

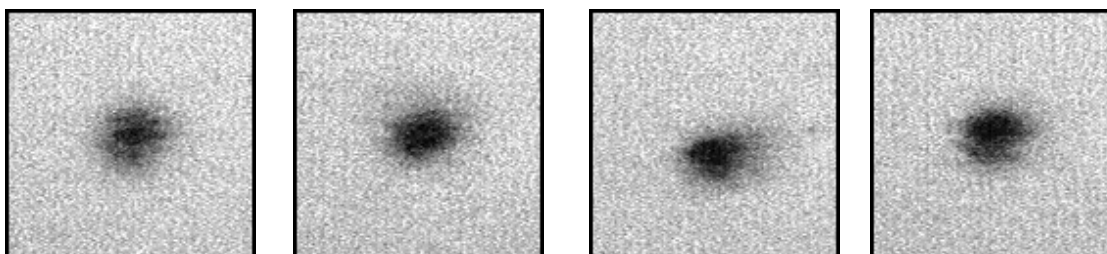
## Результаты восстановления изображений спутников по кадрам телескопа и алгоритмам фирмы “Вымпел” (2006 г.)

Ниже приводятся примеры кадров, по которым производилось восстановление и результаты работы алгоритма восстановления изображений после компенсации атмосферных искажений.

### 1. Восстановление спутника “Лакросс-2”.

Для восстановления использовалось 14 кадров размером 128x128.

Ниже приводятся 2 первых и два последних из этих 14 кадров,



Кадр 1-ый

Кадр 2-ой

Кадр 13-ый

Кадр 14-ый

Ниже показано восстановленное по ним изображение. Его размер увеличен в два раза по сравнению с теми, которые получались в процессе счета, т.е. по сравнению с размером исходных кадров (для улучшения визуализации), а сам кадр обрезан по краям в области пустого пространства.



Восстановление Lacrosse2.

Кадр показывает наличие у спутника 4-х характерных элементов конструкции: 1) большой передающей антенны в виде чашки (в правой части рисунка), 2) длинной прямой антенны для синтеза апертуры во времени (под большой антенной, получилась не очень четко), 3) корпуса спутника, от которого отходит вправо большая антенна, а в основании

спутника находятся элементы также похожие на антенны, но меньшего размер (возможно для связи),4) солнечная панель прямо над спутником в виде плоской поверхности, прикрепленной к корпусу на вертикальной ферме. Заметим, что такое расположение панели отличается от ее расположения у спутников следующих поколений- там они расположены в хвосте корпуса. Вообще , панели восстанавливаются очень редко, так как они обычно расположены плоскостью перпендикулярно направлению на Солнце, а спутник обычно хорошо виден, если он наблюдается сбоку от направления на Солнце. Панель может быть видна, если она отклонилась от перпендикуляра на Солнце, что видимо имело место в этом случае.

Ниже приводится изображение на пространстве большего размера с указанием на конкретные элементы.

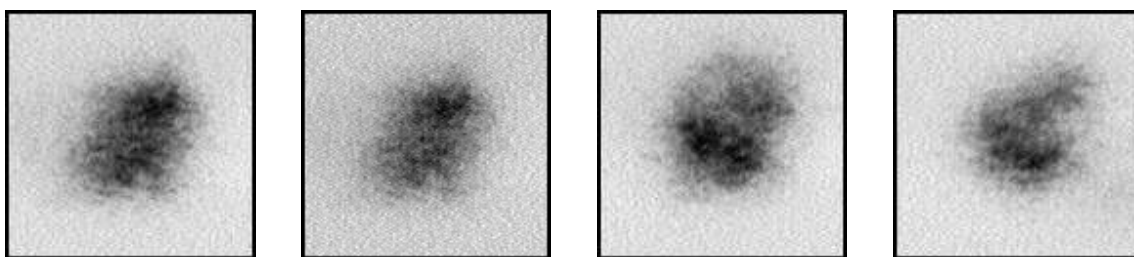


Комментарии к восстановленному изображению.

## 2. Восстановление спутника “Лакросс-3” .

Для восстановления использовалось 11 кадров размером 128x128.

Ниже приводятся 2 первых и два последних из этих 11 кадров,



Кадр 1-ый

Кадр 2-ой

Кадр 10-ый

Кадр 11-ый

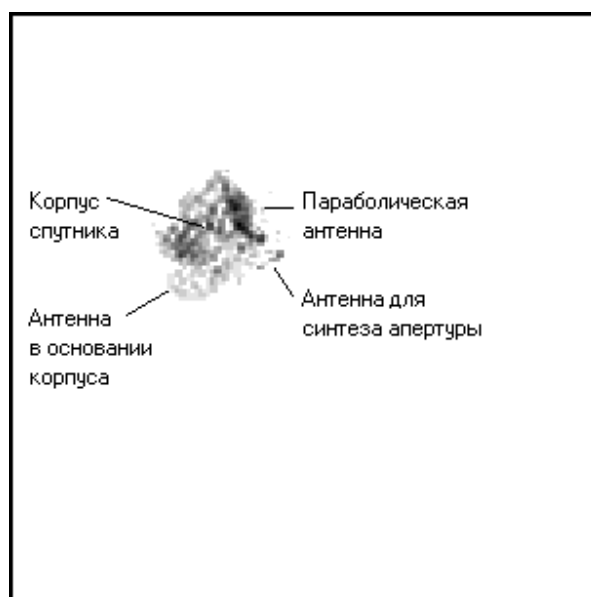
Ниже показано восстановленное по ним изображение. Его размер увеличен в два раза по сравнению с теми, которые получались в процессе счета, т.е. по сравнению с размером исходных кадров (для улучшения визуализации), а сам кадр обрезан по краям в области пустого пространства.



#### Восстановление Lacrosse 3.

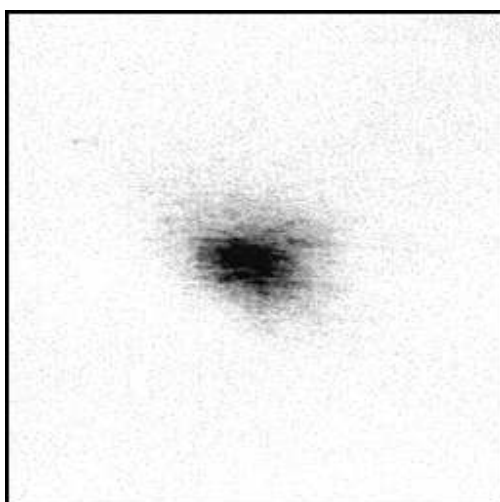
Кадр показывает наличие у спутника 4-х характерных элементов конструкции: 1) большой передающей антенны в виде чашки (в правой части рисунка), 2) видна часть прямой антенны для синтеза апертуры во времени (под большой антенной), 3) корпуса спутника, от которого отходит вправо большая антенна, а в основании спутника справа видна еще антенна, (возможно для связи).

