



Сравнение характеристик изобразительного качества снимков, полученных для целей картографирования различными аэросъёмочными системами

И.А. Аникеева
e-mail: ia.anikeeva@roscartography.ru

Москва, февраль 2021 г.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Аэросъёмочная система* – это комплекс интегрированных технических и программных средств, используемый на борту воздушного судна для выполнения топографической аэрофотосъемки



*Определение из проекта национального стандарта «Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования»

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Классификация аэросъёмочных систем:

- *по назначению и конструктивным особенностям:*
топографические и нетопографические;
- *по способу формирования изображения:*
кадровые и сканерного типа;
- *в зависимости от формата кадра:*
широкоформатные, среднеформатные и малоформатные;
- *аэросъёмочная система в комплексе с воздушным судном (ВС):*
на базе пилотируемых ВС и беспилотных ВС (БВС).
- *и др.*



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования:

сравнение изобразительного качества снимков, полученных для целей картографирования различными аэросъёмочными системами

Задачи исследования:

- ✓ вычисление значений показателей изобразительного качества аэрофотоснимков, полученных различными аэросъёмочными системами, характеризующих технические условия и параметры съёмки,
- ✓ сравнительный анализ полученных результатов



ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ КАЧЕСТВО АЭРОФОТОСНИМКОВ

1. **естественные (природные) условия съёмки** – освещённость и состояние атмосферы,
2. **технические условия съёмки** – эволюции носителя во время выполнения аэрофотосъёмки, технические особенности съёмочной камеры (наличие/отсутствие компенсации сдвига изображения, тип затвора и пр.),
3. **технические параметры съёмки** – время выдержки, настройки светочувствительности матрицы и др.,
4. **технологические параметры первичной обработки** – радиометрическая коррекция, преобразование гистограммы и пр.

Влияние данных факторов при тесной их взаимосвязи может приводить к ухудшению изобразительного качества снимков



ПОКАЗАТЕЛИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА АЭРОФОТОСНИМКОВ

Показатель		Обозначение	Ед. измерения
Пространственная разрешающая способность		R	пиксель
Фотографическая резкость (чёткость)		I_{norm}	-
СКО шума		N_{RMS}	значение тона
Нарушение цветового баланса		Δ	число градаций тона
Дымка		haze	значение тона
Радиометрическое разрешение Rbit	фактическое	$R_{\text{bit}_{\text{img}}}$	число градаций тона
			% от R_{bit}
	полезное	$R_{\text{bit}_{\text{eff}}}$	число градаций тона
			% от R_{bit}
Потеря информации	в области засветки	$\text{loss}_{\text{light}}$	% от общего числа
	в области теней	$\text{loss}_{\text{shade}}$	пикселей изображения



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЭРОСЪЁМОЧНЫХ СИСТЕМ

Камера	DMC II250	DMC III	UltraCamX Prime	ADS 100
По размеру кадра	широкоформатная топографическая	широкоформатная топографическая	широкоформатная топографическая	широкоформатная топографическая
По способу формирования изображения	кадровая	кадровая	кадровая	сканирующая
По способу формирования цветного изображения	с композитным приемником	с композитным приемником	с композитным приемником	приемники линейного типа
Формат кадра поперёк маршрута, пикс.	16 768	25 728	17 310	20 000
Формат кадра вдоль маршрута, пикс.	14 016	14 592	11 310	-
Фокусное расстояние, мм	112	92	100,5	62,5
Размер пикселя, мкм	5,6	3,9	6,0	5,0
Спектральные каналы	R,G,B, NIR	R,G,B, NIR	R,G,B, NIR	R,G,B, NIR
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	14	14	14	16
Компенсация сдвига изображения	электронная ВЗИ (TDI)***	механическая	электронная ВЗИ (TDI)	электронная ВЗИ (TDI)
Вес, кг	R,G,B, NIR	63	61	120
Наличие гироплатформы	да	да	да	да

*для камер с композитным приемником и приёмниками линейного типа указывается фокусное расстояние панхроматического канала

