

## Цифровые камеры для топографической аэрофотосъемки. Обзор моделей (декабрь, 2013)

*Обзор подготовлен О.Н. Зинченко  
Москва, Россия.  
ЗАО «Фирма «Ракурс», 2013 г.*

Данный материал представляет собой традиционный ежегодный обзор рынка цифровых камер для топографической аэрофотосъемки.

Здесь представлена информация о новых моделях (появившихся в 2013 году), а также о моделях прошлых лет, которые производятся и поставляются в настоящее время.

### Группа компаний Hexagon (Швейцария)



На сегодняшний день группа компаний Hexagon предлагает самый полный набор разных типов сенсоров для топографической аэрофотосъемки:

- широкоформатный авиационный сканерный сенсор серии ADS;
- высокопроизводительные кадровые аэрофотокамеры серии DMC;
- среднеформатные кадровые аэрофотокамеры серии RCD30 в модификациях для плановой и перспективной съемки.

Это стало возможным в результате присоединения в 2010 году двух конкурирующих прежде компаний Leica Geosystems и Z/I Imaging, сохранения, развития и взаимопроникновения технологий, созданных этими компаниями.

В настоящее время все организационные процессы, связанные со слиянием, завершены, и производство аэросъемочного оборудования сосредоточено в специально созданном подразделении **Hexagon Geospatial Division**. Подразделение имеет два производственных центра: в городе Хербрук (Швейцария) на базе компании Leica Geosystems и в городе Ален (Германия) на базе Z/I Imaging. В Хербруке ведется разработка и производство линейных сканеров серии ADS (Leica Geosystems), а также лазерных сенсоров. В г. Ален разрабатываются и производятся кадровые камеры серии DMC (Z/I Imaging), туда же перейдет разработка и производство среднеформатной камеры RCD30 (Leica Geosystems).

### Новая линейная сканерная камера ADS100

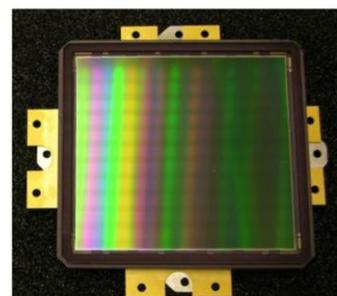
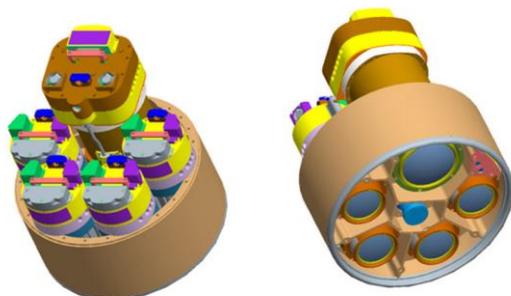
Новая авиационная сканерная камера ADS100 была презентована в марте 2013 года. Принцип формирования изображения сохранился таким же, каким он был и для предыдущей модели, ADS80: три линейных сенсора, направленные вперед, назад и в нади́р и состоящие из нескольких спектральных линеек, формируют «цифровой ковер». Тем не менее, камеру ADS100 отличают значительные усовершенствования.

Основное отличие ADS100 — увеличение полосы захвата с 12 000 до 20 000 тысяч пикселей поперек маршрута для всех линеек и, соответственно, увеличение производительности. В ADS100 отсутствует панхроматический канал, все цветные каналы имеют наивысшее разрешение (20 000 пикселей). Надирный сенсор имеет дополнительную линейку в зеленом канале: две зеленые линейки смещены друг относительно друга на полпикселя, что позволяет в результате интерполяции реализовать так называемый «режим высокого разрешения».

Следующее важное усовершенствование — это наличие режима временной задержки и накопления сигнала (TDI - time-delay integration) для компенсации сдвига изображения. Все используемые CCD-линейки являются матрицами с 16 строками, что позволяет применять различные режимы TDI (от 1



которые используют для построения панхроматического снимка единую монолитную матрицу размером до 250 Мп. Матрица производится канадской компанией DALSA, которая предоставила Z/I Imaging эксклюзивные права на ее использование.