Ниже приводится изображение на пространстве большего размера с указанием на конкретные элементы

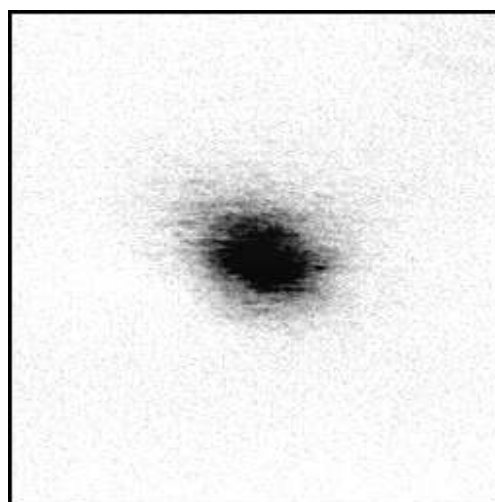


Комментарии к изображению.

### 3. Восстановление спутника “Лакросс-4” по 11 кадрам .

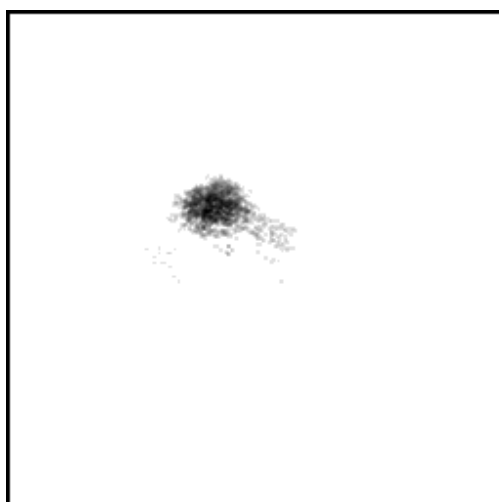


1 -ый кадр



11-ый кадр

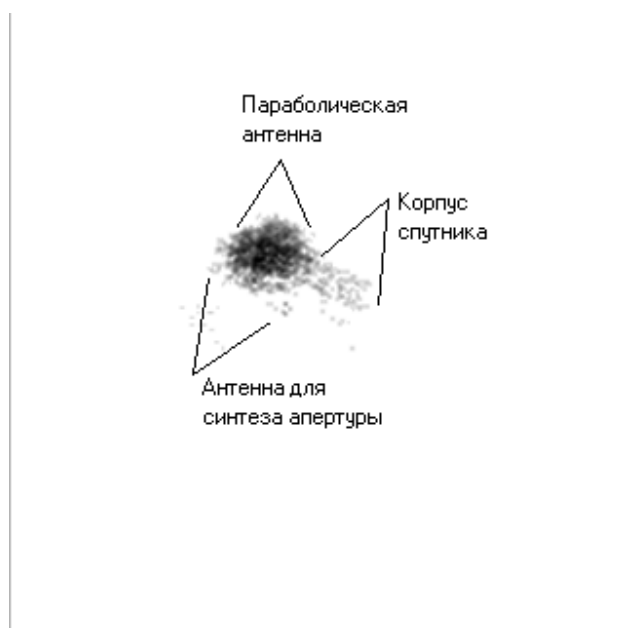
Ниже показано восстановленное по ним изображение. Этот результат получен на 133-ей итерации счета.



Восстановленное изображение.

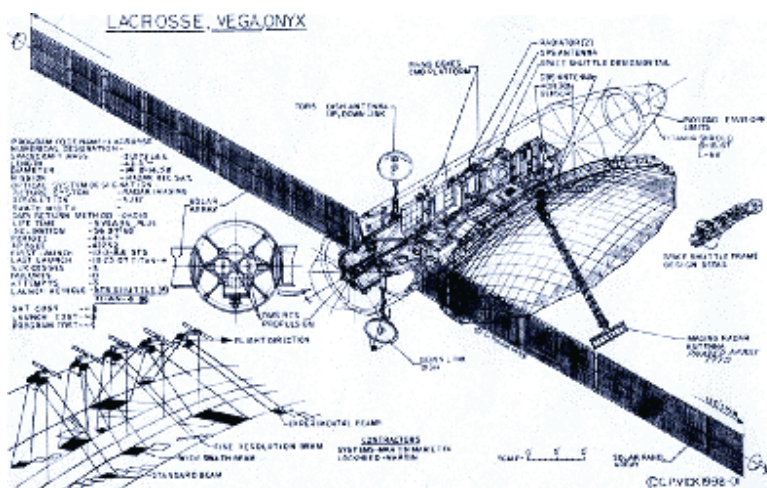
На рисунке видны узкий корпус в виде параллелепипеда и большая антенна. Под ней не очень четко видна прямоугольная антенна для построения радиоизображений. Корпус имеет вид четырехгранника (узкого параллелепипеда).

Ниже приводится изображение увеличенного размера с указанием на конкретные элементы



Комментарии к изображению.

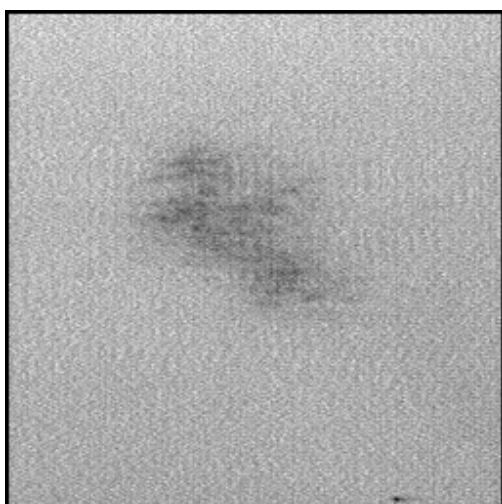
Ниже показана схема спутника типа "Lacrosse", взятая в Интернете ([LACROSSE - ONYX.htm](http://LACROSSE-ONYX.htm)).



