

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени К.И. САТПАЕВА

Маркшейдерское дело и геодезия
(кафедра)

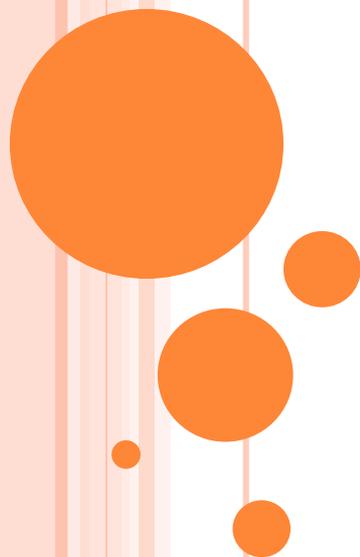
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СЪЁМКИ

(ДИСЦИПЛИНА)

Лекция № 10

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД ДЗЗ

к.т.н., доцент Рысбеков К.Б.



○ План лекции:

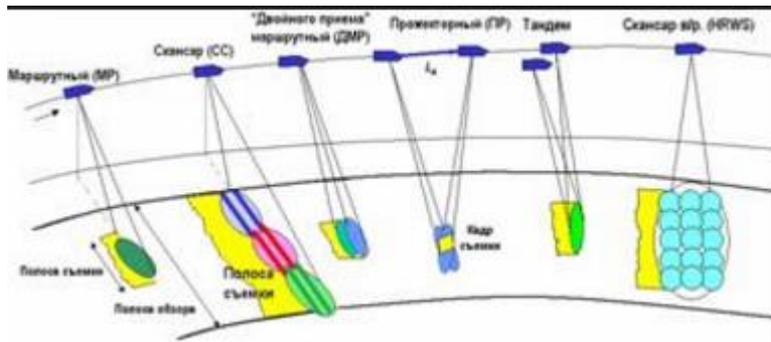
1. Общие сведения.
 2. Общие принципы метода.
 3. Схема устройства и работы РЛСБО
 4. Длина волны.
 5. Поляризация.
 6. Радиолокационные съемочные системы с реальной апертурой.
 7. Радиолокационные съёмочные системы с синтезированной апертурой.
 8. Основные виды ошибок.
 9. Система ERS (European Remote Sensing satellite).
 10. Система “RADARSAT”.
 11. Российская система “АЛМАЗ”.
- 

Общие сведения



ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА

Радиолокационный метод относится к активным методам ДЗЗ. Радиолокационные (РЛ) станции бокового обзора (РЛСБО) сами “освещают” (радиоволнами) снимаемую территорию. Во время полета антенна, установленная вдоль продольной оси летательного аппарата, посылает в перпендикулярном к полёту направлении на снимаемую поверхность высокочастотные импульсы с диаграммой в виде узкого лепестка. Отраженные от поверхности, эти радиосигналы принимаются антенной, преобразуются в видеосигналы и фиксируются на фотоплёнку, или в цифровом виде на магнитную ленту.