Крупноформатная панхроматическая матрица DALSA

Устройство камеры DMC: 5 объективов (PAN, R, G, B, NIR)

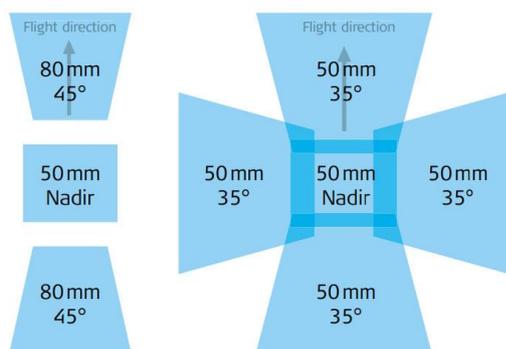
### RCD30

Среднеформатная камера RCD30 — это универсальная метрическая камера для различных приложений. RCD30 эффективна для съемки линейных объектов (трасс). Для проведения инженерных изысканий может быть интегрирована с лидарной системой Leica ALS.

RCD30 доступна как одно- или многокамерная система. В корпус камеры может быть установлен один или два модуля для съемки в надир. Также на базе RCD30 реализовано решение для перспективной съемки: модель RCD30 Oblique в модификациях Trio или Penta (корпус содержит 3 или 5 модулей, один из которых снимает в надир, остальные под углом).



RCD30



Камера RCD30 Oblique Penta

Схема съемки камерами RCD30 Oblique Trio и RCD30 Oblique Penta

### Унификация бортовой инфраструктуры

В 2013 году завершились работы по унификации бортовой инфраструктуры, теперь все камеры Hexagon могут быть использованы с одной и той же инфраструктурой.

### ADS100 или DMC Пе?

ADS100 и DMC Пе 250 — это самые широкоформатные камеры в своих сериях. На вопросы пользователей какую же камеру предпочесть производитель дает следующие рекомендации.

С точки зрения различных приложений области применения обеих камер значительно перекрываются, особенно с появлением камеры ADS100. Однако, ADS100 и DMC Пе 250 имеют свои специфические особенности, которые позволяют их применять с большей эффективностью для различных проектов. Например, в отличие от камеры DMC, в которой панхроматический канал высокого разрешения расщепляется спектральными каналами низкого разрешения, камера ADS100 имеет одинаковое разрешение всех спектральных каналов, что отменяет операции паншарпенинга и, соответственно, некоторые потери качества изображений. Также с применением электронной компенсации сдвига камеру ADS100 можно использовать на более низких высотах при БОльших скоростях полета. Тем не менее, в этом отношении камера DMC превосходит ADS, поскольку у последней величина компенсации составляет не более 16 пикселей, в то время как у DMC до 100 пикселей, что позволяет летать при плохих световых условиях, низких углах солнца, на малых высотах при больших скоростях.

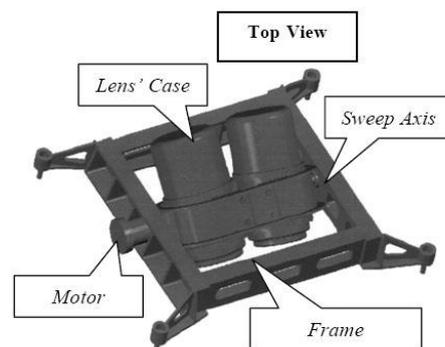
ADS100 — это камера для высокопроизводительного процесса создания ортофотопланов (камера создает не отдельные снимки, а цифровые «ковры», и при создании ортофотопланов минимизируются количества «швов»); также эта камера предпочтительна для различных проектов, где требуется автоматическая спектральная классификация. DMC рекомендуется для выполнения различных инженерных проектов, где требуется высокое разрешение и высока вероятность съемки при плохих условиях освещения.

## VISIONMAP (Израиль)



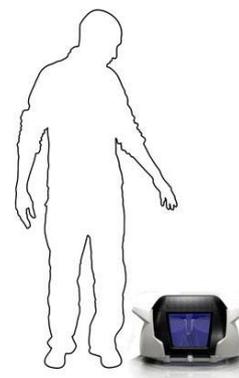
В настоящее время компания Visionmap предлагает суперпроизводительные (тысячи кв. км съемки в час) камеры серии A3 Edge. Технология съемки, применяемая в камерах A3 Edge, уникальна: сверхскоростное фотографирование двумя вращающимися поперек линии полета объективами.

