

О БУДУЩЕМ ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОТОПОГРАФИИ В РОССИИ*

Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)

В 1986 г. окончил Московский энергетический институт. С 1986 по 1997 г. работал инженером, старшим инженером, ведущим инженером, начальником сектора ГосНИИ Авиационных систем. С 1997 по 2002 г. — руководитель группы дистанционного зондирования, руководитель группы научно-исследовательских работ ЗАО «Оптэн Лимитед». С 2002 г. работал в Компании «Геокосмос» директором по научной работе. С 2005 г. по настоящее время — генеральный директор компании «ГеоЛИДАР». Кандидат технических наук.

За время, прошедшее с момента публикации предыдущей статьи (см. Геопрофи. — 2006. — № 4. — С. 52–55), я не получил ни одного благодарственного письма от сторонников и проводников в жизнь концепции линейных сканеров. Странно, мне казалось, я был столь убедителен в защите доброго имени этого принципа формирования изображений, нашел множество достоинств аппаратов, реализующих эту концепцию и, вообще, не скупился на превосходные оценки по техническим и иным параметрам. В общем, я разочарован, что меня никто не похвалил за принципиальность. Это дает мне моральное право быть столь же неумолимым в критике.

Все же постараемся придерживаться умеренной лексики. При обсуждении будем всячески избегать крайностей и агрессивной риторики, типа заявлений об «убийственных аргументах против линейных сканеров». Будем считать также аргументы не убийственными, а просто вескими. А линейные сканеры пусть живут!

Задумаемся еще раз, какой же технический параметр может считаться главным в приборе, который принято называть цифровой аэрофототопографической камерой (скане-

ром). Правильный ответ — никакой. Только совокупность параметров, определяющих фотографические, фотограмметрические, пользовательские и другие свойства характеризуют прибор такой степени сложности. Однако, надеюсь, что многие согласятся — вопрос достижимой точности определения пространственных координат наземных объектов применительно к аэрофотоаппаратам может считаться, если не, безусловно, главным, то, по крайней мере, ключевым.

«Во всем хороша камера, вот только не с самой высокой точностью», — фраза, которую, к сожалению, частенько приходится слышать. Думаю, это нонсенс. Высокая точность, безусловно, необходимый (хотя, быть может, и недостаточный) признак серьезной камеры. Это замечание совсем не лишнее при обсуждении достоинств и недостатков различных концепций современного аэрогеодезического оборудования.

По не вполне понятным для меня причинам вопрос о реальной точности определения пространственных координат наземных объектов того или иного типа или конкретной модели цифровой аэрофотосъемочной системы часто «выпадает из контекста» или рассма-

тривается вскользь, наряду с прочими. Не собираясь повторять этой ошибки, начнем с сути: какой подход, кадровый или линейный, обеспечивает достижение большей точности определения пространственных координат наземных объектов? На этот вопрос следует ответить следующим образом: безусловно, кадровый, причем его превосходство носит принципиальный, если угодно, концептуальный характер. Т. е. линейные системы никогда «не догонят» кадровые по точности, поскольку для того, чтобы это сделать, им нужно перестать быть линейными.

Кстати говоря, читателю будет небезынтересно узнать, что категория точности считается во многом определяющей при разделении аэросъемочного оборудования на две большие группы: фотограмметрические средства и средства дистанционного зондирования. Считается, что первые позволяют по данным съемки определять пространственные координаты наземных объектов с некоторым гарантированным уровнем точности и достоверности. Для средств дистанционного зондирования, в отличие от фотограмметрических, вопрос о точности пространственной привязки данных и точности определе-

* Продолжение. Начало в № 1–4-2006.