СТРУКТУРА КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЗЗ

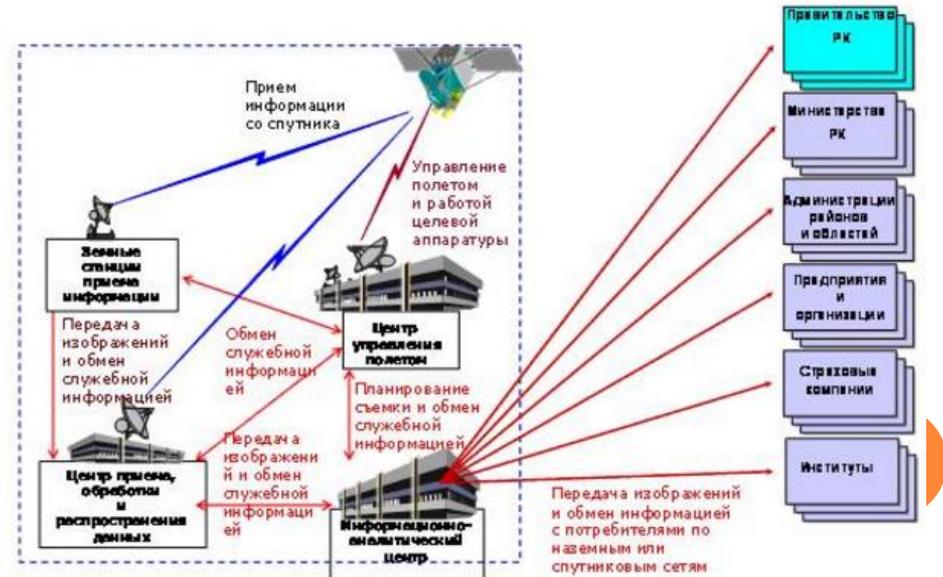
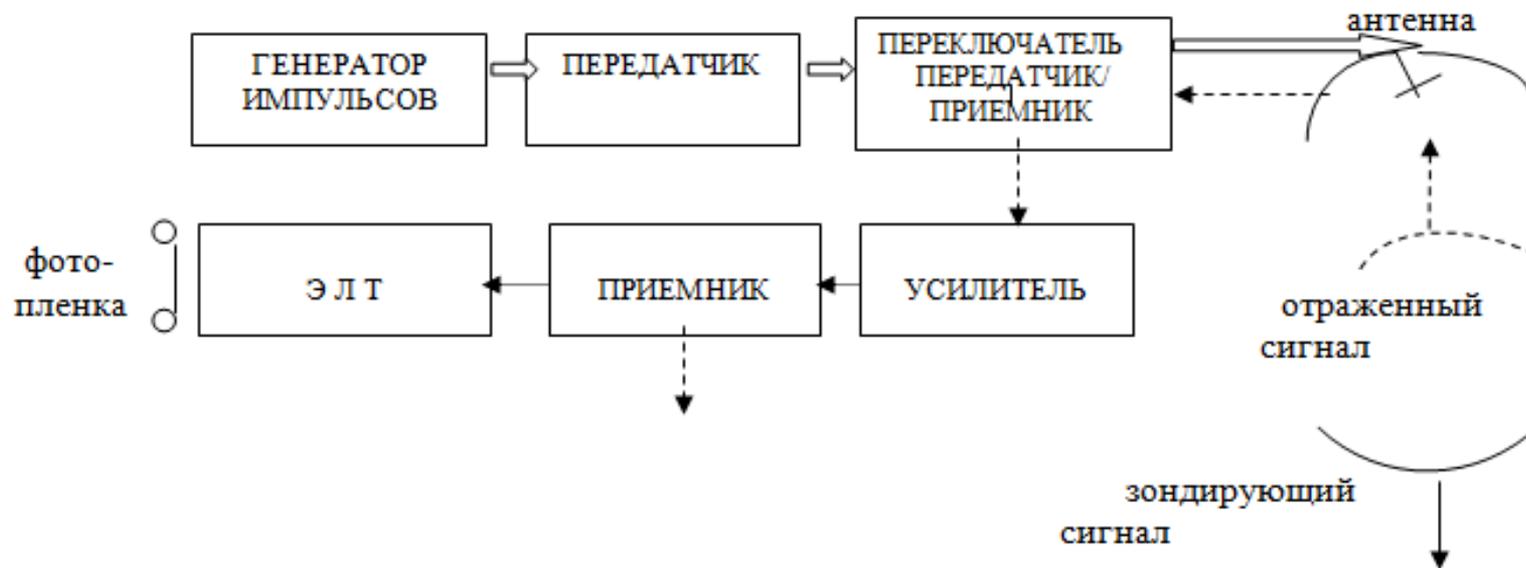