Все камеры компактные и легкие (0,18 м<sup>3</sup>, 38 кг), устанавливаются на место стандартной стабилизирующей платформы и готовы к использованию в большинстве аэросъёмочных самолётов.



Вращающиеся объективы в камере A3

Высокая производительность камер обусловлена возможностью проводить съемку с больших высот с высоким наземным разрешением благодаря длиннофокусным объективам (300 мм); широкое поле зрения (угол до 110°) позволяет увеличивать расстояние между маршрутами и, тем самым, сокращать время съемки, а также позволяет в процессе одной аэросъемки одной камерой получать как плановые, так и перспективные снимки.



Серия A3 Edge представлена двумя моделями — A3 Core и A3 Edge.

**A3 Core** — это базовая камера. Число пикселей изображения поперек маршрута составляет 40 000, а размер итогового кадра 320 Мп (40 000 × 8 000). Основная разница между базовой A3 Core и A3 Edge

(основной камерой серии) в угле поля зрения (у первой 72°, у второй 110°), таким образом, камера A3 Core не предназначена для перспективной съемки.

A3 Core может служить в качестве оборудования начального уровня и в дальнейшем может быть модернизирована до A3 Edge.

**A3 Edge** — это камера для плановой и перспективной съемки. Размер итогового кадра составляет 750 Мп (78,000 x 9,600). Камера проектировалась для съемки с высоты вплоть до 13 000 м. Камера A3 Edge позволяет проводить аэросъемку в двух режимах – RGB и RGB+NIR.

Серия A3 Edge превосходит предыдущую линию A3 по производительности, разрешению и качеству изображения. В A3 Edge используются новые не требующие затвора матрицы Kodak.

Камеры серии A3 Edge — наиболее эффективное решение для съемки больших межселенных территорий для производства ортофотопланов и городской местности для производства трехмерных моделей городов или обеспечения мониторинга городской застройки при помощи ортофото и перспективных снимков.

Ввиду малого размера и веса, обе камеры могут быть установлены практически на любом типе самолета, оборудованном стандартным аэросъемочным люком или внешней подвеской для камеры.



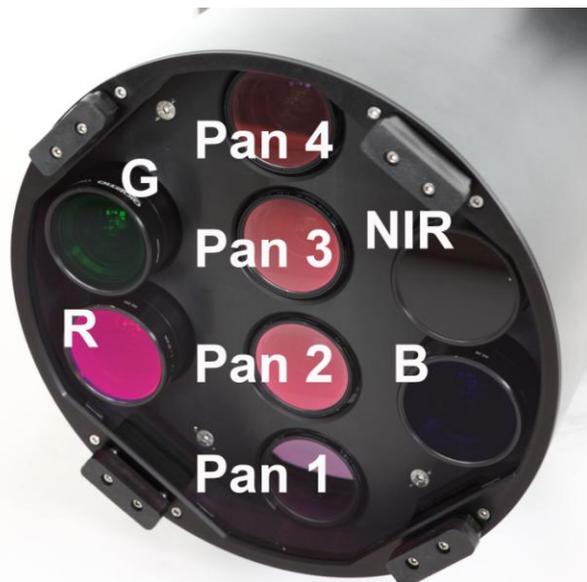
Камеры A3 Core и A3 Edge

## UltraCam (Австрия)/ Microsoft

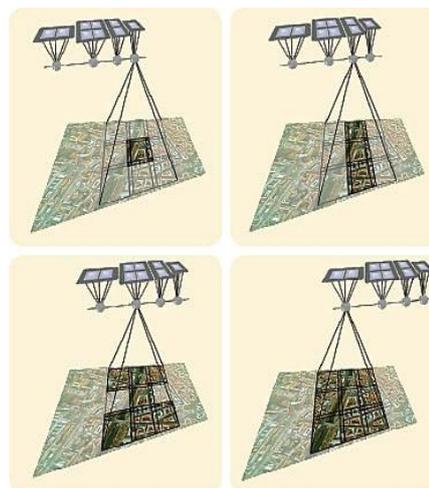
### ULTRACAM

В 2013 году исполнилось 10 лет с момента появления первой цифровой камеры компании Vexcel Imaging — UltraCamD. В 2006 году компания Vexcel Imaging вошла в состав Microsoft и была преобразована в подразделение UltraCam.

