

Цифровые камеры для аэрофотосъемки. Обзор моделей (декабрь, 2011)

О.Н. Зинченко, А.Б. Елизаров, «Ракурс», Москва, Россия

Данный материал является актуализацией обзора моделей цифровых камер для аэрофотосъемки за 2010 год.

За текущий год в данном сегменте рынка замечены следующие изменения:

- линейка крупноформатных камер UltraCam дополнилась новой моделью – UltraCam Eagle (260 МП).
- Trimble выпустила новую среднеформатную камеру - TAC 80MP (80 МП).

Приведенные ниже таблицы содержат основные характеристики последних разработок наиболее известных производителей.

Таблица 1. Крупноформатные (высокопроизводительные) цифровые аэросъемочные камеры.

Фирма-производитель	Intergraph Z/I – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г.	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	Visionmap Ltd. (Израиль)	Leica Geosystems – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Jena-Optronik GmbH (Германия)
Название модели	DMC II₂₅₀	UltraCam Eagle	A3, A3-CIR (color-IR)	ADS80	Jena Airborne Scanner (JAS 150s)
Общие характеристики системы					
Принцип получения изображения	Кадровая камера	Кадровая камера со сменной системой линз	Кадровая камера вращения с высокой скоростью съемки	Сканерные авиационные сенсоры	
Дата начала производства	2010	2011	2007, 2010	2008	2007
Размер камеры, мм	480 × 440 × 913	430 × 430 × 760 (Lens system 1) 430 × 430 × 860 (Lens system 2)	500 × 500 × 300	390 × 800	495 × 570 × 600
Сенсор					
Число объективов	5	8 (4 PAN, 3 RGB, 1 IR)	2	1	1
Число CCD-сенсоров	5 (1 – PAN, 4 – Color)	9	2	8–12 (в зависимости от типа сенсора в фокальной плоскости: SH81– 8, SH82 – 12)	9 (5 панхром. стерео 4 мультиспек.)
Число фрагментов результирующего кадра	1	9	изменяемое, до 33	Съемка ведется непрерывно	Съемка ведется непрерывно

Фирма-производитель	Intergraph Z/I – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г.	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	Visionmap Ltd. (Израиль)	Leica Geosystems – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Jena-Optronik GmbH (Германия)
Название модели	DMC II 250	UltraCam Eagle	A3, A3-CIR (color-IR)	ADS80	Jena Airborne Scanner (JAS 150s)
Принцип экспонирования сенсоров	Синхронный	«Syntopic Exposure» (метод послед. формирования кадра с использ. массива из 9 сенсоров CCD)	Global Shutter	Съемка линейным сенсором	Съемка линейным сенсором
Формат CCD-сенсоров, мм	82,1 × 96,4 (PAN); 43,9 × 49,3 (Color)	68,0 × 104,1 (PAN) 22,7 × 34,7 (Color)	36 × 23,9	Всего 12 CCD-линеек по 12 тыс. пикселей каждая	Всего 9 CCD-линеек по 12 тыс. пикселей каждая
Размер пиксела, мкм	5,6 (PAN) 7,2 (Color)	5,2	9	6,5	6,5
Число пикселей результирующего кадра вдоль/поперек маршрута	14656 × 17216	13080×20010 – PAN 4360×6670 – Color	7 850 × 94 500 (макс.)	Определяется длиной маршрута/ 12000 (R, G, B и NIR) и 12000 или 24000 (PAN)	Определяется длиной маршрута/ 12000
Фокусное расстояние (для результирующего кадра), мм	112 (PAN); 45 (Color)	80 – PAN, 27 – Color (Lens system 1) 210 – PAN, 70 – Color (Lens system 2)	300	62,5	150
Углы поля зрения (во всех диапазонах) вдоль/поперек маршрута (для результирующего кадра)	40,2°/46,6°	66°/46° (Lens system 1) 28°/20° (Lens system 2)	13,47° × 109° (макс)	–/64° (типичные углы отклонения от надира 16°, 25°, 41°)	–/30° (углы отклонения от надира: ± 0°, ± 12°, ± 20,5°)
Радиометрическое разрешение, бит/пиксел	14	>12	12	14	12
Минимальный интервал фотографирования, с	1,7	1,8	0,13	Съемка ведется непрерывно	Съемка ведется непрерывно
Спектральные диапазоны (нм)	R, G, B, NIR	R, G, B, NIR	R, G, B, NIR	R,G,B, NIR, PAN	R,G,B, NIR, PAN
Компенсация сдвига (смаза) изображения	Есть (с использованием технологии накопления с задержкой)	FMC	Есть трёх типов: FMC, RMC, VC	Есть (определяется конструкцией системы)	Не требуется
Геометрия результирующего изображения	Центральная проекция	Метод «Monolithic Stitching» позволяет формировать интегрированный кадр «One CCD Geometry» по данным от 9 CCD	Квазипанорамный снимок – для визуализации. Стандартная центр. проекция – для измерений/ векторизации	Центральная проекция каждой линии изображения	Центральная проекция каждой линии изображения

