очікувати їх готовності, методично надзвонюючи в фотолабораторію. У фотограмметричному та землевпорядкувальному виробництві також застосовується цифрове знімання [1, 2]. Можливість проведення презентацій за допомогою цифрової фотокамери безпосередньо на екрані звичайного телевізора може стати неоцінимою, якщо немає обмежень в часі і обладнанні. Сьогодні аматорські цифрові камери широко розповсюджені в побуті. Створення цифрових фотоальбомів на комп'ютерах і пересилання зображень по Інтернету стало для багатьох невід'ємною частиною побуту [5, 6].

На такому сприятливому ґрунті і розвивається цифрова фотоіндустрія. Камери вдосконалюються, збагачуючись все новими функціями і аксесуарами, витісняючи фотоапарати з плівкою. Деякі нові моделі камер з'явилися і у нас. Але, на жаль, цифрові камери дуже повільно розповсюджуються в Україні. Тому більшість нових моделей ще не скоро з'являться на нашому ринку.

Розглянемо параметри та характеристики цифрових камер з погляду придатності для аеро- та фототеодолітного знімання.

**Роздільна здатність знімків.** Цей параметр залежить, насамперед, від кількості елементів в ПЗЗ-матриці [4]. Використовуються матриці з кількістю елементів від 640×480 до 4096×4096 (маються на увазі матриці на одному кристалі, оскільки є матриці, зібрані з двох або чотирьох кристалів).

**Діапазон контрастності та передача кольорів.** Як і сканер, камера запам'ятовує будь-який колір в одному байті, тобто існує лише 256 комбінацій-кольорів (збільшення кількості кольорів досягається лише програмною інтерполяцією), тоді як фотоплівка фіксує ширшу кольорову гаму. Зображення, отримані цифровою камерою, можна покращити, використовуючи відповідні пакети (наприклад: Photopaint, Photoshop).

**Об'єктив, діафрагма і керування освітленістю.** Для проектування об'єкта знімання на поверхню фотоматеріалу (або ПЗЗ-матриці) використовуються об'єктиви різної конструкції, які мають свої переваги та недоліки. Найбільша проблема – матеріал, з якого виготовляються лінзи: в аматорських камерах та камерах середнього класу це, в основному, різні види пластику. Однак пластик легко пошкоджується, деформується при зміні температури, до того ж сильно притягує пил внаслідок здатності накопичувати електростатичний заряд. В результаті цього якість знімків значно погіршується.

Усі цифрові камери мають набір електронних компонент, які керують встановленням діафрагми і часу експозиції. Для правильного встановлення цих параметрів електроніка отримує необхідну інформацію або від додаткового фотоелемента, або від самої ПЗЗ-матриці [3].

**Фокусування об'єктива.** Для отримання чіткого знімка об'єктив повинен знаходитись на певній відстані від ПЗЗ-матриці, інакше кажучи, він повинен сфокусуватись. Більшість дешевих цифрових камер взагалі не мають пристрою фокусування. Об'єктив жорстко вмонтований в корпус камери. Щоб отримати якнайбільшу глибину різкості, в такі об'єктиви вмонтовується дуже мала фіксована діафрагма.

Набагато краще, якщо камера має функцію автоматичного встановлення чіткості – автофокусування. Камера вимірює відстань до об'єкта, а двигун сервопривода переміщує об'єктив вперед або назад. Чим ближче об'єкт знімання до камери, тим далі відсувається об'єктив від ПЗЗ-матриці.