В камере UltraCamD впервые был применен принцип получения изображения, называемый «syntopic exposure» - формирование итогового кадра из нескольких фрагментов, получаемых последовательно системой из нескольких объективов и нескольких панхроматических CCD-сенсоров, по мере их прохождения над одной и той же точкой пространства. Этот подход применялся во всех последующих камерах и применяется в настоящее время уже в третьем поколении камер UltraCam.



Расположение объективов в камерах UltraCam Eagle, UltraCam Falcon, UltraCam Hawk.



Syntopic exposure - последовательное формирование итогового кадра путем съемки 4 объективами, расположенными вдоль линии полета.

Архитектура камер третьего поколения UltraCam имеет следующие усовершенствования:

- все основные системные компоненты размещены в сенсоре, что обеспечивает быструю установку и экономию рабочего пространства.
- Использование электронных компонентов последнего поколения, которые обеспечивают высокую скорость съемки и большой динамический диапазон снимков с возможностью дешифрирования «засвеченных» или недоэкспонированных снимков.

На сегодняшний день линейка камер UltraCam третьего поколения состоит из 4 моделей: UltraCam Eagle, UltraCam Falcon, UltraCam Hawk и UltraCam Osprey.

## Модели 2012 года

### UltraCam Eagle

Это самая широкоформатная камера серии, размер ее итогового кадра составляет 260 Мп. Камера имеет 8 объективов (4 панхроматических, расположенных в ряд и ориентированных по ходу движения самолета, и 4 цветных: RGB и NIR), сменную систему линз для маловысотных и высотных проектов (80 мм PAN и 27 мм RGB, NIR; 210 мм PAN и 70 мм RGB, NIR), интегрированные в сенсор компоненты.

**UltraCam Falcon** — промежуточная модель по размеру кадра (135 Мп или 170 Мп) и по цене между флагманом серии UltraCam Eagle и базовой камерой UltraCam Hawk. Сменная система линз: 100 мм PAN (стандартный) или 70 мм PAN (широкоугольный, по запросу). Две корпусные конфигурации: полностью интегрированная система или отдельная сенсорная головка и внешнее вычислительное/запоминающее устройство. UltraCam Falcon может быть трансформирована в UltraCam Eagle.

## Модели 2013 года

**UltraCam Hawk** — базовая модель серии, пришедшая на смену камере UltraCam Lp. Размер итогового кадра 92 Мп, фокусное расстояние 70 мм (PAN) и 33 мм (RGB и NIR). UltraCam Hawk подходит для установки на небольших самолетах для выполнения локальных проектов (вес камеры с компьютером и накопителями ~ 55 кг). Модель была презентована на INTERGEO (Эссен, Германия) в октябре 2013 года.



Камера UltraCam Hawk

**UltraCam Osprey** — модель для одновременной плановой и перспективной съемки «из одного окна». Камера дает возможность получать перспективные ортофото и текстурированные цифровые модели местности.