Фирма -производитель	Intergraph Z/I – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г.	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	Visionmap Ltd. (Израиль)	Leica Geosystems – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Jena-Optronik GmbH (Германия)
Название модели	DMC II 250	UltraCam Eagle	A3, A3-CIR (color-IR)	ADS80	Jena Airborne Scanner (JAS 150s)
Аппаратное обеспечение					
Тип накопителя данных	Твердотельный картридж	SSD	2	Твердотельная память	Твердотельная память
Емкость накопителя данных , Тб	1,5	3,3 (> 3800 снимков)	изменяемое , до 33	1 (хватает на 10 часов съёмки)	1,1 или 2,3
Возможность смены накопителя в полете	Есть	Есть (менее 2 мин на замену)	Global Shutter	Есть	Есть
Дополнительно					
Наименьшее значение пиксела на местности (GSD) при аэросъемке , см	2,5	2,5	1	3	15 см на высоте 3000 м
Возможность просмотра данных в полете	Есть	Да, с использованием дисплея пилота	Есть	Есть	Есть
Формат растрового изображения	TIFF (с компрессией и без), JPEG2000	JPEG, TIFF (8 или 16 бит)	JPEG2000, TIFF	«Сырые данные», TIFF	TIFF
Фото	 Фото	 Фото	 Фото прислано разработчиком	 Фото	 Фото
Сайт компании	www.intergraph.com	www.ultracamx.com	www.visionmap.com	www.leica-geosystems.com	www.jenoptik.com
Прямая ссылка на описание модели	DMC II 250	UltraCAM Eagle	A3, A3-CIR	ADS80	Jas 150s
Сайт компании или официального представительства в России	www.intergraph.ru	www.jena.ru	www.visionmap.com/ru/home/	www.leica-geosystems.ru	—

Таблица 2. Среднеформатные цифровые аэросъемочные камеры

Фирма-производитель	Intergraph Z/I (США) – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	IGI mbH (Германия)	DiMAC sprl (Бельгия) – филиал Optech Inc. (Канада) с 2010 г.	Leica Geosystems AG (Швейцария) – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Trimble Navigation Limited (США)	
Название модели	RMK-DX	UltraCamLp	DigiCAM-H60	DiMAC LiGHT+; DiMAC ULTRALiGHT+	RCD30	DSS Wide Angle	Trimble Aerial Camera TAC 80 MP
Общие характеристики системы							
Принцип получения изображения	Кадровая камера	Кадровая камера	Кадровая камера – базовый модуль	Кадровая камера – базовый модуль	Кадровая камера – базовый модуль	Кадровая камера	Кадровая камера
Дата начала производства	2010	Ноябрь 2009	2009	Сентябрь 2009	2010	Октябрь 2010	Сентябрь 2011
Размер камеры, мм	500x470x650	450 – диаметр 800 - высота	101 x 131 x 210 – высота	400 – диаметр	314 - диаметр 485 – высота	180 x 180 x 360 - сенсор 250 x 310 x 36 – основание сенсора	110 – ширина 150 – высота 150 - глубина
Сенсор							
Число объективов	5	4	1 (сменный)	1	1 (сменный)	1 (сменный)	1 (сменный)
Число CCD-сенсоров	5 (1PAN + 4 Color)	4 (2 PAN + 1 Color + 1 NIR)	1	1	1	1	1
Число фрагментов результирующего кадра	1	2	1	1	1	1	1
Принцип экспонирования сенсоров	Синхронный	Синхронный	Лепестковый затвор в объективе	Электронно-механический ирисовый затвор	Центральный затвор	Электронный лепестковый затвор	Электронный лепестковый затвор
Формат CCD-сенсоров, мм	80,64×84,32	67,9×47,5 PAN 31,9×21,6 RGB, PAN	40,248×53,736	53,9×40,4	64,48×48,29	53,9×40,4	53,7×40,4
Размер пиксела, мкм	7,2	6	6	6	6	6	5,2
Число пикселей результирующего кадра вдоль/поперек маршрута	11200×11712 (PAN); 6800×6096 (Color)	7920×11704	6708 × 8956	6732×8984	6708 × 8956	6732 × 8984	7760 × 10328
Фокусное расстояние (для результирующего кадра), мм	92 (PAN); 45 (Color)	70	28, 35, 50, 80, 100, 150, 210, 300	70, 120, 210	50, 80	35, 50 (40, 60, 250 * ⁶)	50, 60, 72 (а также по запросу 28, 32, 47, 100)
Углы поля зрения	47,3°/ 49,2°	37°/ 52°	70°/86°	Объектив 70 мм:	43°/65°	60°/75°	44°/ 56,5°

