

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАМЕР СРЕДНЕГО ФОРМАТА ДЛЯ АЭРОСЪЕМКИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Ю.Г. Райзман (Phase One Industrial, Дания)

В 1980 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист», а в 1985 г. — аспирантуру ЦНИИГАиК по специальности «фотограмметрия». После окончания аспирантуры работал в Ташкентском аэрогеодезическом предприятии ГУГК СССР, с 1992 г. — в Геодезической службе Израиля, с 2008 г. — в компании VisionMap Ltd. (Израиль). С 2017 г. по настоящее время — научный консультант компании PhaseOne Industrial и директор компании GeoCloud.Shop.

Использование цифровых камер для аэрофотосъемки с последующей фотограмметрической обработкой данных приобрело значительный импульс после 2000 г. Было разработано и представлено множество различных камер и систем, предназначенных для этих целей. Но, после 15 лет интенсивного развития, лишь немногие из них активно применяются для создания картографической продукции. В настоящее время среди цифровых систем с кадром среднего формата ведущее место занимают камеры, выпускаемые компанией Phase One Industrial (Дания) — рис. 1.

С развитием технологий ПЗС (CCD — charge-coupled device) и КМОП (CMOS — complementary metal-oxide-semiconductor) цифровые камеры среднего формата прошли большой путь от камер с размером матрицы 40–60 Мпикселей до 80–100 Мпикселей. Кроме того, были разработаны и внедрены высококачественные метрические объективы с широким диапазоном фокусных расстояний. Это позволило эффективно использовать результаты наклонной (перспективной) аэросъемки, получаемые с помощью камер Phase One, в различных проектах по картографированию не-

больших по площади городских и сельских территорий, а также при мониторинге площадных и линейных объектов инфраструктуры.

При аэросъемке для целей картографирования используются камеры среднего формата и широкоформатные камеры. В данной статье представлен сравнительный анализ производительности цифровых камер среднего формата Phase One iXU и двух наиболее популярных широкоформатных цифровых камер — UltraCam Eagle и DMC III.

Существует два основных типа картографируемых территорий — городская и сельская местность, а в качестве готовой фотограмметрической продукции требуются — ортофото,

плотная цифровая модель местности (DSM — digital surface model) и стереоизображения.

Наиболее популярной картографической продукцией для городской среды является полупристинное ортофото. Такая продукция характеризуется очень узким углом ортофото (эффективный угол съемки, задающий допустимый уклон зданий на ортофото) и высоким уровнем визуализации, с минимумом скрытых, затененных областей в плотной городской застройке (подробнее см. Геопрофи. — 2012. — № 2. — С. 17–20. — Прим. ред.).

При съемке городских территорий размер пикселя на местности (GSD) должен составлять от 3 см до 15 см, а углы ортофото для получения ортофотопла-



Рис. 1

Общий вид цифровой камеры среднего формата Phase One iXU

Параметры аэросъемки

Размер пикселя на местности, см	Угол ортофото, °	Уклон зданий, %	Скорость полета, км/ч	Минимальное боковое перекрытие, %
3	14	12	185	20
5	17	15	220	20
8	20	18	260	20
10	23	20	300	20
15	28	25	330	20

на — находится в диапазоне 12–25%. Наперед заданный угол ортофото (или уклон зданий), размер пикселя на мест-

ности и минимально допустимое боковое перекрытие — это те параметры, которые позволяют создать геометрически идентичные ортофотопланы (с тем же уклоном зданий) при аэросъемке разными камерами. Они могут и должны использоваться как основные исходные данные при сравнении различных типов камер.

Оценка производительности камер обычно заключается в анализе следующих критериев: площади территории, снятой за час полета, расстоянии между маршрутами полета, времени, необходимом для полета в районе области интересов (всей площади территории, подлежащей съемке) или количества маршрутов полета в районе области интересов. Более объективный критерий, не зависящий от скорости самолета, — это расстояние между маршрутами полета.

Для сравнительных расчетов использовались параметры аэросъемки, приведенные в таблице. На рис. 2–4 в виде диаграмм и таблиц представлены результаты оценки производительности камер среднего формата и широкоформатных камер при аэросъемке городских и сельских территорий, выполненной на основе этих параметров. Фокусные расстояния камер на рис. 2–5 приведены в скобках.

На рис. 2 видно, что камеры среднего формата и широкоформатные камеры обеспечивают аналогичное расстояние между маршрутами полета при одинаковых требованиях к углу ортофото / уклону зданий при аэросъемке городских территорий для создания ортофотопланов с размером пикселя на местности от 3 см до 15 см.