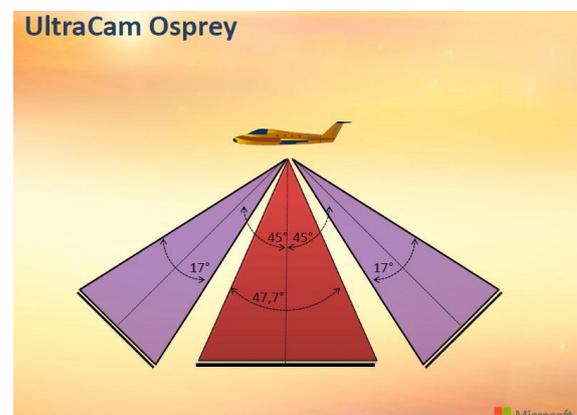
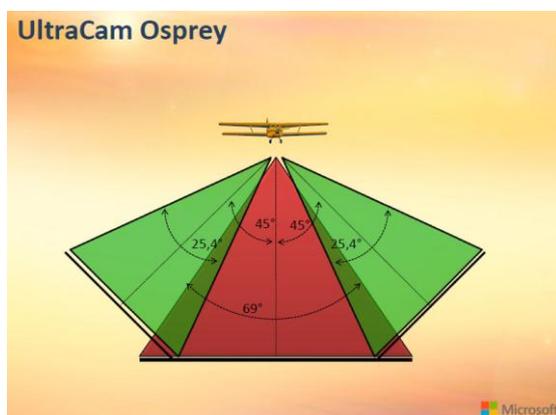
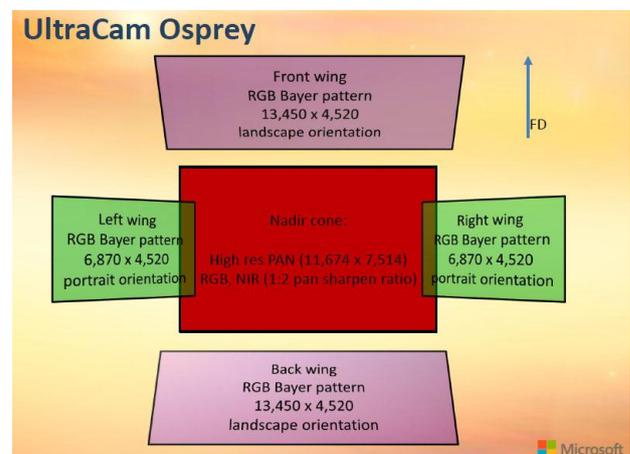
Размер надирного панхроматического изображения 80 Мп.

Размер цветного (RGB) наклонного влево и вправо изображения: 32 Мп (6870 x 4520 пикселей).

Размер цветного (RGB) наклонного вперед и назад «сшитого» из двух фрагментов изображения: 60 Мп (2\*6870 x 4520 = 13450 x 4520 пикселей).

Фокусное расстояние: 51 мм (PAN, надирный объектив), 80 мм (наклонные объективы).

Модель была презентована на конгрессе ASPRS (Балтимор, США) в марте 2013 г.



UltraCam Osprey

Эксклюзивным поставщиком продукции UltraCam в России является компания Йена Инструмент.

### Ortech Inc. (Канада)



С 2012 года компания Ortech Inc., мировой лидер по производству лидаров, поставляет кадровые модульные аэрофотокамеры **CS-15000** (150 Мп) и **CS-10000** (80 Мп). Ortech дополнила список производимых систем аэрофотокамерами за счет присоединения в 2010 году бельгийской компании DiMAC — одного из самых заметных производителей цифровых аэрофотокамер.

Эксклюзивным поставщиком продукции канадской компании Ortech Inc. в России является компания Йена Инструмент.