Схема устройства и работы РЛСБО



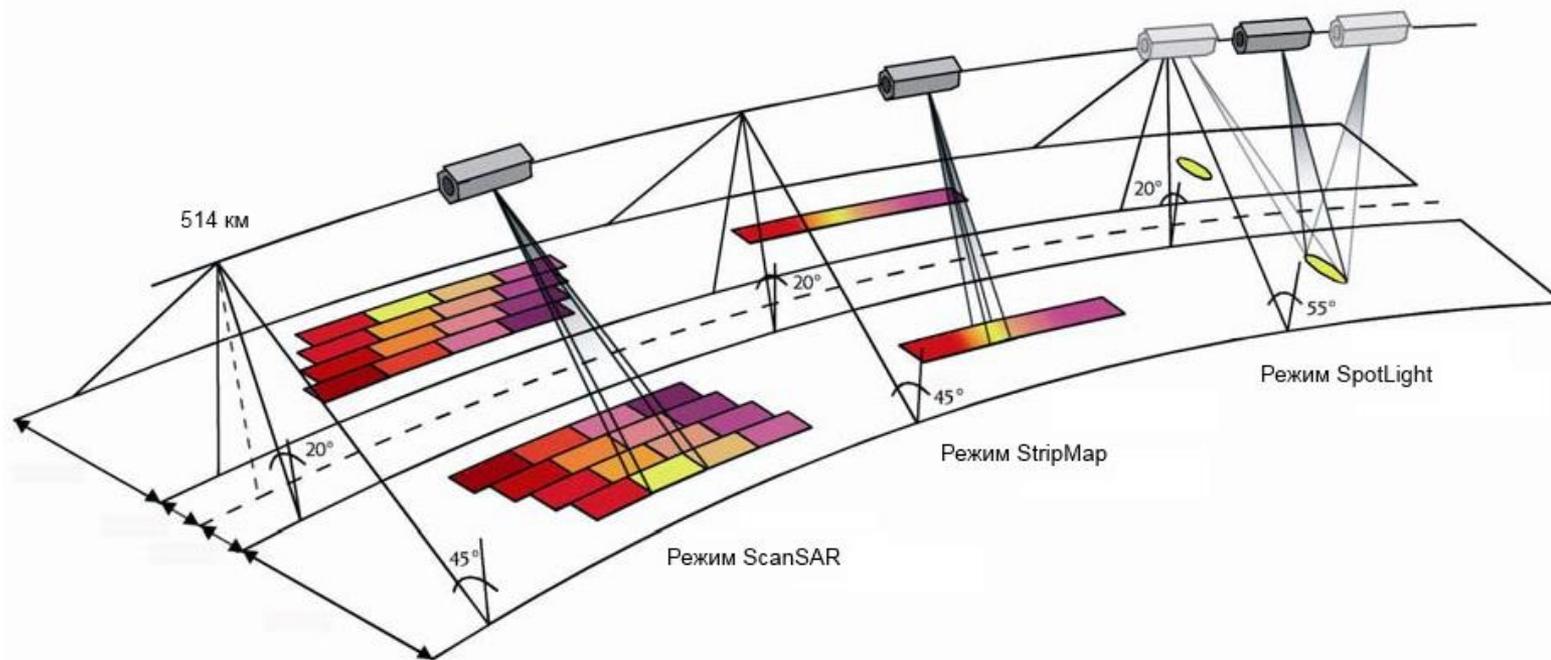
Длина волны

Большинство РЛСБО работают в ультракоротковолновом диапазоне радиоволн от 0,8 до 30 см. Этот диапазон условно разбит на три диапазона имеющих обозначения:

Ка - диапазон от 0,8 до 1,1 см;

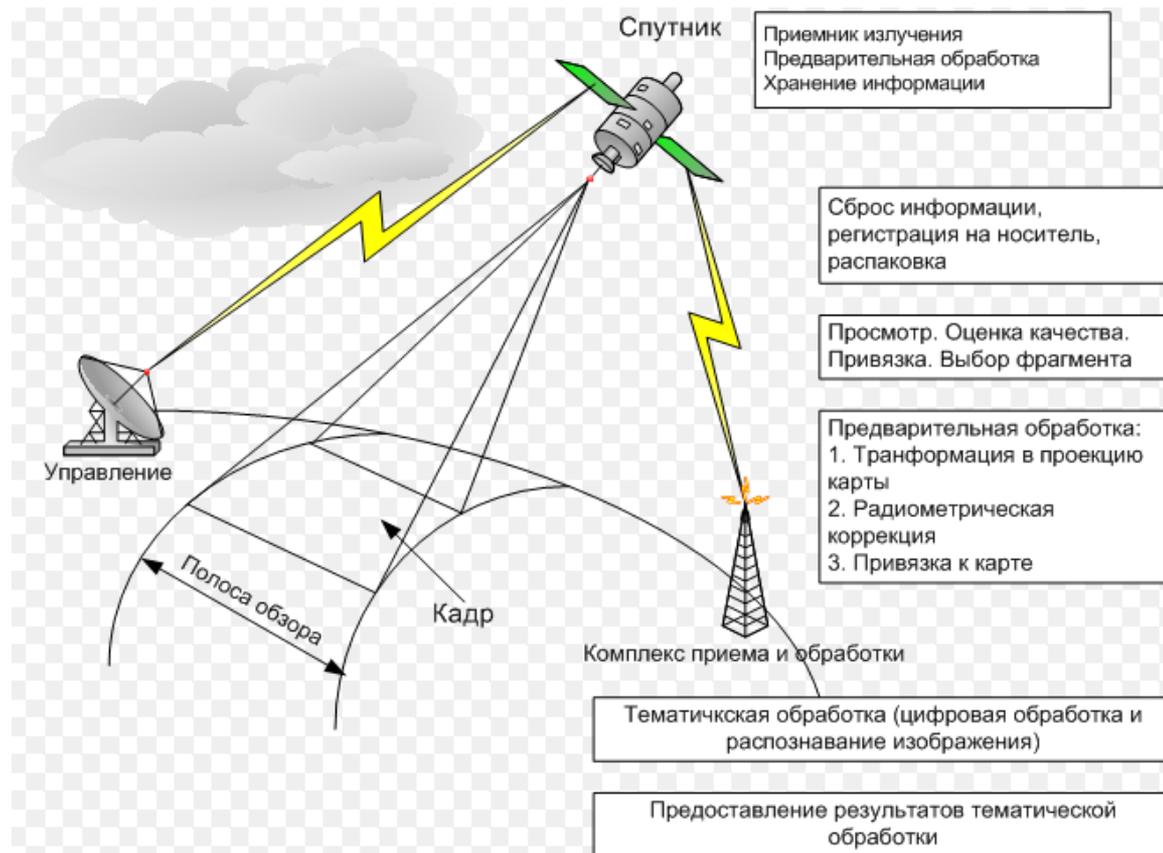
X - диапазон от 2,4 до 3,8 см;