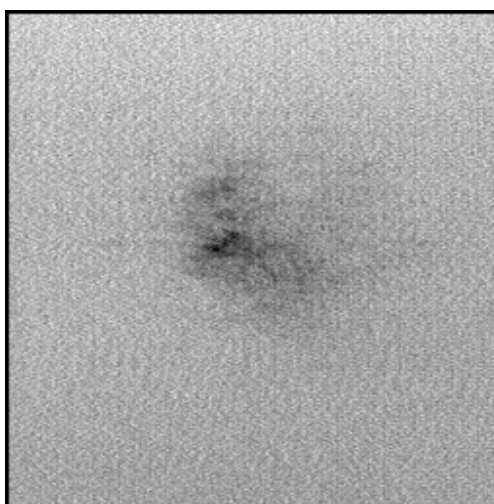
Сравнивая восстановленное изображение с этим рисунком, можно заметить много сходства. Везде виден четырехгранный корпус спутника, большая антенна и прямая длинная антенна для синтеза апертуры, расположенная под круглой большой антенной. В целом теперь можно сказать, что Интернет дает довольно точное описание спутников типа "Lacrosse 4" и не содержит никакой явной дезинформации, как это обычно принято считать, может быть, за исключением размеров отдельных деталей спутника.

Из результатов восстановления обоих спутников можно заключить, что в целом схема построения спутников типа "Lacrosse" примерно одна и та же, но панель у спутника "Lacrosse-2" расположена над спутником, а у "Lacrosse-4" она находится в хвосте спутника (это получалось в некоторых других вариантах восстановления, которые здесь не приводятся из-за большого уровня шумов в изображении).

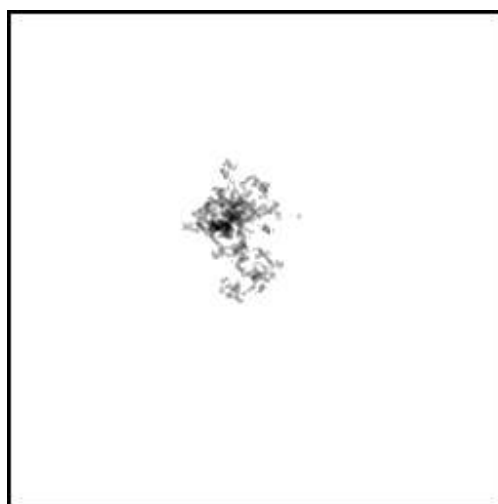
#### 4.Результат восстановления спутника НАДЕЖДА-6 по 9 кадрам .



Кадр 1-ый

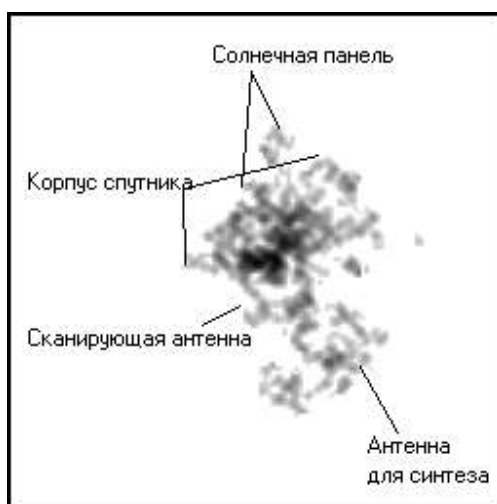


Кадр -9-ый



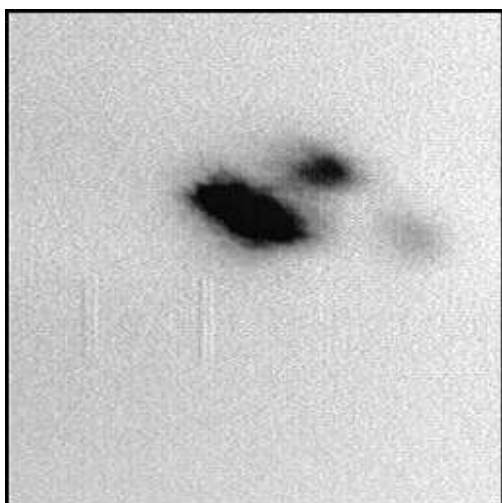
Восстановленное изображение

Ниже на рисунке показано изображение, увеличенное в 2 раза. На нем показаны получившиеся в изображении элементы: 1) корпус спутника конической формы; 2) антенна для зондирования Земли; 3) возможно, антенна для синтеза апертуры; 4) небольшая солнечная панель над корпусом спутника. Это один из системы 7 спутников для мониторинга бедствий. "Надежда" обнаруживает сигналы бедствия и является навигационным спутником.

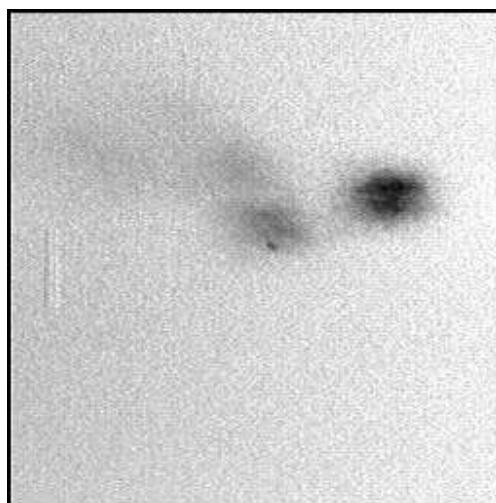


Оно же , увеличенное в 2 раза

### 5.Результат восстановления спутника НАДЕЖДА-7 по 15 кадрам .



Кадр 1-ый



Кадр -15-ый





Восстановленное изображение, увеличенное в 2 раза.

Это 7-ой спутник из всей системы мониторинга бедствий .

Он был снят телескопом на большей дальности и с худшей разрешающей способностью, чем в предыдущем случае, но зато у него получились следы выносных антенн. В самом спутнике видны те же элементы, которые проявились при восстановлении “Надежды -6” : корпус конической формы, антенна, направленная к Земле и овальный элемент под ней. Ниже приведен этот же рисунок с указанием на конкретные элементы.

