

УДК 528.8

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОСЪЁМКИ

Потапов М. А., ст. преподаватель каф. АДиГК СИ  
Соловицкий А. Н., к.т.н., доцент кафедры геологии и географии  
Кемеровский государственный университет  
г. Кемерово

Цифровая аэрофотосъёмка, наряду с наземным и воздушным лазерным сканированием, является очень эффективным и производительным методом получения пространственной информации об объектах местности. Для оценки текущего состояния дневной поверхности карьерных выемок и отвалов действующих предприятий по добыче полезных ископаемых открытым способом, равно как и для проектирования других горных предприятий указанные методы позволяют получать информацию наиболее оперативно. Поэтому тема исследований актуальна и имеет практический интерес. Целью проводимых авторами исследований являются некоторые аспекты повышения качества цифровой аэрофотосъёмки. Для реализации этой цели сформулированы задачи, отражающие качество создаваемого плана по результатам цифровой аэрофотосъёмки в зависимости от следующих факторов:

1. Размер пикселя на местности (GSD – ground sample distance) обычно приводится в см/пиксел. Влияет на распознаваемость объектов местности, подлежащих отображению на данном масштабе плана. Чем он меньше, тем более мелкие объекты можно распознать.

2. Схема расположения пунктов опорной сети (опознаков) для каждого блока изображений. Равномерность расположения обеспечивает одинаковое качество в каждой точке блока изображений.

3. Форма маркера опознака – позволяет исполнителю, во-первых, быстро находить конкретный опознак на снимке, во-вторых наиболее точно наводить маркер при наблюдении опознака в процессе фотограмметрического уравнивания.

Подробнее о каждом из указанных факторов будет рассмотрено ниже.

В нормативной литературе нет прямого указания о размере пикселя цифрового аэрофотоснимка на местности, в научной литературе также нет однозначного подхода к выбору его величины [1], [2], [3]. По результатам проведения множества работ камерами от 16 Мп до 80 Мп, а также космической с разрешением 0,3 м была выявлена оптимальная зависимость выражающейся формулой

$$R = \frac{M}{200}, \quad (1)$$

где  $M$  – знаменатель масштаба создаваемого плана.

Размер пикселя на местности определяют не только качество стереотопографической рисовки или векторизации ортофотоплана, но и качество наблюдения опознаков в процессе фотограмметрического уравнивания. Чем он меньше, тем точнее исполнитель наводит маркер. Для уменьшения значения GSD есть два очевидных способа – применение камеры с большим размером матрицы и плотностью светочувствительных элементов (табл. 1) либо уменьшать высоту полёта, что возможно в случае использования БЛА (беспилотных летательных аппаратов), но не космической съёмки и съёмки с пилотируемых летательных аппаратов (ЛА).

Таблица 1 – сравнение параметров цифровых фотоаппаратов и аэрофотокамер.

Модель аэрофотокамеры	Размер матрицы, мм	Размер матрицы, пикс.
Любительские		
Sony RX1 – 24Мп	35,9*24	6000*4000
Sony RX1RM2 – 42 Мп	35,9*24	7952*5304
Профессиональные		
PhaseOne iXA 180 – 80Мп	53.7*40.4	10328*7760
PhaseOne RS1000 – 100 Мп	53.4*40	11608*8708

Пилотируемые летательные аппараты (наиболее часто используемые в нашей стране для АФС – Ан-2, Ан-3, Ми-8 и т.д.) конструктивно не могут летать на определённых высотах с выдерживанием параметров полёта. Экспериментально был проведён залёт на Ан-2 с камерой 80 Мп для создания плана масштаба 1:500. По формуле (1) размер пикселя должна быть 2,5 см, но была выявлена невозможность такого быстрого срабатывания затвора конкретной модели камеры. Тогда высоту полёта увеличили так, чтобы GSD=5 см на пиксель. Залёт был произведён, но так как «болтанка» была настолько значительной, что не была покрыта стереопарами вся граница съёмки.

