

Возможности видеокамер RT-1000DC в сложных условиях наблюдения

Бондаренко А. В., Бондаренко М. А., Докучаев И. В., Князев М. Г., Котцов В. А., Ядчук К. А.
ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», Россия, Москва, www.rastr.net/contact.html

Аннотация

Представлен обзор возможностей универсальных видеокамер типа RT-1000DC производства Растр Технолоджи в сложных условиях наблюдения на примере задач дистанционного зондирования Земли из космоса и дневного наблюдения слабых звёзд в условиях дневной турбулентности атмосферы на равнинной местности.

Телевизионные матричные камеры ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ» типа RT-1000DC [1] на базе универсальной аппаратно-программной платформы RT-XDC [2] используются для получения и обработки видео в различных приложениях. Большое внимание при их создании уделяется выбору оптической системы и фотоприёмников [3]. Структура управления этих камер обеспечивает оперативную обработку видеосигнала для повышения эффективности их использования и качества получаемого изображения [4]. Многолетнее участие предприятия в разработках научных космических комплексов дало опыт создания приборов с высокими требованиями к жизнеобеспечению в космосе. В частности, выполнена разработка основного электронного блока управления и обработки видеосигналов для стереосистемы технического зрения манипуляторного комплекса посадочного аппарата КА «Фобос-Грунт» [5]: аппаратура прошла все испытания автономно и в составе научного комплекса КА.

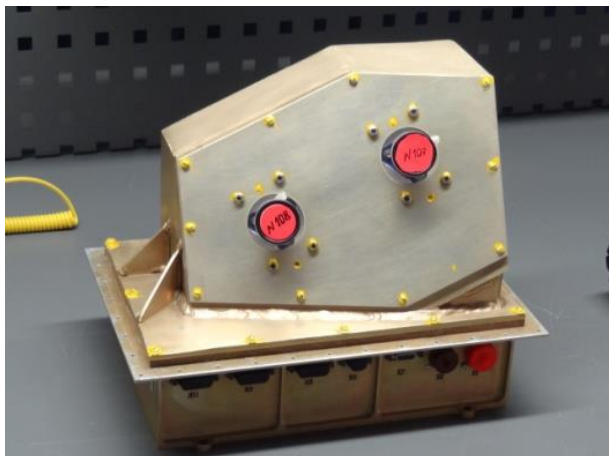


Рис. 1а. Стереосистема манипуляторного комплекса для КА «Фобос-Грунт»



Рис. 1б. Цифровая камера RT-1020DC-G для микроспутника «Чибис-М»

Возможности камер RT-1000DC обеспечивают их эффективность в сложных условиях наблюдения. В настоящее время на их базе идёт разработка и испытания стереосистемы ЛИС манипуляторного комплекса посадочного аппарата для исследования Луны [6].

Цифровая камера RT-1020DC-G, разработанная на базе RT-1000DC, использовалась в составе научной аппаратуры микроспутника «Чибис-М» для изучения грозовых явлений. Основной состав аппаратуры – радиотехнические средства наблюдения, камера применялась для получения дополнительной информации [7]. Циклическая видеосъёмка проводилась с запоминанием во внутреннюю флэш-память по синхронизации от бортовых приборов с последующей передачей видео на Землю в течение всего срока миссии «Чибис-М».

К сожалению, стабилизация спутника работала недостаточно эффективно, что снизило возможность в полной мере использовать данные видеонаблюдений. Зато ошибки ориентации позволили получить ряд интересных снимков, которые показали возможности камеры для решения различных задач дистанционного зондирования. В частности, были получены мелкомасштабные изображения различных регионов земной поверхности в ночных и дневных условиях с качеством, обеспечивающим их геоморфологическое дешифрирование [8], рис. 2.

