

# ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, 2015 ГОД

## Исследования и практика - путь к новым знаниям

*Яблочкин Никита Сергеевич*

*муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 67 с углубленным изучением отдельных предметов городского округа Самара*

### ФОРМИРОВАНИЕ СМАЗОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ

Дистанционные методы исследования Земли применяются довольно давно. Впервые расположение объектов в пространстве фиксировали рисованные снимки. С изобретением фотографии получила распространение фототеодолитная наземная съемка, которая позволяла составлять карты горной местности. Развитие авиации позволило получать фотоснимки с изображением поверхности Земли сверху. Это вооружило науки о Земле инновационным средством исследований.

Наблюдение поверхности Земли и наземных объектов без непосредственного контакта с поверхностью, с использованием авиационных и космических средств, оснащенных различной съемочной аппаратурой, называется дистанционным зондированием Земли. Полученные в ходе зондирования изображения находят применение в различных отраслях: геология, сельское хозяйство, охрана окружающей среды, метеорология, лесоводство, образование, разведка, военные цели и т. д.

Современные космические спутники в качестве фотоприемника оснащены приборами с зарядовой связью (ПЗС). Датчики изображения на ПЗС состоят из отдельных ячеек, в которых энергия оптического излучения преобразуется в электрический заряд. Количество заряда прямо



пропорционально количеству попавших в ячейку фотонов. Это преобразование происходит в специальном узле датчика, который называется выходным устройством.

ПЗС устройство может быть линейным или матричным. В линейном ПЗС ячейки выстроены в одну линию, в конце которой находится выходное устройство. ПЗС-матрица состоит из строк, которые, в свою очередь, состоят из ячеек.

Съемка изображений при помощи ПЗС матриц, типичное количество ячеек в которых равно 1024 на 128, производится по строкам. Для съемки чётких изображений требуется высокая экспозиция. При малой экспозиции объекты будут попадать в поле зрения каждой ПЗС- ячейки что вызывает появление остаточного изображения на каждом кадре что при склейке даст полупрозрачный шлейф за объектами. Время экспозиции подстроено под движение спутника, что в среднем составляет восемь с половиной километров секунду.

ПЗС ячейка состоит из поликремния, отделенного от кремниевой подложки, у которой вблизи электродов изменяются электрические потенциалы при подаче напряжения через поликремневые затворы. ПЗС ячейка формируется тремя или четырьмя электродами. Положительное напряжение на одном из электродов создаёт потенциальную яму, куда устремляются электроны из соседней зоны. Последовательное переключение напряжения на электродах перемещает в определенном направлении потенциальную яму и находящиеся в ней электроны.

Отдельные ячейки получают изображение, накапливая в себе заряд, который после переносится на следующую ячейку, таким образом, постоянно увеличивая заряд на определённую константу являющуюся яркостью данного участка поверхности.



Во время переноса заряда световой поток попадает на светочувствительные ячейки и продолжает генерировать фотоэлектроны, которые также устремляются в соседнюю ячейку. Таким образом, происходит перенос заряда из соседней точки изображения. Так как каждая потенциальная яма проходит все светочувствительные ячейки, она накопит заряд от всех точек изображения, что вызывает смаз.

Избежать этого можно, если скорость перемещения заряда равна скорости бега изображения, и вектор скорости бега изображения направлен перпендикулярно строкам, чтобы заряды, сформированные текущим участком поверхности, переносились непосредственно в следующую ячейку и не накладывались на другие ячейки. Отклонение ПЗС матриц по той или иной причине, в том числе несоответствие продольной скорости движения спутника и скорости переноса заряда по матрице вызовет неверное распределение заряда по матрице, что приведёт к дефектам, шуму. Принятое отклонение вектора скорости бега изображения не должно быть более одной трети пиксела. Таким образом, можно посчитать, что угол отклонения должен быть меньше  $1/389$ .

На спутнике РДК-1 36 ПЗС ячеек расположены внахлест друг другу в два ряда, так что сначала снимает первый ряд из матрицы, потом второй то что не падает в первый ряд, однако поскольку они расположены внахлест, то они содержат одинаково участки, которые дублируются на близлежащих ячейках.

Эти 36 ячеек расположены в шести блоках по шесть матриц, называемых зонами компенсации. Выходной файл, получаемый после съемки, содержит матрицу из шести столбцов и 256 строк изображений. Из-за расположения ячеек в момент начала и конца съемки ячейки расположены в другом ряду не производит съемку, таким образом, изображения получают смещены на один кадр через столбец. Это компенсируется за счёт добавления пустых кадров, чтобы составить наглядно картину местности. Далее потребуется дополнительная обработка этих изображений, поскольку они содержат в себе



участки, что были уже сняты до этого, необходимые для корректной сшивки изображений.

Степень смаза определяется на стадии сшивки изображений. Формируется протокол сшивки, в котором находятся точки на одном изображении, соответствующие точкам на другом изображении. Продольный смаз определяется шириной векторов сшивки, а вертикальный - смещением.



## Список литературы

1. А. И. Бакланов, “Анализ состояния и тенденции развития систем наблюдения высокого и сверхвысокого разрешения”, 2010, Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета
2. «Волновой» алгоритм для работы с линейкой ФПЗС [текст] / Демин А.В., Перл И.А. // Вестник ИТМО. – №03(67) – 2010 – с. 19-24.
3. Дистанционное зондирование Земли: «волновой» алгоритм для работы с линейкой ФПЗС [текст] / Перл И.А. // Тезисы докладов XXXIX научной и учебно-методической конференции СПбГУ ИТМО – Санкт-Петербург, 02 - 05 Февраля 2010. – СПбГУ ИТМО. 6. Повышение производительности систем ДЗЗ построенных на ФПЗС линейного типа [текст] / Перл И.А. // Тезисы докладов XL научной и учебно-методической конференции СПбГУ ИТМО ИТМО – Санкт-Петербург, 01 - 04 Февраля 2011. – СПбГУ ИТМО.
4. Направления оптимизации ФПЗС сенсоров линейного типа [текст] / Перл И.А. // Вестник ИТМО. – №04(74) – 2011 – с. 1-6.
5. Оптико-электронный комплекс повышенной производительности [текст] / Демин А.В., Денисов А.В., Перл И.А., Третьякова А.А. // Вестник ИТМО. – №03(73) – 2011 – с. 1-4.
6. Повышение эффективности систем ДЗЗ основанных на линейке ФПЗС [текст] / Перл И.А. // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований ‘2011» - Одесса - 21-30 июня 2011 г.
7. Разработка и исследование алгоритмов приема и обработки информации в системе дистанционного зондирования Земли [текст] / Перл И.А. // Тезисы докладов VII всероссийской межвузовской конференции молодых ученых. – Санкт- Петербург, 20-23 апреля 2010г. – СПбГУ ИТМО – Выпуск 3. – с.100



8. “DALSA CL-F2 TDI Cameras”, // [Электронный ресурс].  
URL: [http://www.ni.com/third\\_party/dalsa/pdf/cl\\_f2.pdf](http://www.ni.com/third_party/dalsa/pdf/cl_f2.pdf)
9. “KAI-08050 Device Performance Specification”, 2012. // [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ccd.com/pdf/ccd\\_8050.pdf](http://www.ccd.com/pdf/ccd_8050.pdf)