Ortech CS-10000



Ortech CS-15000



Корпус камеры

### IGI mbH (Германия)

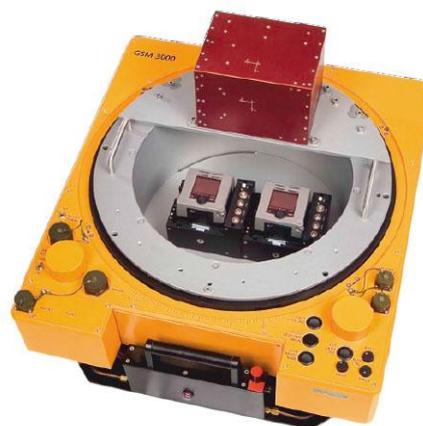


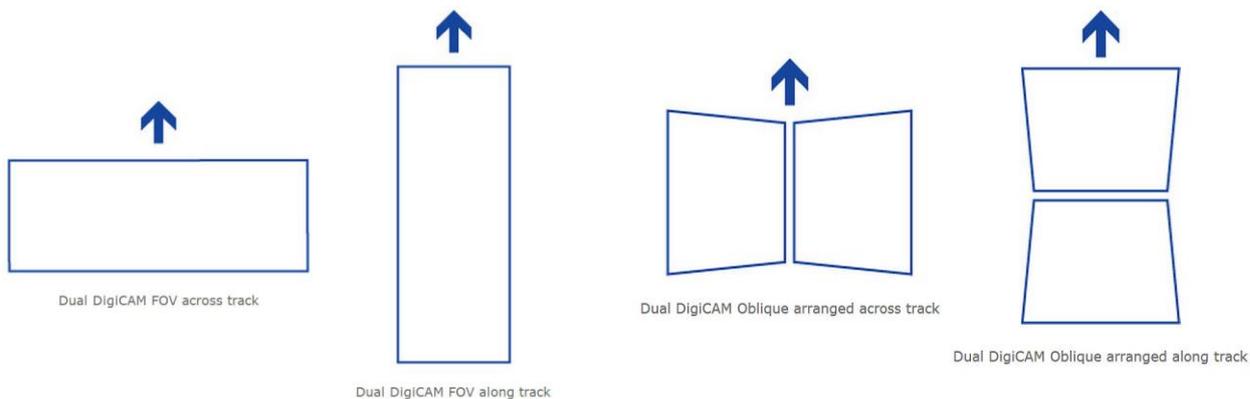
Немецкая компания IGI mbH начинала производство камеры DigiCam в качестве дополнения к своей системе воздушного лазерного сканирования LiteMapper. В настоящее время DigiCam развивается как самостоятельная модульная и, соответственно, многовариантная аэросъемочная система.

**DigiCAM** — это базовый модуль системы с размером кадра 40, 50 или 60 Мп и сменной системой линз 28, 35, 50, 100, 150, 210 или 300 мм.

**Dual DigiCAM** (2 × DigiCAM) — два модуля DigiCam, работающие как единая аэросъемочная система. Возможны различные конфигурации: система может быть настроена для получения итоговых кадров  $hfpvthjv$  118 Мп, либо для одновременного получения цветных (RGB) и ИК-снимков; возможна конфигурация **Dual DigiCAM Oblique** для получения перспективных снимков.

Камеры могут работать как синхронно, так и асинхронно, для возможности выполнения съемки на больших скоростях.





### Варианты съемки камерой Quattro DigiCAM

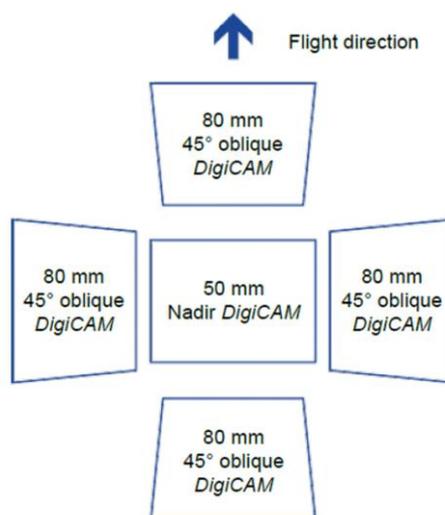
**Triple DigiCAM** (3 × DigiCAM, 172 Мп) — система из трех модулей для получения в кадра поперек размером вплоть до 26 000 пикселей поперек полета.

**Quattro DigiCAM** (4 × DigiCAM, 235 Мп) — это крупноформатная камера, состоящая из четырех модулей, которая выпускается с 2008 года. Формат результирующего кадра при использовании 4-х 60 Мп модулей DigiCam-H60 составляет 235 Мп. Система может быть перенастроена для наклонной съемки под углами 45°: **Quattro DigiCam Oblique**.



Quattro DigiCAM

**Penta DigiCAM** (4 × DigiCAM Oblique, 1 × DigiCAM Nadir) предназначена для получения плановых и перспективных снимков за один пролет. Система состоит из пяти модулей, четыре из которых снимают под наклоном и один снимает в наadir.



## Applanix (Канада) /Trimble



В сегменте недорогих среднеформатных камер вот уже более десяти лет существует съемочная система **DSS** (Digital Sensor System). Система разработана компанией Applanix Corp., ныне продается под маркой Trimble. Последняя разработка **DSS 500** была представлена в 2012 году.

DSS 500 доступна в нескольких стандартных конфигурациях в зависимости от типа сенсора (39 или 80 Мп), фокусного расстояния объектива (40, 55, 60, 210 мм), типа объектива (RGB или NIR), а также от количества камер в корпусе: SingleCam или DualCam.