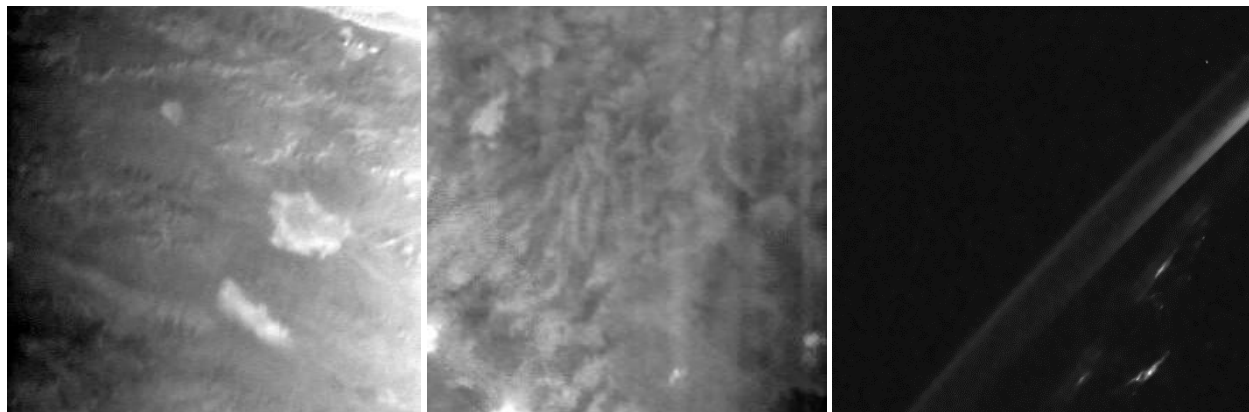


Рис. 2. Образцы снимков земной поверхности полученных с микроспутника «Чибис-М»

На снимках хорошо прослеживается структура облаков и её корреляция с подстилающей поверхностью. В режиме наклонной съемки получены снимки земного горизонта с хорошим отображением слоистости атмосферы. На ночных снимках хорошо видны освещённые города. На серии снимков, полученных при отсутствии облачности, наблюдаются небольшие освещённые населенные пункты в виде точек, их покадровое перемещение позволило определить скорость и направление движения спутника.

Пример необычного применения камеры RT-1000DC – её использование в экспериментах по наблюдению звёздного неба в дневных условиях равнинной местности выполненных сотрудниками ВНИИ Экспериментальной физики, г. Саров [9]. В работе проведено сравнение результатов дневной регистрации звёзд с использованием разных видеокамер с кремниевой фотоприёмной матрицей. Эксперименты показали возрастание отношения сигнал/шум при увеличении глубины потенциальной ямы пикселя.

По результатам испытаний видеокамера RT-1000DC с потенциальной ямой ёмкостью 170 тыс. электронов позволяет в условиях типично дневной турбулентности атмосферы на равнинной местности при однократном накоплении наблюдать звёзды слабой яркости 7–8 звёздных единиц с накоплением сигнала в одном кадре. По своим характеристикам она существенно превзошла другие видеокамеры, участвовавшие в этом эксперименте, рис. 3:

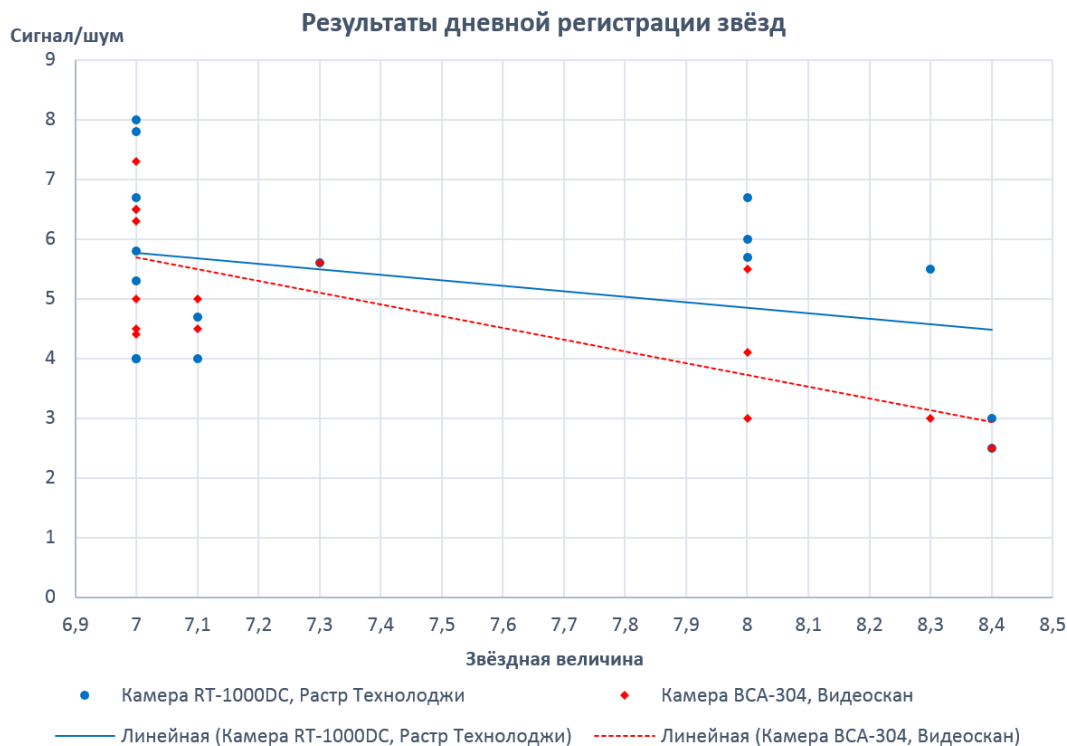


Рис. 3. Зависимость отношения сигнал/шум изображения звезды от её величины для двух лучших цифровых камер из использованных при дневной регистрации звёзд по материалам работы [9]