ния пространственных координат наземных объектов по ним является хотя и существенным, но не главным. Во втором случае более важным является качество цветопередачи, спектрального представления, изобразительность, возможность проведения специального вида дешифрирования и другие категории, не имеющие непосредственного отношения к точности. Конечно, такое деление, во многом условно и в наибольшей степени соответствует западному стилю, чем российскому. Тем не менее, для целей нашего исследования приведенное замечание существенно. Давайте не будем забывать, что в случае с UltraCamX (Vexcel Imaging, Австрия/США), ADS40 (Leica Geosystems, Швейцария) и DMC (Z/I Imaging, Германия/США) мы имеем дело именно с фотограмметрическими средствами, а не со средствами дистанционного зондирования. Соответственно, судить их нужно по законам фотограмметрического сообщества. А в этом сообществе точность ценится превыше всего.

В свете вышеизложенного, хотелось бы прокомментировать ту настойчивость, с которой апологеты линейных сканеров пропагандируют получаемое качество цветопередачи.

Спору нет, вопрос важный. Но самый ли важный для фотограмметрического прибора? Позволю себе напомнить читателям, что в течение XX века аэрофотография и фотограмметрия с успехом решали стоящие перед ними задачи с помощью панхроматических (черно-белых) аэроснимков. Цветные и спектральнозональные пленки использовались при аэрофотосъемке для целей картографирования крайне редко просто по причине низ-

кого, в сравнении с панхроматическими пленками, разрешения. Мне возразят: «И что с того? А вот теперь появились приборы, которые в равной степени пригодны для решения как фотограмметрических задач, так и задач дистанционного зондирования. И это хорошо!» С этим, безусловно, следует согласиться. Но только с одной оговоркой — не будет преувеличением сказать, что высокое качество цветопередачи спектральной чувствительности каналов и другие «неоспоримые» преимущества линейных сканеров, в значительной степени, достигнуты в ущерб фотограмметрической точности прибора. Если угодно, мы имеем дело с разменом точности на фотографическое качество, который никак нельзя признать равноценным.

Кроме того, столь ли «неоспоримы» преимущества линейных сканеров над кадровыми системами в этой области. Критики указывают на следующие обстоятельства.

1. Уже упомянутая выше более высокая чувствительность линейных CCD-приемников и, соответственно, лучшее соотношение сигнал/шум в сравнении с матричными приемниками.

2. Кадровые системы обеспечивают «искусственное», «ненатуральное» (термины критиков) цветовое покрытие аэрофотоснимка: используется Байеровская схема (которую в 1975 г. разработал Врусс Бауер, сотрудник фирмы Kodak), при которой зеленые, синие и красные пиксели размещаются мозаично по полю кадра с помощью спектральных оптических фильтров, причем на один синий и на один красный элемент приходится по два зеленых. Такая схема характерна для аэрофо-

тосъемочных систем среднего класса.

В полноформатных кадровых цифровых аэрофотоаппаратах, таких как DMC, UltraCamD и UltraCamX, наряду с основным панхроматическим кадром высокого разрешения формируются четыре спектральных (зеленый, синий, красный, ближний инфракрасный) изображения. Естественно, поля зрения панхроматического и «цветовых» датчиков совпадают, что позволяет «синтезировать» полноформатное цветное RGB или спектральнозональное изображение. С математической точки зрения такая процедура ни что иное как интерполяция, позволяющая искусственно «раскрасить» все пиксели изображения по фактически зафиксированной цветности соседнего пикселя (Байеровский метод) либо группы пикселей (метод разнесенных спектральных каналов). Критики усматривают в таких методах формирования цвета источник множества бед, в частности, возникновение эффекта бахромы (Fringe) и других отвратительных явлений, ослабляющих зрение и «разрушающих» нервную систему операторов камеральной обработки и, вообще, делающих использование аэрофотосъемочных данных кадровых систем невозможным.

В то же время критики не скупятся на эпитеты в адрес линейных сканеров: цвет каждого пикселя естественный, «живой», его собственный, а не привнесенный! Никакой бахромы, никакой ложной цветопередачи, оператору работать одно удовольствие!