Для визначення відстані до об'єкта знімання використовуються два способи: активний і пасивний. При першому камера випромінює два інфрачервоні вимірні промені. ПЗЗ-сенсор або фотоелемент реєструють відбиті промені, а електроніка визначає інтерференційний зсув між ними і за ним визначає відстань до об'єкта. Ця система характеризується високою точністю та швидкістю. Саме цей спосіб застосовується в професійних цифрових камерах. Другий спосіб використовується в простіших та дешевших аматорських камерах. Він полягає в тому, що світло, яке проходить через об'єктив, потрапляє на ПЗЗ-матрицю, і електроніка пересуває об'єктив в один та інший бік доти, доки сенсор не зареєструє найвищу контрастність. Цей метод має два недоліки: по-перше, вимірювання продовжуються іноді декілька секунд і тому такі камери непридатні для швидкого покадрового знімання. Наприклад, камера *Photosmart* фірми *Hewlett-Packard*, яка використовує цей метод, витрачає на визначення відстані до об'єкта приблизно 8 секунд. Другим недоліком є те, що така камера спрацьовує тільки при достатньому освітленні. Якщо освітлення недостатнє, то камера або не може виконати виміри взагалі, або вони будуть неточними. Але деякі моделі, наприклад, камера *Powershot 600* фірми *Canon* освітлює об'єкт знімання власним червоним вимірним променем. До речі, цей колір вибрано не випадково: у червоному світлі контрастність об'єкта знімання визначається дуже чітко.

**Світлочутливість.** У всьому світі діють два значення чутливості фотоматеріалів, встановлені двома організаціями: Німецьким інститутом стандартизації (Deutscher Institut fuer Normung – DIN) та Американською асоціацією стандартів (American Standard Association – ASA). Міжнародна асоціація стандартів (International Standard Association, ISO) об'єднала ці дві одиниці і тепер існує єдиний стандарт для визначення чутливості плівок для “аналогових” фотоапаратів – ISO. На противагу їм для цифрових камер ще немає єдиного стандарту чутливості. Виробники використовують різні ПЗЗ-матриці, тому світлочутливість камер неоднакова. Для деяких моделей чутливість наводиться в одиницях освітленості (люкс). Це метод вимірювання інтенсивності світла, який використовується у відеотехніці, і його не можна застосовувати у фотографії, оскільки ці значення дають недостатню інформацію. Однак, використовуючи дані самих фірм-виробників камер та досвід їх користувачів, необхідно відзначити, що чутливість більшості цифрових апаратів відповідає чутливості плівки близько 400/27 ISO (тобто є можливість знімати навіть у вечірній час при слабкій освітленості).

**Збереження зображення.** В той час як звичайні фотокамери переносять зображення безпосередньо на фотоплівку, цифрові камери використовують інші носії. У всіх моделях вмонтована звичайна оперативна пам'ять ємністю від 1 до 6 Мб, яка використовується для поточного збереження відзнятого зображення та операцій перегляду на рідкокристалічному дисплеї і видалення бракованих знімків. Щоб передати знімок з камери далі (на збереження, обробку тощо), використовується змінна пам'ять. Деякі виробники раніше вмонтовували в камери 3,5” дисковод, але цей спосіб, хоча і найпростіший, все ж не виправдовує себе через високі затрати енергії, та, як наслідок, швидкого розряду батарей живлення. Тому їм на зміну прийшли пристрої енергонезалежної пам'яті: Flash-Memory Card, PCM CIA-Card, крім того, майже всі камери мають інтерфейс передачі знімків зі своєї пам'яті в пам'ять комп'ютера (IRDA, USB, COM, LPT).

Для збільшення кількості знімків, які можна розмістити в пам'яті камери, деякі виробники застосовують програмні методи стиснення зображень. Однак при кодуванні зображення в камері (в більшості камер це перетворення в формат JPEG), втрачається якість знімка, тому бажано вибирати камеру з TIFF-кодуванням, при якому втрати незначні.

**Технічні характеристики камер.** В поданій таблиці наведені найважливіші технічні характеристики професійних цифрових камер провідних фірм.

Аналізуючи характеристики цифрових камер, необхідно зробити такі висновки:

1. Формат кадру цифрових камер не відповідає формату аерофотознімання, що, безумовно, буде впливати на ракурс захоплення, а це, своєю чергою, призведе до зменшення площі знімання.
2. Роздільна здатність ПЗЗ-матриць поки що значно менша, ніж аналогічні характеристики аерофотоматеріалів.
3. Негативним фактором є те, що в цифрових камерах невелика кількість кадрів. Це, безумовно, ускладнює аерознімання.
4. Перевагою цифрових камер є відсутність фотографічного процесу і безпосередній контроль при виконанні знімання.
5. До переваг цифрової камери необхідно зарахувати можливість передачі інформації безпосередньо в комп'ютер, де оперативно проводиться обробка зображення.