L - диапазон от 15 до 30 см.

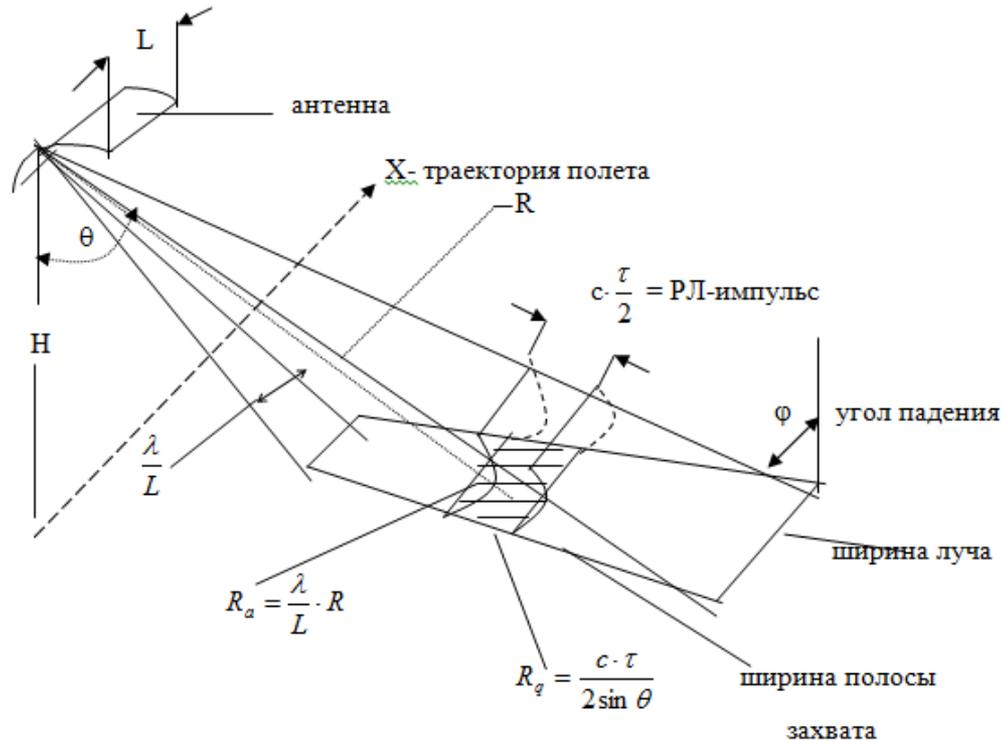


Поляризация

Направление колебаний в импульсе, посылаемом направленной антенной РЛ-системы может быть ориентированным; вертикальным (В) или горизонтальным (Г). При встрече со снимаемой поверхностью поляризованный (В или Г) сигнал отражается от объектов съемки.



