

PHASEONE PAS280MP — НОВЫЙ КРУПНОФОРМАТНЫЙ АЭРОСЪЕМОЧНЫЙ КОМПЛЕКС

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 Phase One Industrial и директор компании GeoCloud Ltd.

▼ Новое поколение аэросъемочных камер

Компания Phase One Industrial разработала и выпустила новую метрическую крупноформатную камеру iXM-RS280F (рис. 1), которая предлагается как самостоятельное решение, так и в составе аэросъемочного комплекса PAS280MP. За счет интеграции двух матриц и двух объективов, а также использования специального программного обеспечения камера позволяет получать одиночное изображение центральной проекции размером 280 Мпикселей из двух вертикальных снимков по 150 Мпикселей (табл. 1).

Камера iXM-RS280F может поставляться с программным обеспечением для управления полетом, дополнительным периферийным оборудованием или как OEM-компонента.

Комплекс PAS280MP позволяет сформировать готовую к использованию аэросъемочную систему, включающую камеру или камеры (необходимой конфигурации), гиросtabilизирующую платформу, навигационный комплекс и программное обеспечение для проведения аэросъемки.

Разнообразие камер и объективов, предлагаемых компанией Phase One Industrial, по-

зволяет комбинировать на одной платформе разные по возможностям и назначению аэросъемочные системы (рис. 2). Используя один и тот же набор периферийного оборудования — гиросtabilизирующую платформу DSM400, контроллер MK4 и навигационный комплекс Arplanix, пользователь может самостоятельно дополнить его камерой (камерами) с требуемым фокусным расстоянием и спектральными характеристиками, создав аэросъемочную систему под задачи конкретного проекта.

Например, для аэросъемки значительных по площади межселенных территорий идеально подойдет система, оснащенная камерой iXM-RS280F. Для съемки лесных массивов или сель-

скохозяйственных угодий эту же систему можно дополнить камерой iXM-RS150F NIR для получения снимков в ближнем ИК-диапазоне. А для аэросъемки городов с ограничениями высоты полета — использовать камеру iXM-RS150F RGB, оснащенную объективом с фокусным расстоянием 110–300 мм с возможностью получения снимков с высоким разрешением.

Компания Phase One Industrial на основе комплекса PAS280MP поставляет два типа аэросъемочных систем (их технические характеристики приведены в табл. 2):

— система PAS280MP RGB включает два объектива с фокусным расстоянием 90 мм для получения изображений в RGB (рис. 3);



Рис. 1
Камера iXM-RS280F

Основные параметры аэросъемочных систем на основе комплекса PAS280MP

Таблица 1

Наименование параметров	Значения параметров	
	PAS280MP RGB	PAS280M RGB + 4-Band
<i>Камеры</i>		
Тип камеры	iXM-RS280F RGB	iXM-RS280F RGB + iXM-RS150F NIR
Количество объективов	2	2 + 1
Фокусное расстояние, мм	90	90 + 50
Поперечный и продольный угол поля зрения, °	45,7/32,9	
Действующее отверстие объектива (апертура)	f/5,6–f/11	
Тип затвора	Центральный	
Выдержка, с	От 1/2000 до 1/125	
Скорость съемки	1 кадр каждые 0,5 с	
Светочувствительность, ISO	50–6400	
Динамический диапазон, дБ	83	
Спектральные характеристики изображения	RGB	RGB + NIR
<i>Матрица изображения КМОП</i>		
Размер пикселя, мкм	3,76	
Размер матрицы, пиксель	14 204x10 652	
<i>Кадр изображения (снимок)</i>		
Геометрия изображения	Центральная проекция	
Размер изображения в поперечном и продольном направлениях, пикселей	20 150x14 118	
Общий размер изображения, Мпиксель	284	
Цвет изображения	RGB	RGB, NIR, CIR, 4-band
Коэффициент паншарпенга (RGB/NIR)	Только RGB	1:1,8
Типичный размер снимка, Мбайт	813	1100
Формат изображения	PhaseOne RAW, TIFF, JPEG	
<i>Периферийное оборудование</i>		
iX контроллер МК4	До 6 отдельных портов USB3	
Мониторы (пилота и оператора)	2	
Гиростабилизирующая платформа	SOMAG DSM400	
Навигационный комплекс (ГНСС + ИНС)	Applanix	
Программное обеспечение	Планирование полета Управление камерой и обработка снимков Управление полетом (навигация) Редактирование изображения Обработка данных ГНСС	
<i>Системы</i>		
Электропитание, В	28	
Потребляемая мощность, Вт	168	
Размер системы, мм	460x430x440	
Масса системы, кг	31	32,5
Температура, °С	От –10 до +40	
Влажность, %	15–80	
Стандарты (сертификаты)	FCC (Class A), CE, RoHS	