Новая версия камеры RT-1000DC-v5 позволяет реализовывать в реальном времени более сложные и качественные методы первичной обработки сигналов, чем были доступны ранее. Один из таких методов – фильтр нелокального усреднения [10] с базовым ядром 7×7 пикселей для фильтрации шумов. На рис. 4а исходное изображение звёзд 6-й и 8-й величин от камеры RT-1000DC в эксперименте [9], рис. 4б – обработка предлагаемым фильтром, 4в – разность между исходным и обработанным изображением:

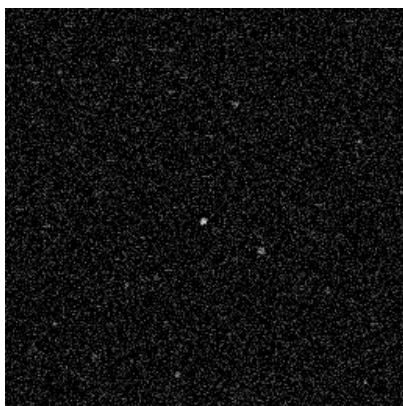


Рис. 4а. Фрагмент кадра 256×256 с цифровой камеры RT-1000DC

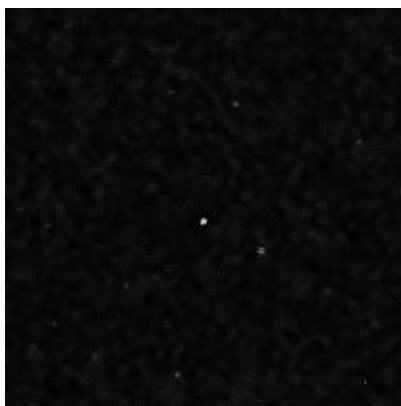


Рис. 4б. Результат обработки нелокальным усреднением



Рис. 4в. Разность между исходным и обработанным изображением

Таким образом, опыт использования программируемых видеокамер типа RT-1000DC при решении различных задач показывает широкие возможности их применения, способность адаптироваться к особенностям задачи и эффективность в сложных условиях наблюдения.

Литература

1. Цифровая камера RT-1000DC. Техническое описание. – М.: РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ, URL: <http://rastr.net/product/digit-cam/rt-xdc-platform/rt-1000dc.html>
2. Бондаренко А. В., Бондаренко М. А., Докучаев И. В., Князев М. Г., Ядчук К. А. Универсальная аппаратно-программная платформа цифровых видеокамер / Труды XXIV Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения – М.: АО «НПО «Орион», 2016, с. 229-232
3. Князев М. Г., Бондаренко А. В., Докучаев И. В. Расчёт пороговых значений потока излучения и освещённости для ПЗС матриц Kodak KAI-1003M, Kodak KAI-1020 и Philips FTGF3020M // Цифровая обработка сигналов, № 3, 2006, с. 49-56
4. Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Князев М. Г. Телевизионная видеокамера с цифровой обработкой сигнала в реальном времени // Современная электроника, № 3, 2006, с. 50-54
5. Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Кораблёв О. И., Котцов В. А., Козлов О. Е., Киселёв А. Б., Бибринг Ж. П., Фурмонд Ж. Ж. Телевизионные системы манипуляторного комплекса проекта «Фобос-Грунт» // Механика, управление и информатика, – М.: ИКИ РАН, 2009, с. 315-323
6. Цифровые камеры для миссий «Луна-Глоб» и «Луна-Ресурс». Технические характеристики и программное обеспечение. – М.: РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ, URL: <http://rastr.net/product/special/cosmic-research/tv-rpm.html>
7. Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Котцов В. А. Цифровая камера миссии «Чибис-М» // Современная электроника, 2010, № 6, с. 36-38
8. Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Котцов В. А. Результаты работы цифровой камеры миссии «Чибис-М» / Международная научно-тех. конф. «Техническое зрение в системах управления - 2015» – М.: ИКИ РАН, 17-19 марта 2015 г., сборник докладов, с. 14-15
9. Гаранин С. Г., Зыков Л. И., Климов А. Н., Куликов С. М., Смышляев С. П., Степанов В. В., Сяндюков А. Ю. Дневное наблюдение звёзд слабой яркости (7^m – 8^m) с равнинной местности // Оптический журнал, т. 84, № 12, 2017, с. 30-37
10. Садовников П. Нелокальный фильтр для сглаживания изображений, 2015, URL: <https://habrahabr.ru/post/273159/>.