**для камер с композитным приемником и приёмниками линейного типа указывается размер пикселя панхроматического канала

***ВЗИ (TDI) – время задержки интегрирования (Time Delayed Integration)



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЭРОСЪЁМОЧНЫХ СИСТЕМ

Камера	RCD30	Phase One iXU-RS1900	SONY DSC-RX1R	Canon EOS 5D Mark III
По размеру кадра	среднеформатная	среднеформатная × 2	среднеформатная	малоформатная
По способу формирования изображения	топографическая	топографическая	нетопографическая	нетопографическая
По способу формирования цветного изображения	кадровая	кадровая	кадровая	кадровая
Формат кадра поперёк маршрута, пикс.	с одиночным матричным приемником (Байеровская матрица)	с одиночным матричным приемником (Байеровская матрица)	с одиночным матричным приемником (Байеровская матрица)	с одиночным матричным приемником (Байеровская матрица)
Формат кадра вдоль маршрута, пикс.	10 320	16 470	6 024	5 760
Фокусное расстояние, мм	7 752	11 540	4 024	3 240
Размер пикселя, мкм	80	90	35	24
Спектральные каналы	5,2	4,6	5,97	6,22
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	RGB, NIR	RGB (NIR опционально)	RGB	RGB
Компенсация сдвига изображения	14	14	14	14
Вес, кг	механическая по двум осям	нет	нет	нет
Наличие гироплатформы	4 (+6 контроллер)	2,3-3,3	0,5	0,95



ХАРАКТЕРИСТИКА АНАЛИЗИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Объём выборок: 50-100 снимков разных маршрутов, разных полётных дней

Условия получения снимков:

- период проведения съёмки – летний,
- высота солнца над горизонтом – более 20° ,
- метеоусловия – благоприятные:
отсутствие облачности, дымки,
горизонтальная дальность видимости
не менее 10 км.

Объект съёмки:

территория городских населённых пунктов



ОЦЕНИВАЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА АЭРОФОТОСНИМКОВ

Показатели изобразительного качества,
характеризующие технические условия и параметры съёмки



- пространственная разрешающая способность R



- фотографическая резкость I_{norm}



- СКО случайного шума N_{RMS}

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА АЭРОФОТОСНИМКОВ

Камера	Пространственная разрешающая способность	Общий контраст	Локальный контраст	Фотографическая резкость (чёткость)	СКО шума
	R	$K_{об}^*$	$K_{лок}^*$	I_{norm}	N_{RMS}
	Пикс.	-	-	-	Тон пикселя
DMC II250	1,06	0,33	0,86	0,60	2,52
DMC III	1,09	0,36	0,90	0,59	2,40
UltraCamX Prime	1.13	0,21	0,72	0.62	2.73
ADS 100	1,19	0,23	0,74	0,36	2,63
RCD30	1,11	0,28	0,82	0,43	2,32
Phase One iXU-RS1900	1,11	0,26	0,72	0,55	1,64
SONY DSC-RX1R	1,17	0,34	0,78	0,43	1,99
Canon EOS 5D Mark III	1,21	0,39	0,80	0,56	1,71
Минимальное значение	1,06	0,21	0,72	0,36	1,64
Максимальное значение	1,21	0,39	0,90	0,62	2,73
Среднее по камерам	1,13	0,30	0,79	0,52	2,24

*Показатели общего $K_{об}$ и локального $K_{лок}$ контраста в данном случае определяются характером подстилающей поверхности и вычислялись для подтверждения высокой контрастности снимаемой местности



РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА АЭРОФОТОСНИМКОВ

При одинаковых условиях съёмки материалы, полученные разными аэросъёмочными камерами, показали различные характеристики изобразительного качества в части пространственной разрешающей способности, фотографической резкости и уровня случайного шума.

Лучший результат

- ✓ широкоформатные топографические камеры **DMC II250, DMC III, UltraCamX Prime**,
- ✓ среднеформатная топографическая камера **Phase One iXU-RS1900**

Лучший результат по всем трём параметрам у камеры **Phase One iXU-RS1900** – наиболее низкий уровень случайного шума из всех анализируемых камер.

Наименее благоприятный результат

- ✓ широкоформатная топографическая камера **ADS 100** (сканирующего типа)
- один из наиболее низких показателей пространственной разрешающей способности (ниже только у нетопографической камеры Canon EOS 5D Mark III),
- один из наиболее высоких уровней случайного шума (выше только у камеры UltraCamX Prime),
- самый низкий показатель фотографической резкости из всех анализируемых камер.



ВЫВОДЫ

1. Сравнение трёх исследуемых показателей изобразительного качества материалов аэрофотосъёмки, полученных при равных условиях различными аэросъёмочными камерами, позволяет сделать вывод об их конструктивных особенностях.

2. Показатели изобразительного качества:

- пространственную разрешающую способность,
- фотографическую резкость,
- СКО случайного шума

целесообразно определять при выполнении заводской калибровки аэрофотосъёмочных камер и заносить в паспорт наряду с калибровочными параметрами как характеристики качества получаемых аэрофотоснимков.