На рис. 3 приводится время полета, необходимое для покрытия территории интересов размером 5x5 км, что позволяет сделать следующий вывод. Про-

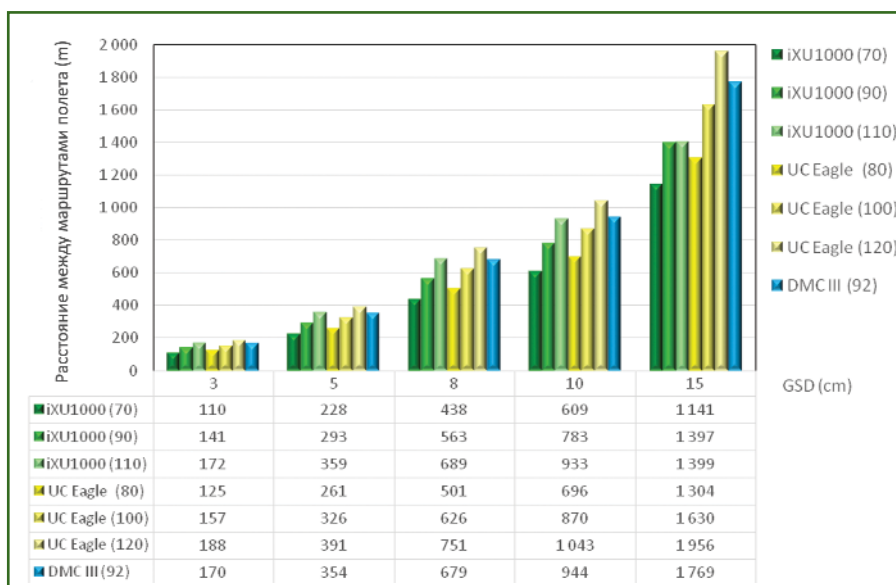


Рис. 2 Расстояние между маршрутами полета при аэросъемке городских территорий

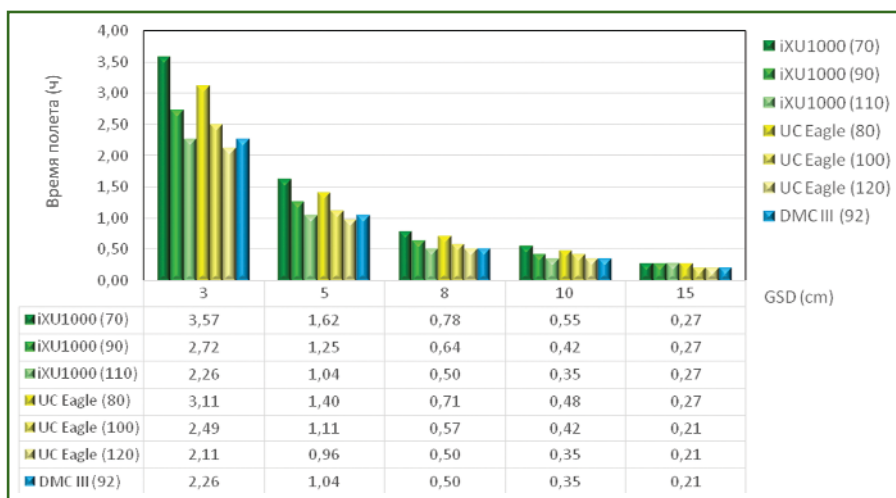


Рис. 3 Время полета, необходимое для покрытия территории интересов размером 5x5 км, при аэросъемке городских территорий

изводительности камер среднего формата и широкоформатных камер сопоставимы при одинаковых требованиях к углу ортофото / уклону зданий при аэросъемке городских территорий для создания ортофотопланов с размером пикселя на местности от 3 см до 15 см.

На рис. 4 представлены расстояния между маршрутами полета при проведении аэросъемки для получения другой фотограмметрической продукции: ортофото для сельской местности, плотной цифровой модели местности или стереоизображений. Полет проходит без особых ограничений на угол ортофото с минимальным перекрытием между маршрутами в 20% и максимальным использованием площади матрицы (CCD / CMOS). В этом случае камеры Phase One iXU обеспечивают 50% производительности UltraCam Eagle и 45% — DMC III, не зависимо от размера пикселя на местности. Однако, принимая во внимание относительно низкую стоимость камер Phase One iXU, их применение для аэросъемки средних по размеру городских территорий и сельской местности будет экономически выгодным.

Широкий диапазон сменных метрических объективов с различными фокусными расстояниями позволяет использовать камеры Phase One iXU на разных высотах полета, с большинством типов летательных аппаратов и для решения многочисленных задач (рис. 5).