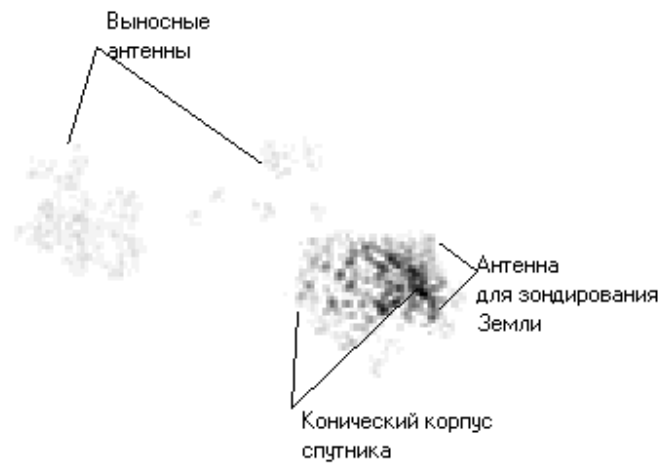
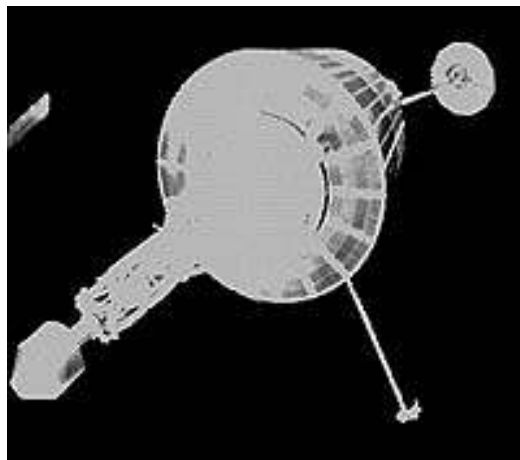


Рис. Элементы “Надежды-7”.

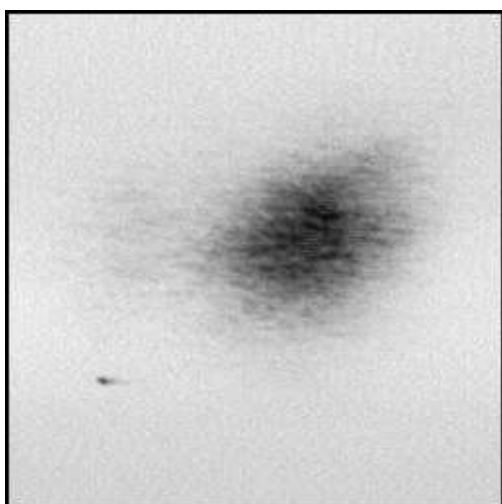
Ниже приведена фотография из Интернета. Эта фотография сделана мини спутником SNAP-1 , когда он отделялся от “Надежды-7”.



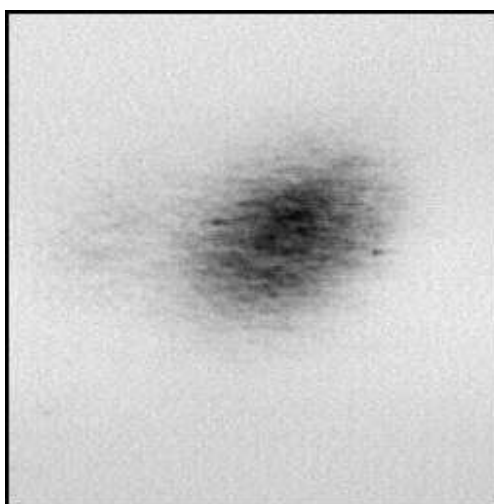
Фотография “Надежды-7”, сделанная в космосе.

На этой фотографии видны главные элементы спутника: конической формы корпус, круглая антенна в конце узкой части корпуса , большая штанга с противоположной стороны корпуса. Ее след получился на восстановленном изображении. Понятно, к ней прикреплены выносные элементы, получившиеся на восстановленном изображении.

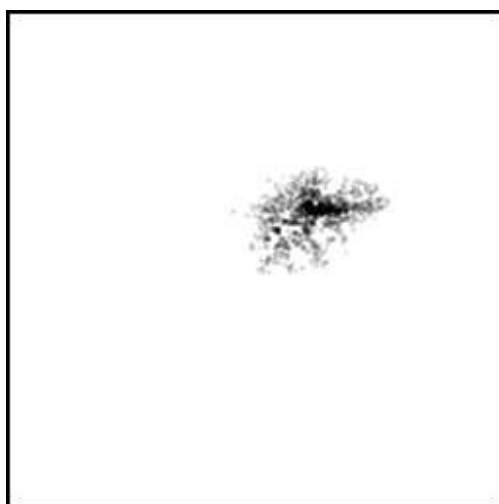
## 6. Восстановление МКС по 12 кадрам .



Кадр1-ый из 12-х



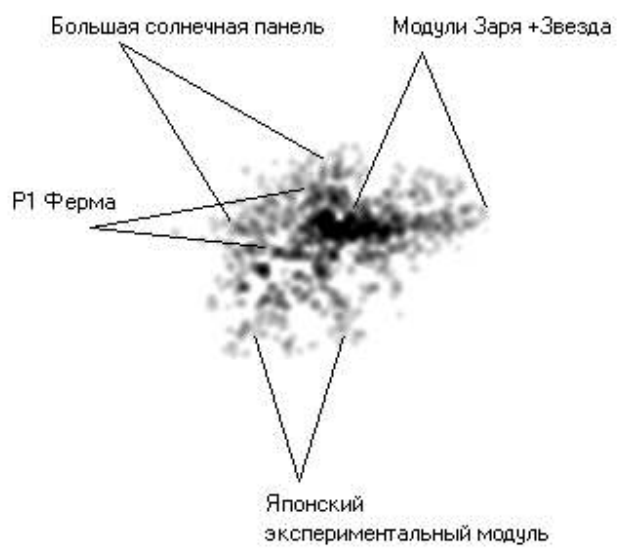
Кадр12-ый из 12



Восстановленное изображение, 711 итерация.

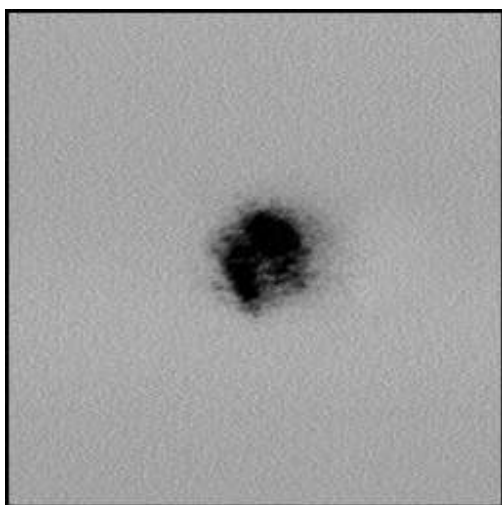
На изображении видны модуль “Заря +Звезда”, перпендикулярно к нему расположенная несущая ферма, в верхней левой части рисунка видна главная большая солнечная панель станции. Под несущей фермой на американской стороне станции виден цилиндр, расположенный перпендикулярно всей линии станции и примерно параллельно линии ферм. Это соответствует положению японского экспериментального модуля.