Фирма-производитель	Intergraph Z/I (США) – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	IGI mbH (Германия)	DiMAC sprl (Бельгия) – филиал Optech Inc. (Канада) с 2010 г.	Leica Geosystems AG (Швейцария) – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Trimble Navigation Limited (США)	
Название модели	RMK-DX	UltraCamLp	DigiCAM-H60	DiMAC LIGHT+; DiMAC ULTRALIGHT+	RCD30	DSS Wide Angle	Trimble Aerial Camera TAC 80 MP
(во всех диапазонах) вдоль/поперек маршрута (для результирующего кадра)			(объектив 28 мм); 59°/74° (35 мм); 44°/56° (50 мм); 27°/36° (80 мм); 23°/30° (100 мм); 15°/20° (150 мм); 11°/15° (210 мм); 8°/10° (300 мм)	42°/32°; Объектив 120 мм: 25°/19°; Объектив 210 мм: 14°/11°		(объектив 35 мм); 44°/57° (объектив 50 мм)	(объектив 50 мм); 37,2°/48,3° (60 мм); 31,3°/41° (72 мм)
Радиометрическое разрешение, бит/пиксел	14	12	16	8 или 16	14	12	16
Минимальный интервал фотографирования, с	2	2,5	1,6	2	1	≤ 3	1
Спектральные диапазоны (нм)	R, G, B, NIR	R, G, B, PAN, NIR	R, G, B, CIR, NIR	R, G, B (NIR)	R, G, B, NIR	R, G, B (NIR ^{*6})	R, G, B, NIR
Компенсация сдвига (смаза) изображения	Электронная (с использ. технологии накопления с задержкой)	Есть (до 50 пикселей)	Нет	Электронно-механическая	Механическая компенсация движения по 2-м осям	Нет	Есть: True FMC
Геометрия результирующего изображения	Центральная проекция	Центральная проекция	Центральная проекция	Центральная проекция	Центральная проекция	Центральная проекция	Центральная проекция
Аппаратное обеспечение							
Тип накопителя данных	Твердотельный картридж	Твердотельная память	Внешние жесткие диски или SSD	Герметизированный жесткий диск для каждого модуля камеры	Твердотельная память MM1	Жесткий диск	Внешний жесткий диск или CF-карта
Емкость накопителя данных (число изображений), Тб	1,5	1 накопитель емкостью 1Тб (≈2500 снимков)	250 Гб	500 Гб (8000 снимков)	0,5 или 1	2 накопителя по 0,5	Любая доступная на рынке
Возможность смены накопителя в полете	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Дополнительно							
Наименьшее	3,9 на высоте 500 м	2	Зависит от	2	3,7 на высоте 500 м	3,3	2,5