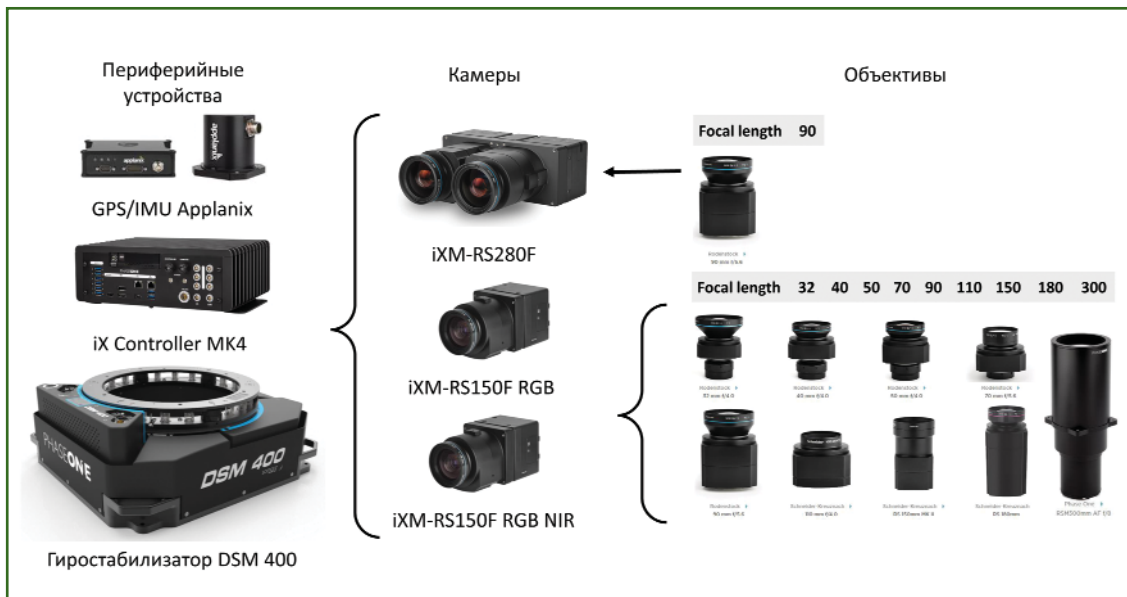


Рис. 2

Периферийное оборудование и камеры, предлагаемые компанией Phase One Industrial

— система PAS280M RGB + 4-Band имеет дополнительный ахроматический 150-мегапиксельный объектив с фокусным расстоянием 50 мм для съемки в ближнем инфракрасном диапазоне и получения четырехполосного изображения (RGB, NIR) и CIR-снимков.

▼ **Контроль смаза изображения**

Качество изображения при аэросъемке определяется, в частности, наличием смаза изображения, которое возникает из-за перемещения камеры во время экспозиции.

Камеры iXM-RS280F оснащены высокочувствительными матрицами КМОП и объективами



Рис. 3

Аэросъемочная система PAS280MP RGB

Максимальная скорость самолета при допустимом смазе изображения в 0,5 пикселя

Таблица 2

Выдержка, с	GSD = 10 см; H = 2394 м	GSD = 20 см; H = 4787 м	GSD = 30 см; H = 7181 м	GSD = 40 см; H = 9574 м
	Максимальная скорость самолета, км/ч			
1/2000	360	720	1 080	1,440
1/1600	288	576	864	1,152
1/1250	225	450	675	900
1/1000	180	360	540	720
1/800	144	288	432	576



Рис. 4

Пример изображения, полученного аэросъемочной системой PAS280MP RGB

с высокоскоростным центральным затвором, который обеспечивает очень короткое время экспозиции — до 1/2000.

Традиционно смаз из-за движения самолета уменьшается компенсацией продольного сдвига изображения. Для ПЗС-матриц используется электронная технология TDI.

Камерам, оснащенным матрицей КМОП, для получения при аэросъемке высококачественных изображений не требуется компенсация продольного сдвига изображения, благодаря гораздо более высокой чувствительности этого типа матриц (83 дБ), более короткому времени экспозиции (1/2000) и передовым технологиям затвора, разрабо-

танным компанией Phase One Industrial (рис. 4).

В табл. 2 показана максимальная скорость самолета при допустимом смазе изображения в 0,5 пикселя в зависимости от выдержки для различных значений наземного разрешения (GSD) и максимальной практической высоты полета (H).

Смаз изображения для разных типов самолетов при полете с крейсерской скоростью на максимальной практической высоте для заданного наземного разрешения при аэрофото съемке с выдержкой 1/1000 приведен в табл. 3.