Подробнее эти детали видны и отмечены на ниже на изображении, увеличенном в 2 раза:

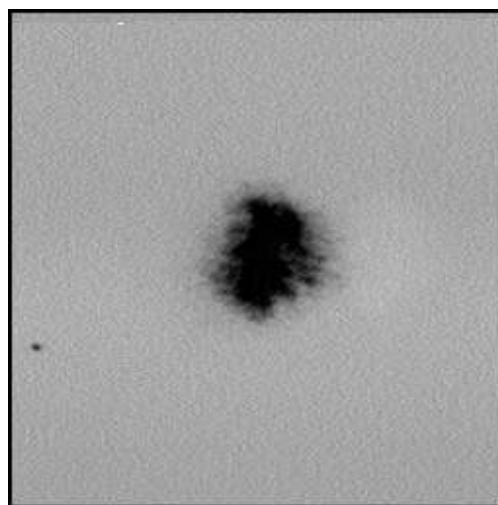


Восстановленное изображение , увеличенное в 2 раза.

#### 7. Восстановление КН -12 по 9-ти кадрам .



1-ый кадр из 9-ти.

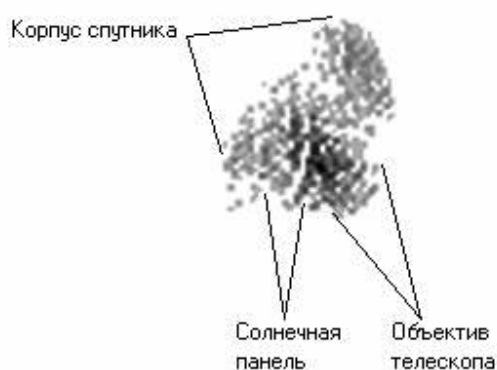


9 - ый кадр из 9 –ти.



Восстановленное изображение, 722-ая итерация.

Ниже показано изображение, увеличенное в два раза и отмечены элементы, получившиеся в изображении: 1) корпус спутника, сужающийся книзу, с круглым основанием; 2) телескоп, выдвинутый из корпуса, перпендикулярно к нему; 3) солнечная панель (одна из двух), которая в рабочем положении также расположена перпендикулярно к корпусу и выполняет сразу две функции- а) аккумулирует солнечную энергию; б) прикрывает телескоп от прямого солнечного света. При этом нормаль к объективу телескопа всегда оказывается расположенной перпендикулярно направлению падения солнечных лучей, что в принципе оптимально при фотографировании и предотвращает засвечивание объектива при съемке.



Увеличенное в два раза изображение на 722 итерации.

Ниже дана схема спутника КН-12, взятая в Интернете.

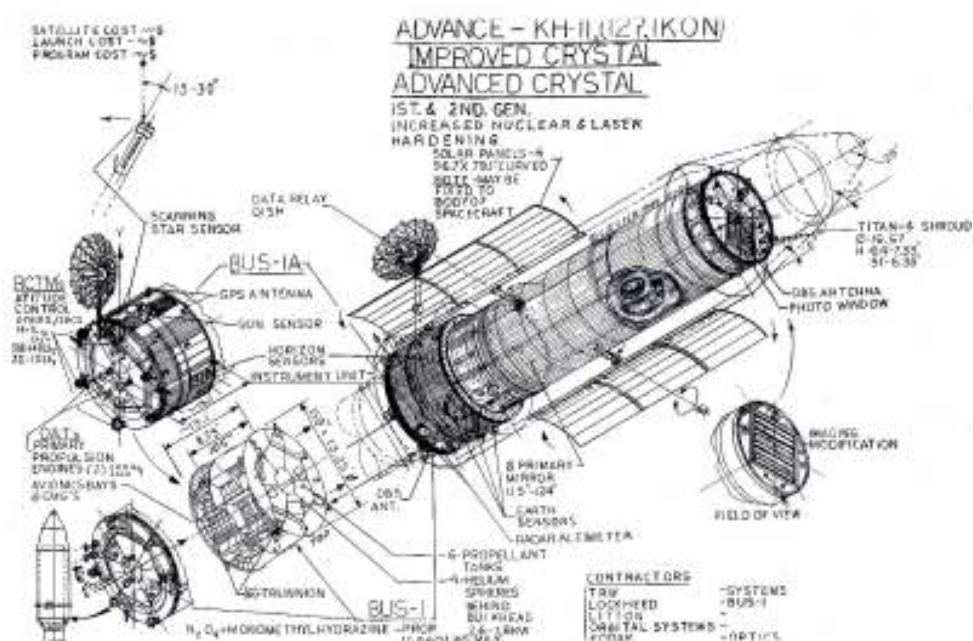
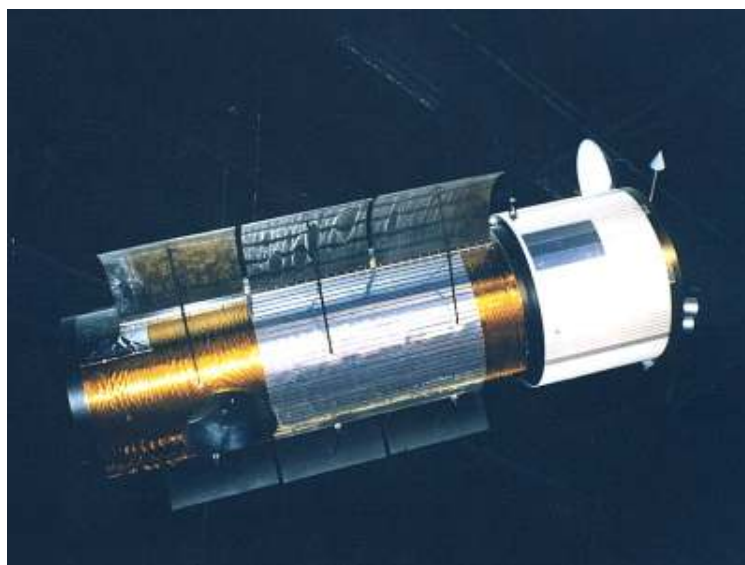