DSS 500

SingleCam	DualCam
39 MP 60 мм RGB/CIR	39 MP 60 мм RGB + 39 MP 60 мм NIR (4 Band Orthos)
39 MP 40 мм RGB	39 MP 210 мм RGB + 39 MP 210 мм RGB (Wide Swath)
39 MP 210 мм RGB	80 MP 55 мм RGB + 80 MP 55 мм RGB (Wide Swath)
80 MP 55 мм RGB	

Для 80-и мегапиксельных сенсоров по запросу могут быть поставлены объективы с фокусными расстояниями 80, 110 и 240 мм.

## Общие тренды рынка

- Увеличение производительности по мере развития CCD-технологий.
- Оснащение камер улучшенной электроникой по мере развития соответствующих технологий.
- Компактная комплектация, интегрирующая в корпус камеры все необходимые компоненты, что упрощает процесс установки, позволяет более эффективно использовать пространство самолета и повышает надежность системы за счет уменьшения количества соединений.
- Дальнейшее развитие технологий для перспективной съемки в целях 3D-моделирования.
- Развитие среднеформатных камер в качестве модульных систем.

---

Обзор подготовлен по материалам, представленным на веб-сайтах производителей и по итогам выступлений представителей компаний-производителей на 13-ой Международной научно-технической конференции [«От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»](#), сентябрь 2013 г., Франция.

Также были использованы следующие статьи:

1. Gavin Schrock. UltraCam offers a unique approach to achieving high image dynamics, Professional Surveyor, fall 2013,  
<http://www.profsurv.com/magazine/article.aspx?i=71385#sthash.LFU3hFqv.dpuf>
2. Klaus J. Neumann. The Z/I DMC II – “Imaging Revolution”,  
<http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo11/100Neumann.pdf>

## Приложение

В таблице приведены характеристики наиболее производительных на сегодняшний день цифровых аэрофотокамер.

Фирма-производитель	Hexagon AB (Швеция)		UltraCam/Microsoft	Visionmap Ltd. (Израиль)	Optech Inc. (Канада)	IGI mbH (Германия)
Название модели	DMC Iie 250	ADS100	UltraCam Eagle	A3 Edge/ A3 Edge CIR	CS-15000	Quattro DigiCAM
О модели	Промежуточная усовершенствованная модель камер DMC на основе технологий Z/I Imaging	Последняя разработка в линейке камер ADS на основе технологий Leica Geosystems	Самая широкоформатная модель в линейке камер UltraCam	Камеры новой улучшенной серии A3 Edge	Камера Optech Inc. на основе технологий DiMAC	На основе 4-х 60Мп модулей
Дата начала производства	2013	2013	2011	2012	2012	2008
Общие характеристики						
Тип камеры	Кадровая камера	Сканерный авиационный сенсор	Кадровая камера со сменной системой объективов	Кадровая камера плавного вращения с высокой скоростью съемки	Кадровая камера	Кадровая модульная камера
Габаритные размеры, см	н/д	Головная часть SH100: 39 (диаметр), 67 (высота)	43 × 43 × 76 (86) (включая компьютер и накопитель)	53 x 53 x 53	41 (диаметр корпуса) 25 x 32 x 19 (сенсор с 70 мм объективом)	н/д
Вес, кг	68, включая накопитель	100-120 (общий вес системы)	75-80 (включая компьютер и накопитель)	38 (общий вес системы)	37 (корпус + модуль камеры)	37,7 (включая компьютер и накопитель)
Оптические характеристики						
Число объективов	5	1	8 (4 PAN + 3 RGB + 1 NIR)	2	2	4
Число CCD-сенсоров	5 (1 – PAN, 4 – MS)	SH100: 13 линеек. 4 линейки R,G,B,N (вперед) 4 линейки R,G,B,N (назад) 5 линеек R,G,G,B,N (в надир)	13 (9 – PAN, 4 – MS)	2	2	4
Число фрагментов результирующего кадра	1	Съемка ведется непрерывно	9	изменяемое	2	4
Принцип экспонирования сенсоров	Синхронный	Съемка линейным сенсором	Последоват. формирование кадра с использ. массива из 9 панхром. сенсоров CCD	н/д	н/д	Синхронный
Размер пиксела, мкм	5,6 (PAN); 7,2 (MS)	5	5,2 (PAN)	5,5	5,2	6