Последнее поколение цифровых камер среднего формата Phase One iXU с малым размером пикселя (4,6 мкм), большой площадью матрицы (100 Мпикселей), максимальной частотой кадров в секунду (1,6) и временем экспозиции до 1/2500, набором метрических объективов с различными фокусными расстояниями (50, 70, 90, 110, 150 мм) и относительно низкой ценой может использоваться при

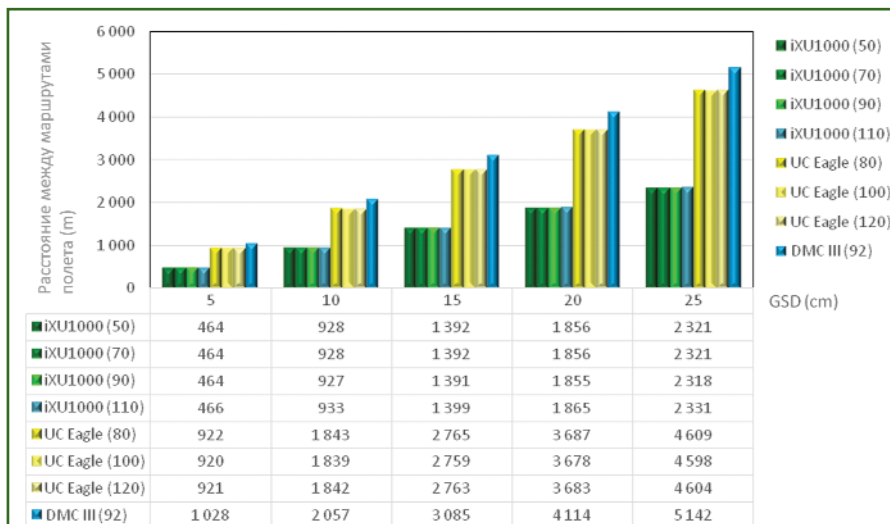


Рис. 4

Расстояние между маршрутами полета с перекрытием в 20% при аэросъемке сельской местности

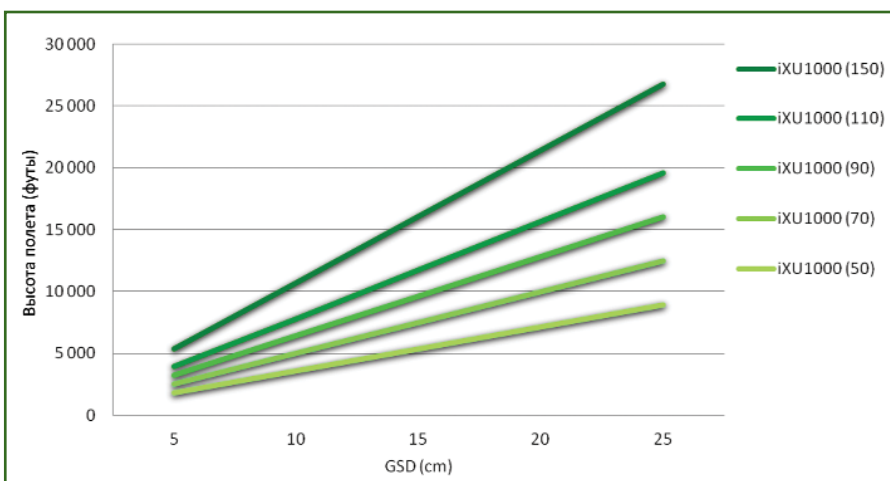


Рис. 5

Зависимость высоты полета при аэросъемке камерами Phase One iXU от их фокусного расстояния и требуемого размера пикселя на местности

аэросъемке для целей картографирования территорий и мониторинга различных объектов.

Камеры Phase One iXU широко применяются при наклонной (перспективной) съемке и в системах лазерного сканирования как дополнительное оборудование, а также в качестве автономных камер для картографических проектов.

Небольшой вес (2 кг) и компактные размеры камер позволяют устанавливать их на сверхлегкие самолеты, небольшие вертолеты, мультикоптеры и беспилотные летательные аппа-

раты, что значительно снижает эксплуатационные расходы.

Камеры среднего формата Phase One iXU представляют собой эффективную альтернативу широкоформатным камерам при аэросъемке малых и средних по площади городских и сельских территорий для создания различной картографической продукции в цифровом виде и при съемке транспортных коридоров для мониторинга протяженных линейных объектов — воздушных линий электропередачи, автомобильных и железных дорог.