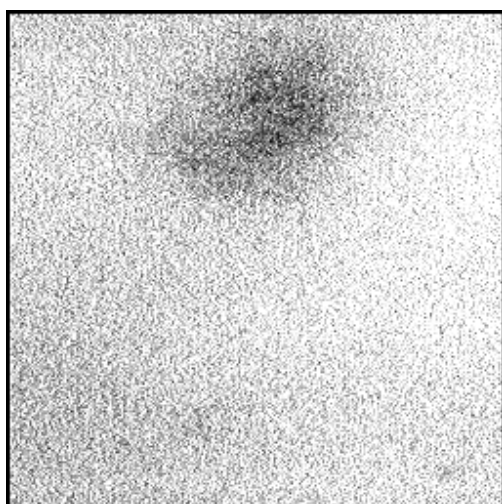
Схема КН-12 из Интернета.

На схеме видно, что в спутнике объектив конструктивно не выделяется – он вделан в корпус и глаз объектива смотрит вниз. Поэтому и бленда объектива нигде не получается в изображениях – ее не видно. Однако в восстановленном изображении под цилиндром отчетливо наблюдается конструкция, расположенная перпендикулярно к корпусу. В ее основании виден овал, возможно, это этом месте находится бленда.

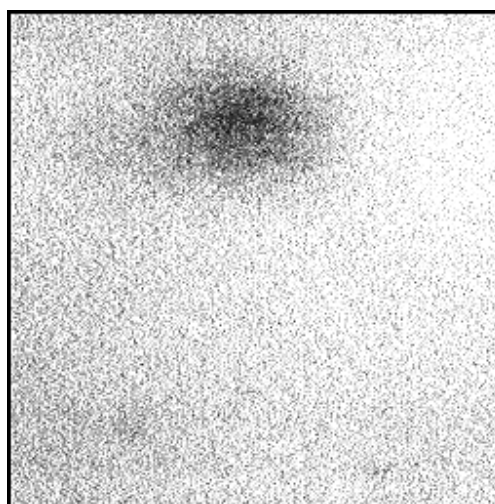


Фотография КН-12 из Интернета.

## 8. Результат восстановления американского спутника USA 144 по 10 кадрам.



1-ый кадр из 10.

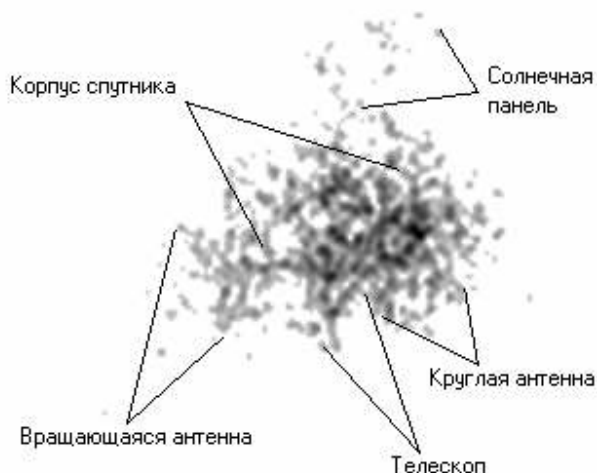


10-ый кадр из 10.



#### Восстановленное изображение, 11 –ая итерация.

В восстановленном изображении видны следующие элементы: 1) короткий и широкий корпус спутника конической формы с закругляющимся носом; 2) солнечная панель над корпусом; 3) телескоп под корпусом, похожий на телескоп КН-12; 4) антенна на стержне в виде круглой тарелки рядом с телескопом под корпусом, похожая на аналогичные антенны у спутников типа “Надежда” и направленная на Землю; 5) вращающаяся антенна в виде нескольких стержней, образующих звезду, расположенная на носу корпуса. Возможно, из-за наличия этой антенны в ряде случаев этот спутник зафиксирован как вращающийся объект, хотя в принципе он не должен вращаться. Эти элементы отмечены на изображении ниже, увеличенном в два раза.



Изображение , увеличенное в два раза.

Прототипом для спутника USA- 144 являлся скорее всего ( согласно литературе) спутник AFP-731 (1990-019В 20516 USA-53), рисунок которого которого взят в Интернетe и приведен ниже. По форме корпуса путника восстановленное изображение показывает определенное сходство с AFP-731.

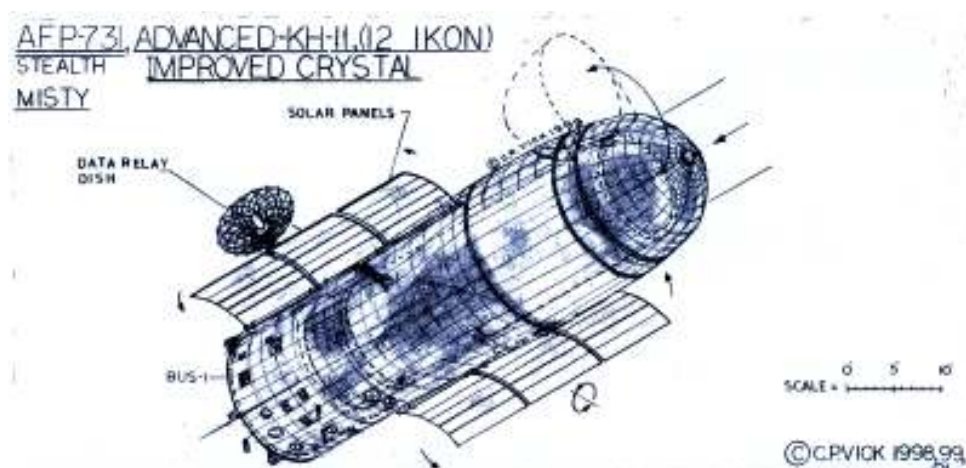
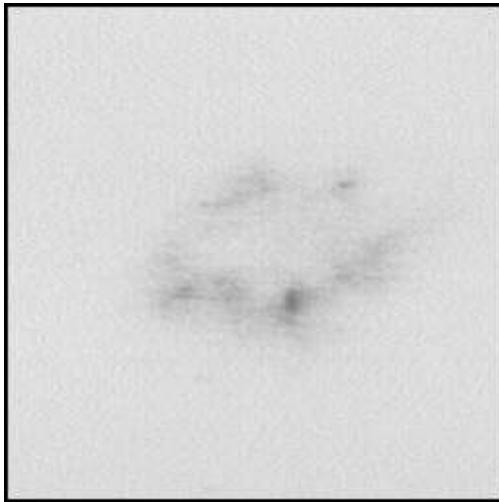