Следует еще раз признать правоту критиков. Да, так и есть. Но, все же, на этот счет у автора есть особое мнение.

1) В линейных сканерах тоже, как правило, используются

«цветные» датчики с меньшим разрешением, чем у основного монохромного канала. Поэтому сказанное выше о проблемах интерполяции цвета справедливо и по отношению к линейным сканерам.

2) Также нельзя вполне согласиться по поводу «естественности» и «живости» цвета аэрозъемочных данных линейных сканеров. Мне почему-то кажется, что наоборот. Например, в существующих линейных сканерах линейки датчиков R, G и B, образующих RGB-изображение, размещены в непосредственной близости друг от друга (т. е. практически в одном месте), а линейка датчиков ближнего инфракрасного диапазона отстает от них на 10° (рис. 1).

В этом следует усматривать некоторую проблему, по крайней мере, особенность, которую нельзя назвать положительной. При синтезе спектрально-зонального изображения будут использованы значения спектральных интенсивностей излучения, соответствующих различным углам визирования.

Это особенно скажется на результатах для поверхностей с существенно недиффузной индикатрисой рассеяния (рис. 2).

Ну и, конечно, за время, необходимое летательному аппарату для преодоления расстояния D , условия освещенности сцены могут измениться. При высоте $H = 1000$ м и скорости $V = 50$ м/с это время составит 4 с, за которые солнышко вполне может успеть скрыться за тучкой. С учетом этого обстоятельства коэффициент доверия к спектрально-зональным данным линейного типа еще более снижается.

Все же, что бы там не говорили, хорошие старые аппараты кадрового типа, гарантирующие одновременность получения данных как по панхроматическому, так и по спектральным (цветовым) каналам и принципиально без искажений, вызванных недиффузной индикатрисой рассеяния, представляются мне заслуживающими большего доверия.

3) Нельзя также промолчать о превосходстве линейных сканеров по радиометри-

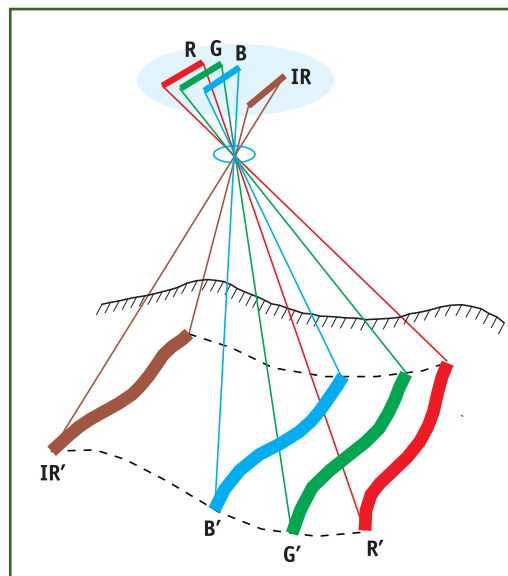


Рис. 1
Схема расположения датчиков линейного сканера

ческому разрешению и соотношению сигнал/шум. Следует еще раз признать наличие этого превосходства, но с одной оговоркой. Это справедливо, безусловно, только по отношению к CCD-приемникам, но не к приборам в целом. С приборами необходимо разбираться отдельно. Ведь человечеству известно немало способов, позволяющих «поправить» недостаточную чувствительность приемника или снизить интенсивность шумов. Этого удастся достичь оптическими, схемотехническими или, наконец, программными методами. В конце концов, пользователя интересует качество выходных данных, а не пути его достижения.

В этом смысле полезно:

а) анализировать технические спецификации различных приборов, все подвергать сомнению, пробовать на практике и т. д.