### Технічні характеристики професійних цифрових камер

Модель	Canon USA EOS DCS 1	Canon USA EOS D2000	Eastman Kodak DCS 410	Eastman Kodak DCS 420	Eastman Kodak DCS 460	Eastman Kodak DCS 520	Nikon E2N	Nikon E2Ns	Minolta Corp. RD-175
Модель-аналог	Kodak DCS 460	Kodak DCS 520	-	-	Canon USA EOS DCS 1	Canon USA EOS D2000	Fuji Photo Film USA DS-505	Fuji Photo Film USA DS-515	AGFA ActionCam
Базова камера	Canon EOS-1N	Canon EOS-1N	Nikon N90s	Nikon N90	Nikon N90	Canon EOS-1N	Nikon F4s	Nikon F4s	Minolta Maxxum 500si
Роздільна здатність (пікс.)	3060x2036	1736x1160	1524x1012	1524x1012	3060x2036	1736x1160	1280x1000	1280x1000	1528x1146
Глибина кольору (біт)	36	36	36	36	36	36	24	24	24
Об'єм знімка (Mb)	18,0	6,0	9,0	9,0	18,0	6,0	3,7	3,7	5,0
Еквівалент ISO	50-100	200-1600	100	200-400	50-100	200-1600	800 або 3200	800 або 3200	800
Витримка (с)	1/8000x30	1/8000-ручн.	1/8000-ручн.	1/8000-ручн.	1/8000-ручн.	1/8000-ручн.	1/2000-1/2	1/2000-1/2	1/2000-1/2
Швидкість знімання (кадр/с)	1 (до 2-х; потім кожні 8с)	3,5(до 12 кадрів)	1 кадр кожні 2,5 сек	2 до 5 кадрів	1(до 2-х; потім кожні 8с)	3,5(до 12 кадрів)	1	3 (до 7 кадрів)	-
РАМ- пам'ять (Mb)	16	Немає	2	8	8	Немає	Немає	Немає	Немає
Тип акумулятора	NiMH	NiCD	NiMH	NiMH	NiMH	NiCD	NiCD	NiCD	Літій-іонна
Ресурс заряду батарей (кадр)	200	300	500	700	200	300	1000	1000	114
Інтерфейс	SCSI	FreeWire	SCSI	SCSI	SCSI	FreeWire	TV-out	TV-out	SCSI
Примітки	DCS 1m монохр. і DCS 1r інфрач. версії; мікрофон	ЖК-екран; мікрофон	DCS 1m монохр. та DCS 1r інфрач. версії; мікрофон	DCS 1m монохр. та DCS 1r інфрач. версії; мікрофон	DCS 1m монохр. та DCS 1r інфрач. версії; мікрофон	ЖК-екран; мікрофон	-	-	Сенсор 3-CCD

Отже, актуальним є розроблення технологічної схеми та апаратних засобів цифрового знімання з метою використання його в аеро- і фототеодолітному зніманні.

*1. Микеров В.И., Гонин Г.Б. Технические возможности и особенности цифровых аэросъемок // Геодезия и картография. 1997. № 7. С. 34–39. 2. Топчиев А.Г., Бородин Б.Ф., Антипов А.В. Система локального мониторинга «Биосфера Тм» // Геодезия и картография. 1997. № 6. С. 29–33. 3. Лебедев О.Н., Мирошниченко В.А., Телец В.А. Изделия электронной техники. М., 1994. 4. Основы оптоэлектроники / Пер. с япон. Э.Г. Азербаета и др. М., 1988. 5. Фотография без пленки // Мир ПК. 1994. №7. С.184. 6. Оцифруйте ваше фото // Мир ПК. 1994. № 7. С.204.*