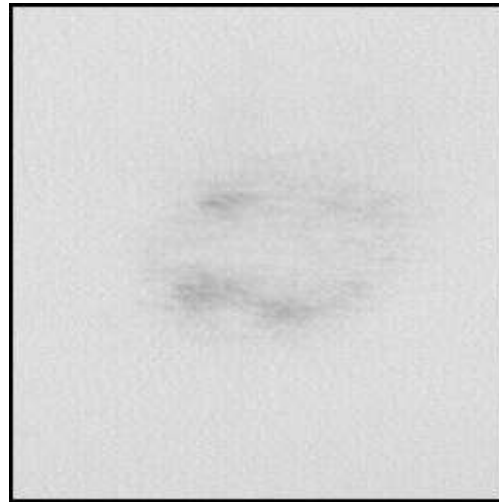
Схема прототипа USA -144 из Интернета (AFP-731).

## 9.Результат восстановления американского спутника GLOBALSTAR по 11 кадрам.





Кадр 1-ый из 11 –ти.



Кадр –4-ый из 11-ти .



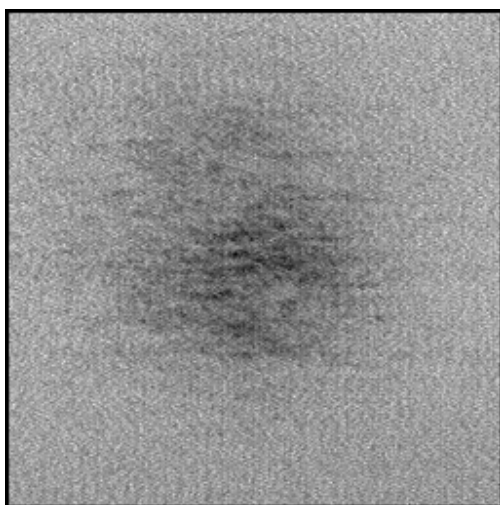
Восстановленное изображение , увеличенное в два раза

Это американский спутник Global Star телефонной связи. В восстановленном изображении сам спутник находится справа, его корпус расположен слева направо вдоль горизонтали , перпендикулярно корпусу расположены два выносных стержня. От хвоста корпуса отходит ряд выносных конструкций. Учитывая назначение спутника , можно прийти к выводу , что это совокупность многочисленных антенн для телефонных коммуникаций. В передней части спутника также видны следы нескольких антенн. На следующем рисунке текстом указаны описанные детали.

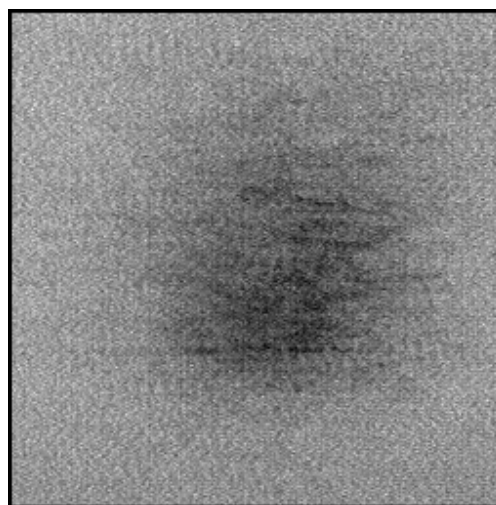


Дополнительно увеличенное изображение.

**10. Восстановление американского спутника POSEIDON по 9 кадрам .**



Кадр 1-ый из 9-ти.



Кадр 9-ый из 9-ти.



### Восстановленный кадр .

Это американский спутник Poseidon для изучения свойств и поведения океана.

В восстановленном изображении видны :1) солнечная панель в правой части рисунка; 2) приборный модуль, расположенный слева от панели и перпендикулярно к ней; 3) круглая антенна над спутником ; 4) круглая антенна возможно микроволнового радиометра слева на изображении. Эти элементы отмечены на рисунке ниже, где показано восстановленное изображение, увеличенное примерно в 1.5 раза. Разрешающая способность была низкой – 70см, сравнимая с размерами основных элементов спутника ( его размеры ~ 5m x 1m). Из-за плохого отношения сигнал/шум во входных кадрах пришлось проинтегрировать восстановленное изображение по соседним 4 пикселям , причем 2 раза. В результате разрешающая способность в изображении упала еще в 4 раза и стала равной примерно 3 метрам. Поэтому детали спутника и его выносных элементов получились неразличимыми



Изображение, увеличенное в 1.5 раза.

Тем не менее, общая форма спутника примерно соответствует схеме спутника, приведенной в Интернете и показанной ниже на рисунке.

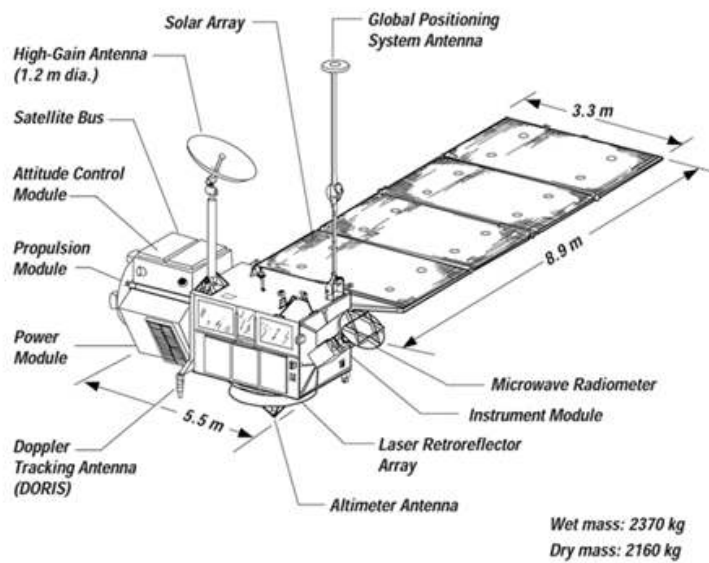
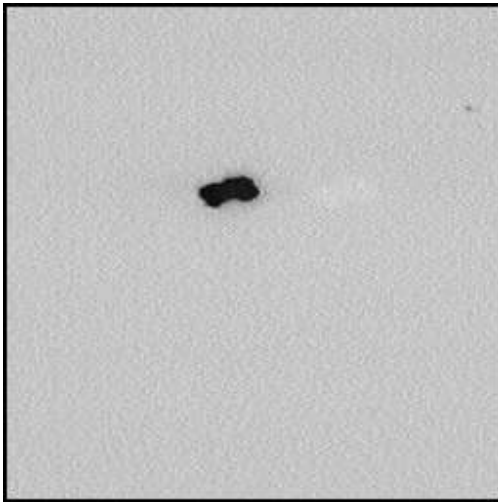
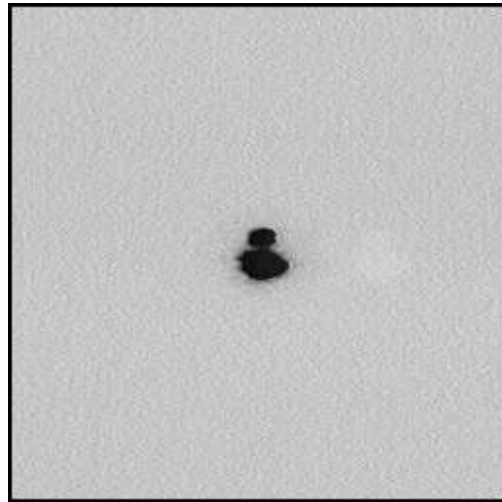