Фирма-производитель	Intergraph Z/I (США) – филиал Hexagon AB (Швеция) с 2010 г	Microsoft-Vexcel Imaging GmbH (Австрия)	IGI mbH (Германия)	DiMAC sprl (Бельгия) – филиал Optech Inc. (Канада) с 2010 г.	Leica Geosystems AG (Швейцария) – часть Hexagon AB (Швеция) с 2005 г.	Trimble Navigation Limited (США)	
Название модели	RMK-DX	UltraCamLp	DigiCAM-H60	DiMAC LiGHT+; DiMAC ULTRALiGHT+	RCD30	DSS Wide Angle	Trimble Aerial Camera TAC 80 MP
значение пиксела на местности (GSD) при аэросъемке, см			выбранного объектива и высоты полета		для объектива 80 мм		
Возможность просмотра данных в полете	Есть	Есть (также возможна обработка)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Формат растрового изображения		TIFF (8 или 16 бит), JPEG	TIFF, JPEG, DNG (8 или 16 бит)	TIFF, JPEG	TIFF, JPEG	TIFF, JPEG	«Сырые» данные, TIFF, JPEG
Примечания			*1	*2	*3	*4	*5
Фото		 Фото	 Фото	 Фото		 Фото	 Фото
Сайт компании	www.intergraph.com	www.ultracamx.com	www.igi.eu www.igi-systems.com	www.dimacsystems.com	www.leica-geosystems.com	www.trimble.com	
Прямая ссылка на описание модели	RMK-DX	UltraCamLp	DigiCAM-H60	DiMAC LiGHT+	RCD30	DSS Wide Angle	TAC 80MP
Сайт компании или официального представительства в России	www.intergraph.ru	www.jena.ru	—	—	www.leica-geosystems.ru	—	

*1 DigiCAM — серия модульных систем аэрофотокамер. В таблице приведены характеристики базовой конфигурации DigiCAM (состоящей из одного базового модуля камеры – DigiCAM-H60).
Доступны также следующие конфигурации:

DigiCam 1 × DigiCam 60 МП	Dual DigiCam 2 × DigiCam 118 МП	Dual DigiCam Oblique 2 × DigiCam 118 МП (3D-съемка под углом 45°)	Triple DigiCam 3 × DigiCam 172 МП	Quattro DigiCam 4 × DigiCam 235 МП	Quattro DigiCam Oblique 4 × DigiCam 235 МП (3D-съемка под углом 45°)	Penta DigiCAM 4 × DigiCam Oblique 1 × DigiCam nadir
------------------------------	------------------------------------	---	--------------------------------------	---------------------------------------	--	---

*² DiMAC — модульная система. Базовая комплектация с одним модулем носит название среднеформатной камеры DiMAC LiGHT+. DiMAC LiGHT+ устанавливается в цилиндрический корпус, куда могут дополнительно быть установлены еще 3 аналогичных модуля (или 1+2 ИК-модуля). Комплектация с двумя или четырьмя модулями носит название DiMAC Wide+ и позиционируется производителем как крупноформатная камера с форматом результирующего изображения 13000 × 8900 пикселей (для двух модулей). Таким образом, среднеформатная камера DiMAC LiGHT+, имеет тот же корпус и ту же управляющую систему (IT Rack), что и DiMAC Wide+, что позволяет легко произвести апгрейд. Камера DiMAC ULTRALiGHT+ отличается от DiMAC LiGHT+ тем, что устанавливается на гиростабилизированную платформу меньшего размера, что позволяет использовать ее на борту практически любых самолетов. Управляется камера с помощью компактного модуля IT Cube.

*³ RCD30 — модульная система. В таблице приведены характеристики для одного модуля камеры (Camera Head CH62). Альтернативный модуль CH61 обеспечивает съемку только в RGB. Управляющая система может поддерживать до пяти модулей в комплектациях single (1 модуль), dual (2 модуля), quadruple (4 модуля) или quintuple (5 модулей). Производитель заявляет, что небольшой вес камеры (около 4-х кг) позволяет применять ее на некоторых БПЛА.

*⁴ Дополнительные возможности: установка второй камеры для съемки в ИК-диапазоне, комплектация дополнительными съемными объективами (Arplanix Aerolens 40, 60, 250 мм), сопряжение с камерами для наклонной съемки. Возможно изготовление комплекса на заказ, включающего гиперспектральные, термальные сенсоры.

*⁵ Камера Trimble Aerial Camera (TAC) доступна в качестве модуля в составе аэросъемочного комплекса Trimble Aerial Camera×N (до 4-х штук). Производитель заявляет, что имея вес ок. 3-х кг, камера может быть применима для съемки с некоторых БПЛА.