

# СРАВНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КАМЕР VEXCEL EAGLE И IGI DIGICAM450

Рыльский И.А.<sup>1</sup>, Маркова О.И.<sup>2</sup>, Еремченко Е.Н.<sup>3</sup>, Панин А.Н.<sup>4</sup>

Email: Rylskiy692@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Рыльский Илья Аркадьевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник;

<sup>2</sup>Маркова Ольга Ивановна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник;

<sup>3</sup>Еремченко Евгений Николаевич – научный сотрудник,

Региональный центр Мировой системы данных,  
географический факультет;

<sup>4</sup>Панин Александр Николаевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник, доцент,

Научно-исследовательская лаборатория комплексного картографирования,  
географический факультет,

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва

**Аннотация:** современные фотограмметрические системы постепенно эволюционируют благодаря техническому прогрессу. Ранее существовавшие технологические ниши широкоформатной, среднеформатной и узкоформатной съемки существенно трансформировались, при этом возможности, которые ранее были доступны только широкоформатным (и крайне дорогим) изделиям, теперь стали доступны гораздо более бюджетным решениям, создаваемым на базе среднеформатных камер. Данное обстоятельство способно в ближайшие годы полностью изменить рынок авиационных съемок. В то же время, существует группа устойчивых стереотипов о невозможности сколько-нибудь серьезного сравнения широко- и среднеформатных съемочных систем.

**Ключевые слова:** пространственные данные, геоинформатика, аэрофотосъемка, фотограмметрия.

## COMPARISON OF CARTOGRAPHIC ABILITIES OF VEXCEL EAGLE AND IGI DIGICAM450 CAMERAS

Rylskiy I.A.<sup>1</sup>, Markova O.I.<sup>2</sup>, Eremchenko E.N.<sup>3</sup>, Panin A.N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Rylskiy Ilya Arkadievitch – PhD in Geography, Senior Researcher;

<sup>2</sup>Markova Olga Ivanovna – PhD in Geography, Senior Researcher;

<sup>3</sup>Eremchenko Eugeniya Nikolaevitch - Researcher,

WORLD DATA SYSTEM,  
GEOGRAPHICAL FACULTY;

<sup>4</sup>Panin Alexander Nikolaevich – PhD in Geography, Senior Researcher, Associate Professor,

RESEARCH LABORATORY OF INTEGRATED MAPPING  
GEOGRAPHICAL FACULTY,

LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY,  
MOSCOW

**Abstract:** modern photogrammetric systems are gradually evolving due to technological progress. The previously existing technological niches of wide-format, medium-format and narrow-format surveys have substantially transformed, while the opportunities that were previously available only for large-format (and extremely expensive) products have now become available to much more budgetary solutions created on the basis of medium-format cameras. In the coming years, this circumstance is capable of completely changing the market for aerial surveys. At the same time, there is a group of stable stereotypes about the impossibility of any serious comparison of wide and medium format shooting systems.

**Keywords:** LIDAR, spatial data, geoinformatics, UAV, virtual modelling.

УДК 004.67:910.27(075.8)

**Введение.** Аэрофотосъемочные работы с детальностью лучше 30 см на пиксел в настоящее время являются фактически единственным возможным технологическим решением для получения высокоточных данных дистанционного зондирования. Средства ДДЗ космического базирования на сегодняшний день с успехом закрывают технологическую нишу в диапазоне от 30 см до 30 м (и более), обладая при этом непревзойденной производительностью [2, с. 347].

При выполнении работ с авиационных носителей приходится принимать во внимание целый ряд факторов, влияющих на выбор того или иного технологического решения. Из очевидных факторов можно отметить:

- ограничения по срокам и сезонам;
- требования по перекрытию снимков;

- требования по детальности фото;
- требования по спектральным характеристиками;
- возможность использования данных с тенями от облачности;

Все принимаемые решения, помимо ситуационных аспектов, также ограничены и техническими аспектами. В настоящее время роль маркетинга при обсуждении тех или иных технических решений возросла крайне значительно, что требует тщательного осмысления тех или иных технических свойств съемочных систем сугубо в контексте решения конкретных (а не абстрактных задач).

**Постановка задачи.** В настоящее время на рынке представлено огромное множество камер для работы с носителями различных габаритов и летно-технических характеристик. Традиционно считается, что сегмент малогабаритных («мыльницы») и 35-мм камер характерен для использования на БПЛА, среднеформатные камеры – для легкомоторной авиации и небольших проектов, а для профессиональной и широкомасштабной съемки необходимы исключительно широкоформатные камеры.