Таким образом, благодаря новой матрице КМОП и коротко-

му времени экспозиции, высококачественные снимки при аэросъемке могут быть получены без технологии компенсации продольного сдвига изображения.

▼ Анализ эффективности применения аэросъемочной системы PAS280MP RGB

Эффективность аэросъемочных работ выражается следующими показателями: площадь территории аэросъемки за один час полета, расстояние между маршрутами аэросъемки, время, необходимое для съемки территории или количество маршрутов.

Зависимость между высотой полета и наземным разрешением показана на рис. 5.

Смаз изображения при аэросъемке с выдержкой 1/1000 на максимальной практической высоте с крейсерской скоростью самолета

Таблица 3

Тип самолета	Максимальная практическая высота полета, м	Наземное разрешение, см	Крейсерская скорость, км/ч	Смаз изображения, пиксель
АН-2	3800	13	190	0,41
Diamond DA42MPP	4700	16	260	0,45
АН-30	7000	24	430	0,50
King Air C90	9000	31	416	0,37
Ту-134	10 300	35	900	0,71

Производительность аэросъемки при использовании системы PAS280MP RGB

Таблица 4

Наименование параметров	Субъект РФ			
	Москва	Московская область	Хабаровский край	Красноярский край
Площадь, км ²	2561	44 329	787 633	2 366 797
Наземное разрешение, см	10	20	30	40
Тип самолета	АН-2	KingAir C90	Ту-134	Ту-134
Высота полета, м	2394	4787	7181	9574
Скорость полета, км/час	190	400	700	900
Смаз изображения, пиксель	0,52	0,55	0,65	0,62
Расстояние между маршрутами, м	1612	3224	4836	6448
Производительность аэросъемки для создания ортофотоплана, км ²	305	1284	3403	5792
Количество маршрутов	32	66	185	240
Общая протяженность маршрутов, км	1600	13 860	164 280	369 120
Общее время полета, ч	10	38	245	425

В табл. 4 приведены результаты расчета эффективности проведения аэросъемочных работ с применением системы PAS280MP RGB для некоторых регионов России.

При расчете производительности аэросъемки одной системой PAS280MP RGB для каждого субъекта были заданы следующие параметры:

— конфигурация территории была представлена в виде квадрата;

— продольное перекрытие составляло 60%, а поперечное — 20%;

— выдержка — 1/1000;

— общее время полета включало затраты времени на развороты между маршрутами (3 минуты на каждый разворот).

В заключение отметим основные особенности и преимущества аэросъемочного комплекса PAS280MP:

— модульность аэросъемочного комплекса обеспечивает решение различных задач;

— широкий диапазон метрических объективов с фокусным расстоянием от 32 до 300 мм позволяет выполнять аэросъемку в разных условиях;

— высокая производительность аэросъемки при высоком наземном разрешении и радиометрическом качестве получаемых изображений;

— высокое качество снимков (изображений) гарантирует высокую точность цифровых ортофотопланов и топографических планов крупных масштабов, создаваемых фотограмметрическим методом;

— небольшие размер и вес аэросъемочного комплекса, а также низкое потребление энергии позволяет использовать широкий спектр летательных аппаратов при аэросъемке.

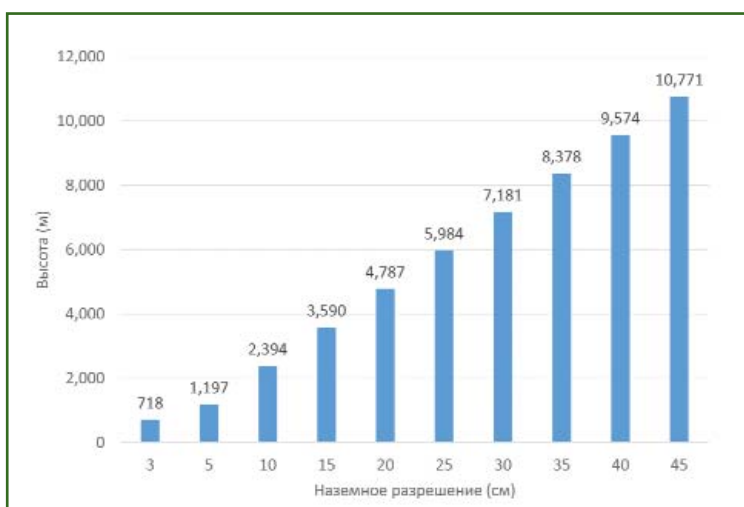


Рис. 5

Максимальная практическая высота полета при аэросъемке системой PAS280MP RGB в зависимости от величины наземного разрешения