Рисунок "Poseidon" в "Интернете".

## 11. Восстановление спутника Ferret по четырем кадрам.



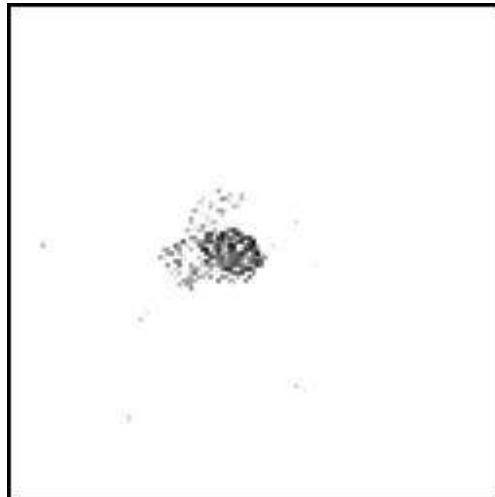
1-ый кадр из 4-х



4-ый кадр из 4-х

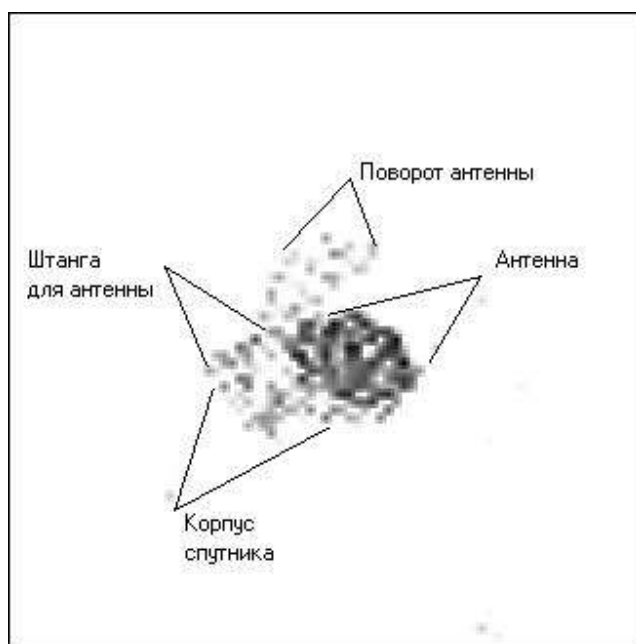
Ниже показано восстановленное по ним изображение. Этот результат получен на 192-ой итерации счета. Восстановленное изображение было увеличено в два раза и отрезано по краям в области пустого пространства.

На изображении виден маленький узкий цилиндр корпуса, от него отходит вверх в его левой части небольшая штанга, к которой прикреплена антенна спутника (выше корпуса вправо от штанги).



Изображение, увеличенное в 2 раза.

Ниже приводится изображение дополнительно увеличенного размера с указанием на конкретные элементы.



Увеличение в 4 раза

Из восстановленного изображения видно, что у этого спутника три характерных элемента:

1) радиоантенна, обращенная к Земле и фиксирующая исходящее от нее радиоизлучение, 2) корпус спутника в виде цилиндра или призмы, 3) небольшая штанга, на которой антенна прикрепляется к корпусу.

Известно, что какая-то часть спутника "Ferret" вращается с большой скоростью, что вообще говоря препятствует его точному восстановлению. Здесь для восстановления использовались всего 4 кадра общей длительностью интервала наблюдения 0.160 сек. Кроме того алгоритм выполняет операцию совмещения всех используемых кадров по сдвигу и повороту (в плоскости кадра), что дает возможность частично компенсировать вращение объекта.

### **Выводы.**

Показанные результаты демонстрируют возможность восстановления изображений спутников даже по сильно искаженным кадрам, получаемым с телескопа.

В ряде спутников замечены одинаковые элементы в конструкциях. Особенно часто это наблюдается в форме антенн. Отсюда можно сделать вывод, что антенны определенной формы характерны для той или иной выполняемой ими функции и одни и те же антенны могут быть использованы в различных по назначению спутников. А наличие антенны данного типа свидетельствует о том, что данный спутник выполняет определенную

операцию наряду с другими. Так например, антенны одинакового типа обнаруживаются в спутниках типа "Надежда" и спутниках фоторазведки или спутниках типа "Надежда" и спутниках , строящих радио- изображения. Это говорит о том , что принципы их работы в целом одинаковы. Основная разница состоит в характеристиках приборов, их точности и разрешающей способности, но выполняемые функции ( например построение изображений зоны стихийного бедствия или построение изображений стратегических объектов) оказываются родственными и признаком их выполнения является наличие тех или иных элементов в конструкции спутника.

Восстановление получается тем лучше, чем меньше шумов во входных кадрах и чем лучше они совмещены друг с другом по повороту и положению объекта в кадре. Последнее требование может быть выполнено без особых усилий путем правильного вырезания изображения из общего поля наблюдения телескопа. А второе условие делает необходимым как можно сильнее сокращать временной интервал между соседними кадрами, получаемыми телескопом. Особенно если объект еще и вращается.