Прогресс в области создания камер с большим количеством мегапикселей в результирующем изображении в последние годы ускорился. В настоящее время единичный кадр широкоформатной съемки может достигать 440 Мпикс и более. Традиционно подобные устройства (Vexcel, DMC) представляют собой законченное решение с довольно значительной массой (до 70 кг и более) и габаритами. Технически они представляют собой единый жесткий корпус, внутри которого находятся несколько матриц с различными светофильтрами. Ряд объективов (видимые и ИК-каналы, панхроматические каналы) выводят изображения на различные матрицы с учетом взаимных смещений и углов отклонения, и впоследствии формируют серию изображений: панхроматическое высокого разрешения, спектральные каналы (R, G, B, CIR), слитые цветные и панхроматические каналы.

Среднеформатные камеры гораздо меньше, легче, и практически всегда оперируют какими-либо тремя каналами – RGB, CIR+R+G. Они не монтируются внутрь единого жесткого корпуса и обычно (даже в комплексных устройствах) стоят по отдельности [5, с. 447].

Эти различия мы рассмотрим более детально на примере двух типичных представителей этих классов съемочных устройств: Vexcel Eagle и IGI DigiCAM450.

**Сравнение камер и их основных характеристик.** Несмотря на похожие ТТХ, камеры имеют разные идеологии и предназначены для разных целей. Eagle – камера исключительно для АФС, направленная на достижение возможности снимать с высоким разрешением **ОЧЕНЬ БЫСТРОХОДНОГО** и/или **ВЫСОКО ЛЕТАЮЩЕГО** носителя. DigiCam450 – камера для работы самостоятельно (с очень близкими по сравнению с Eagle характеристиками), либо в сочетании с камерой для наклонных снимков (IGI Urban Mapper2), либо в сочетании с лазерным сканером.

Все приводимые ниже расчеты относятся к разрешению 10 см:

Нетрудно видеть, что Eagle обладает следующими серьезными преимуществами:

- возможность работы с больших высот (5200 м) при замене объективов; это может быть важно при работе над запретными зонами вроде Москвы в пределах МКАД. При ограничении высоты 3000 м разрешение составит примерно 6 см, что не имеет аналогов;

- наличие оптико-механической компенсации смаза, что дает возможность снимать на чудовищных скоростях, доступных только реактивной авиации (до 800 км/ч при разрешении 10 см). Это хорошо согласуется с идеологией высотного залета: долго ждать погоды, дождаться и за день отснять максимум площади, так как второго такого дня не дождешься. Также это теоретически дает возможность снимать в очень темных условиях. На практике это не часто возможно, так как это противоречит идеологии высотных залетов (нужна идеальная погода, а она не может быть пасмурной [1, с. 99]), и околополуденные условия (что исключает низкую освещенность).

- набор из нескольких объективов, которые вроде как можно заменить очень легко и быстро, чуть ли не прямо в полете. Однако есть подозрения, что после этого могут быть всякие нехорошие последствия вроде необходимости перекалибровки.

При аналогичном разрешении DIGICAM450 позволяет летать на скорости до 360 км/ч (смаз 0.5 пикселей). У нее нет оптико-механической компенсации, фраза «FMC by BCM» расшифровывается как «Flight movement compensation by blur control management» ([https://www.igi-systems.com/files/IGI/Brochures/DigiCAM/FMC\\_Declaration\\_en.pdf](https://www.igi-systems.com/files/IGI/Brochures/DigiCAM/FMC_Declaration_en.pdf)), то есть компенсация смаза за счет высокого ISO и короткой выдержки (1/2000), что, кстати, Vexcel сделать не может. У камеры более высокое соотношение «сигнал/шум» (83 Дб у DigiCam450 против 72 у Eagle, это весьма существенно), более высокий бортовой запас кадров (13500 у DigiCam450 против 4600 у Eagle, это странно, поскольку объем накопителей у Vexcel чуть больше). У камер примерно одинаковая скорострельность (у Vexcel чуть лучше), однако на практике при скорости съемки даже в 2 секунды на кадр бортовые накопители Eagle будут исчерпаны за 2.5 часа работы против 7.5 часа у IGI) – таким образом, на практике это малореализуемый для Vexcel режим.

Поле зрения Eagle может быть разным [3, с. 152], однако «родным» для него является объектив с фокусным расстоянием 100 мм (по данным самого Vexcel), при этом охват съемки равен 106%, или 120

мм (88 %) от высоты полета. С учетом того, что обычно требуется примерно 30% запас по охвату для перекрытия проходов, эффективный охват Eagle с каждого прохода составляет 74% от высоты полета для 100 мм и 62% - для 120 мм.

Поле зрения IGI более оптимизировано для работы совместно с лазерными сканерами или с наклонной съемкой – 127% от высоты полета. С учетом того, что обычно требуется примерно 30% запас по охвату для перекрытия проходов, эффективный охват DigiCam450 с каждого прохода составляет 89% от высоты полета. Данные лазерного сканирования нуждаются в гораздо меньшем перекрытии – примерно в 20%. Отметим, что поле обзора у 58-градусного лазера Riegl (780i, 1560i) составляет 110 % от высоты съемки, а с учетом 20% перекрытия это дает те же 89% от высоты для эффективного охвата. Налицо «совершенно случайное» совпадение.