Что касается количества опознаков, то стоит отметить, что в нормативной литературе [4] не указано сколько познаков требуется на тот или иной блок изображений. Есть только упоминание о 5 опознаках по схеме «конверт» для стандартного блока из 30 изображений при перекрытиях: продольное - 60% и поперечное - 30% (рис. 1).

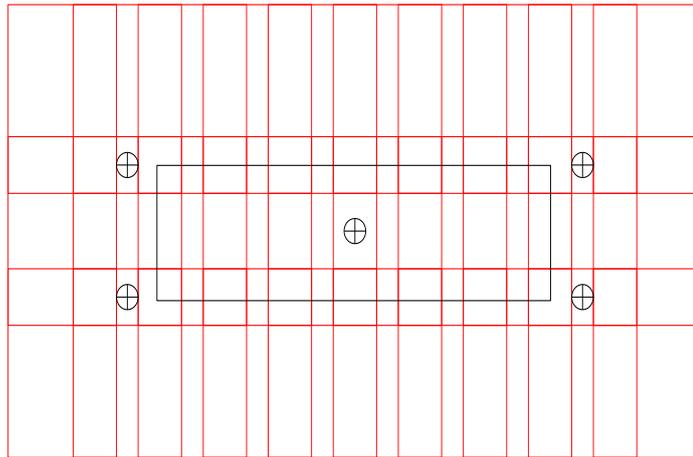


Рисунок 1. Рекомендуемая схема опознаков для камеры с размером матрицы 6000 на 4000 пикселей

В общем случае работы такого типа не требуются, если на местности находятся чётко опознаваемые (контрастные и с неизменной во времени формой) контуры местности – углы бордюров, отмосток зданий, бетонные плиты, свежая дорожная разметка и т. д. Обработка велась и ведётся в ЦФС PHOTOMOD от компании «Ракурс» (Москва). Данный программный комплекс преобразует исходные снимки в свой формат MS-TIFF, а при отображении их на экране стереомонитора происходит сглаживание углов пикселей, из которых и состоит изображение (рис. 2 и 3).



Рисунок 2. Сглаживание пикселей в среде PHOTOMOD



Рисунок 3. Реальное положение пикселей в среде Paint3D

Эта особенность была выявлена недавно и принято решение о разработке такой формы маркера и его расположения на местности, которая бы минимизировала эффект сглаживания и позволяла отнаблюдать опознак с минимальной ошибкой. Для повышения качества аэрофотосъёмки предлагается применять следующие методы:

1. «Лучи» маркера опознака должны быть повёрнуты вдоль направления съёмки. Тогда влияние сглаживания границ пикселей должно минимизироваться.

2. Альтернативная форма маркера – круг, имеющий различные рисунки. Круглое изображение на цифровой фотографии всегда симметрично относительно направления полёта. Рисунки – для облегчения центрирования такой же симметричной структуры, например, концентрические окружности.

3. Размер пикселя на местности должен соответствовать масштабу создаваемого плана и размеры маркера должны быть кратны размеру пикселя. Тогда маркер должен «укладываться» в пиксель, и исполнитель будет наводить марку максимально точно.

На основании выполненных исследований сделан вывод о том, что разработки наиболее оптимальной формы и размера опознака авторами предлагается создать специальный полигон для выполнения аэрофотосъёмки с БПЛА на различных высотах и с различными камерами.

#### **Список литературы:**

1. Кадничанский С. А. Обоснование допустимой высоты фотографирования при стереотопографической съёмке рельефа [Текст] // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – № 3. – 2013. – С. 31–35.

2. Кадничанский С. А. Сравнительный анализ материалов цифровой АФС и космической съёмки для создания и обновления карт [Текст] // Геопрофи № 4. – 2009. – С. 4–8.

3. Корчагина О. А. Применение ДДЗЗ в кадастре. Фотограмметрические методы в кадастре. Мифы и реальность [Электронный ресурс] // Официальный сайт АО «Ракурс». – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?page=845>

4. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200037140>