Фирма-производитель	Hexagon AB (Швеция)		UltraCam/Microsoft	Visionmap Ltd. (Израиль)	Optech Inc. (Канада)	IGI mbH (Германия)
Название модели	DMC Iie 250	ADS100	UltraCam Eagle	A3 Edge/ A3 Edge CIR	CS-15000	Quattro DigiCAM
Фокусное расстояние (для результирующего кадра), мм	112 (PAN); 45 (MS)	62,5	Система объективов 1: 80 (PAN), 27 (MS) Система объективов 2: 210 (PAN), 70 (MS)	300	70, 120, 210	80,100,150, 210, 300
Углы поля зрения вдоль/поперек маршрута	38,6° / 45,5° (PAN); 54,2° / 52° (MS)	- / 65,2°-77,3° в зависимости от направления линеек вперед, назад или в надир	46°/66° (Система объективов 1) 20°/28° (Система объективов 2)	111,28° (макс. поперек маршрута)	37°/29° (70 мм); 23°/18° (120 мм); 14°/11° (210 мм)	Для одного модуля: 27°/36° (80 мм); 23°/30° (100 мм); 15°/20° (150 мм); 11°/15° (210 мм); 8°/10° (300 мм)
Радиометрическое разрешение, бит/пиксел	14	14	>12	12	н/д	16
Минимальный интервал фотографирования, с	1,8	Съемка ведется непрерывно	1,8	н/д	2	1,6
Спектральные диапазоны	PAN, R, G, B, NIR	R, G, B, NIR	PAN, R, G, B, NIR	R, G, B / R, G, B, NIR	R,G,B - стандарт NIR - опция	R, G, B
Компенсация сдвига (смаза) изображения	Есть: ВЗИ (TDI)	Есть: TDI	Есть: ВЗИ (TDI)	Есть трёх типов: FMC, RMC, VC	Есть, электронно-механическая	Есть, электронная
Характеристики изображения						
Число пикселей результирующего кадра вдоль/поперек маршрута	14656 × 17216 (PAN); 6846 × 6096 (MS)	Определяется длиной маршрута / 20 000	13080 × 20010 (PAN) 4360 × 6670 (MS)	10200 × 80500 (макс.)	10000 × 15000	12750 × 18500
Геометрия результирующего изображения	Центральная проекция	Центральная проекция каждой строки изображения	Интегрированный кадр по данным от 9 CCD	Квазипанорамный снимок – для визуализации. Стандартная центр. проекция – для измерений/ векторизации	Центральная проекция	Центральная проекция
Формат изображения	8, 12, 14 или 16 бит TIFF, возможность дополнительного JPEG сжатия	TIFF	JPEG, TIFF (8 или 16 бит)	JPEG2000, TIFF	TIFF, JPEG	TIFF, JPEG, DNG (8 или 16 бит)
Бортовая память						

Фирма-производитель	Hexagon AB (Швеция)		UltraCam/Microsoft	Visionmap Ltd. (Израиль)	Optech Inc. (Канада)	IGI mbH (Германия)
Название модели	DMC Iie 250	ADS100	UltraCam Eagle	A3 Edge/ A3 Edge CIR	CS-15000	Quattro DigiCAM
Тип бортовой памяти	Твердотельная память (SSD)	Твердотельная память (SSD)	Твердотельная память (SSD)	Твердотельная память (SSD)	Твердотельная память (SSD)	Твердотельная память (SSD)
Емкость бортовой памяти, Тб	2,6	2,4	3,3	на 8-9 часов непрерывной съемки	4 накопителя по 0,3 (стандарт), 0,6 (опция)	2
Возможность смены в полете	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Дополнительно						
Наименьшее значение пиксела на местности (GSD), см	PAN: 2,5 (500 м) MS: 8 (500 м)	3 (при скорости 220 км/ч) 10 (при скорости 650 км/ч)	Система объективов 1: 3,25 / 6,25 (500 м / 1000 м) Система объективов 2: 2,5 (1000 м)	3 (1280 м) 10 (4260 м)	н/д	н/д