Например, в предыдущей публикации были представлены основные технические характеристики цифрового топографического аэрофотоаппарата кадрового типа UltraCamX (см. Геопрофи. — 2006. —

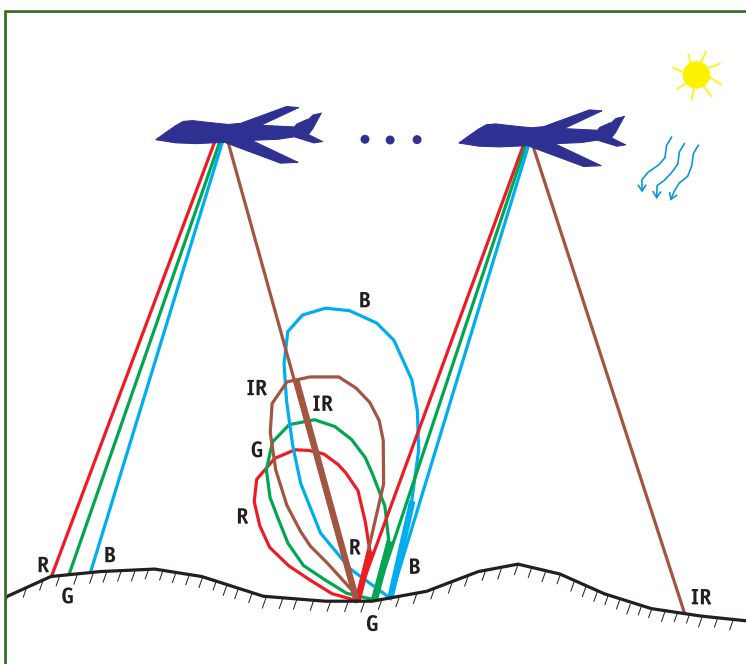


Рис. 2
Зависимость индикатрисы рассеяния от угла визирования



Рис. 3

Цифровые изображения, полученные различными камерами:

а) ADS40 (разрешение 20 см); б) UltraCamD (разрешение 20 см); в) UltraCamX (разрешение 8 см)

№ 3. — С. 24–26). Наблюдательный читатель в представленной там таблице найдет ответы на поставленные выше вопросы по фотографическому качеству данных. Возможно, эти ответы его удовлетворят;

б) ну и, конечно, не следует пренебрегать такой формой анализа как лицезрение, т. е. визуальный контроль данных

различных источников. Например, можно обратиться к рис. 3, которым и закончим данную статью.

Рисунок публикуется без комментариев, чтобы не оказывать психологического давления на читателя и дать ему возможность определиться в предпочтениях самостоятельно до выхода следующего номера журнала «Геопрофи».

RESUME

Discussion on specifications of the full-frame digital aerial phototopographic cameras and linear scanners is going on. This case concerns geodetic accuracy and quality of the color and multiband images. It is noted that an instrument of such a complexity can only be characterized by a set of parameters specifying its photographic, photogrammetric, user and other properties.

ГЕОЛИДАР®

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ АЭРОСЪЕМОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ



Поставка, комплексирование и техническая поддержка всего спектра современного оборудования и технологий авиационного ДЗЗ.

Разработка проектов по комплексированию и интеграции аэросъемочных комплексов, разработка и адаптация технологий проведения работ в соответствии с требованиями Заказчика, оборудование летающих лабораторий.

Эксклюзивные права на поставку аэросъемочного оборудования ведущих мировых производителей:

- крупно- и среднеформатные цифровые топографические аэрофотоаппараты;
- аэросъемочные лазерно-локационные комплексы топографического и батиметрического назначения;
- авиационные спектросональные сканеры;
- системы прямого геопозиционирования;
- программное обеспечение.

Optech

VEXCEL

Rollei

APPLANIX
A TRIMBLE COMPANY

itres

IGI

ГЕОЛИДАР®

115035, Россия, Москва Софийская наб., д. 30, стр. 3
Тел.: +7 (495) 953-01-00 Факс: +7 (495) 953-04-70
E-mail: info@geolidar.ru http://www.geolidar.ru