Однако отличия IGI от Eagle на этом не заканчиваются. Основной идеей IGI является модульность – это позволяет проапгрейтить камеру до уровня UrbanMapper2 (<https://www.igi-systems.com/id-2-in-1-aerial-camera-system.html>), в этом случае у нее еще возрастает ширина поля зрения (с 30400 до 34500 пикселей) – на 30% шире чем у Eagle, камера получает дополнительные 4 наклонных объектива, и позволяет качественно и детально текстурировать стены в создаваемых 3Д-моделях городов. Модели эти – по замыслу IGI – могут создаваться как фотограмметрическим способом, так и по данным лазерного сканирования. Это делает камеру незаменимой при получении принципиально нового, более сложного (дорогого) информационного продукта, но при этом позволяет использовать камеру и в стандартных задачах. При этом во всех задачах - кроме высотной съемки [4, с. 109] или съемки с реактивных носителей – DigiCam450 обладает преимуществом над Eagle.

Вес «голового» DigiCam450 неизвестен, предположительно 65 кг, в версии UrbanMapper (фактически 2 камеры + накопители) – 77 кг.

Для Eagle требуется более современная версия гироплатформы – GSM4000, будет ли он работать на GSM3000 – неясно. DigiCam450 заявляется как совместимый с обеими платформами (GSM3000 снят с производства, но весьма многочисленен).

Таблица 1. Сравнение технических характеристик камер

|  | <b>EagleM3</b>    | <b>DigiCam450</b> |
|--|-------------------|-------------------|
| Ширина кадра, пикс                                       | 26460             | 30460             |
| Длина кадра, пикс  | 17004             | 14100             |
| Мегапикселей   | 442               | 429               |
| Фокусные расстояния, мм                                  | 80, 100, 120, 210 | 90                |
| Минимальный интервал, с                                  | 1,5               | 1,6               |
| Максимальная скорость при GSD=10 см, смаз 0.5 пикс, км/ч | 790               | 360               |
| % охвата (от высоты) при F=80 мм                         | 132               | нет               |
| % охвата (от высоты) при F=100 мм                        | 106               | нет               |
| % охвата (от высоты) при F=120 мм                        | 88                | нет               |
| % охвата (от высоты) при F=210 мм                        | 50                | нет               |
| % охвата (от высоты) при F=90 мм                         |                   | 127               |
| Размер пикселя, мкм (панхроматический)                   | 4,0               | 3,76              |
| Каналы   | R,G,B,NIR         | RGBI, RGB, CIR    |
| Скорость затвора   | 1/1000-1/64       | 1/800             |
| Компенсация смаза  | 50 пикс           | 0                 |
| Сигнал/шум, дБ   | 72                | 83                |
| Битность изображения                                     | 14                | 16                |
|  |                   |                   |
| Вес, кг (примерно)                                       | 70                | 65 (77)           |
| Запас кадров на борту, шт                                | 4600              | 13500             |
| Высота полета (негерметизированный борт)                 | 7000              | нет ограничений   |
| Температура работы                                       | 0 - +45 С         |                   |
| Гироплатформа  | GSM 4000          | GSM 4000 или 3000 |

**Выводы.** Как видно из приведенного сравнения, данные системы обладают высочайшими характеристиками детальности, производительности, и, конечно, стоимости. При в целом равных технических характеристиках следует отметить, что камера Digicam450 обладает (по целому ряду причин) практически значимыми преимуществами перед Vexcel Eagle. К таковым можно отнести существенно большую производительность при той же высоте полета, больший (в 3.5 раза) запас кадров на борту, лучшее качество изображения, и большую ширину кадра. В целом следует констатировать, что камеры, созданные на базе среднеформатных решений стали составлять очень серьезную конкуренцию классическим среднеформатным решениям с компенсаторами линейного смаза и сложной системой формирования единого изображения на базе множества объективов.

#### *Список литературы / References*

1. Военно-топографическое управление Генерального Штаба // Руководство по аэрофотосъемке в картографических целях, 1989. С. 1-105.
2. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Под редакцией Тикунова В.С. Геоинформатика: учебник для студентов высших учебных заведений, 2010. С. 1-432.
3. Карманов А.Г. Фотограмметрия. Учебное пособие, 2012. С. 1-171.
4. Министерство гражданской авиации // Руководство по аэрофотосъемочным работам, 1986. С. 1-176.
5. Тикунов В.С., Капралов Е.Г., Кравцова В.И. Информатика в географии, экологии и природопользовании, 2013. С. 1-572.