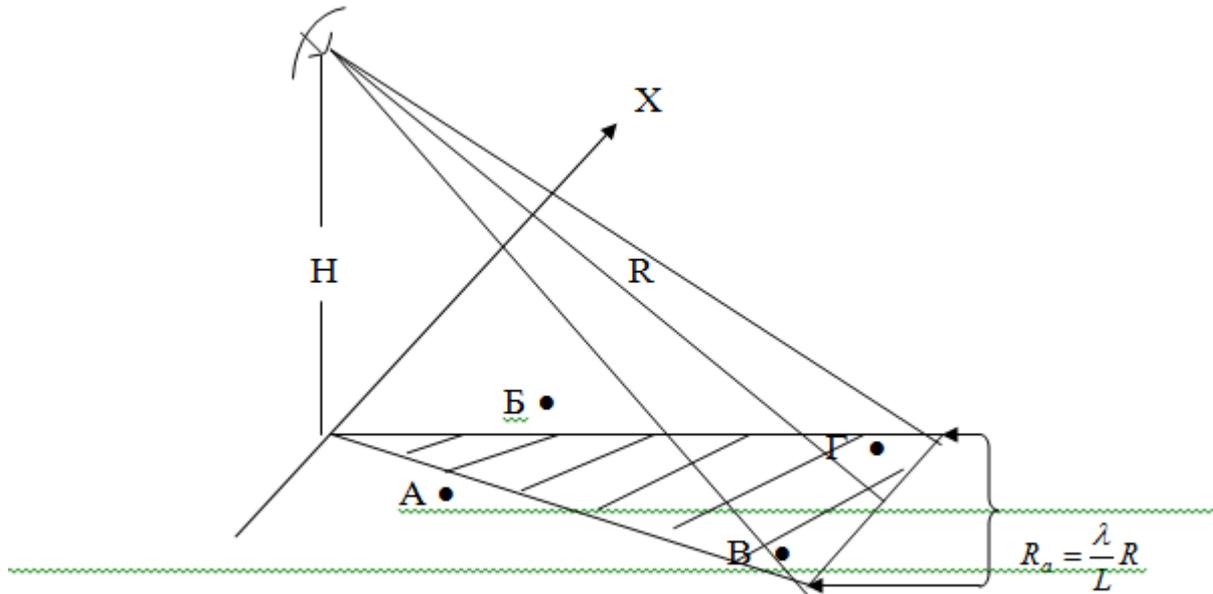
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СЪЕМОЧНЫЕ СИСТЕМЫ С РЕАЛЬНОЙ АПЕРТУРОЙ



c - скорость света
 τ - длительность импульса
 λ - длина волны
 L - длина антенны
 R - наклонная дальность
 $\phi = \theta$ - угол падения
 H - высота полёта



ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗРЕШЕНИЕ СИСТЕМ РЛСБО С РЕАЛЬНОЙ АПЕРТУРОЙ

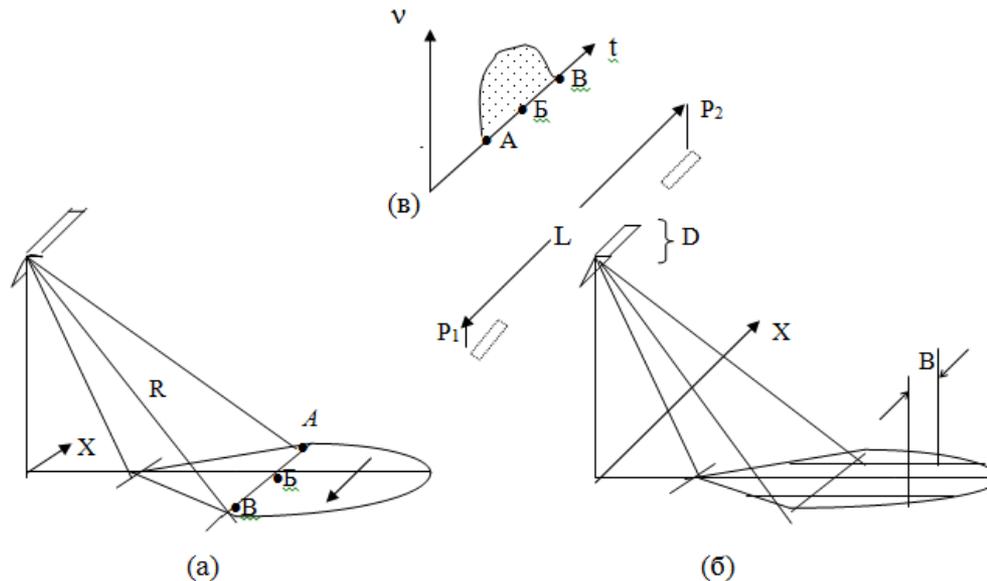


Ширина радиолуча и азимутальное разрешение



РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СЪЁМОЧНЫЕ СИСТЕМЫ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

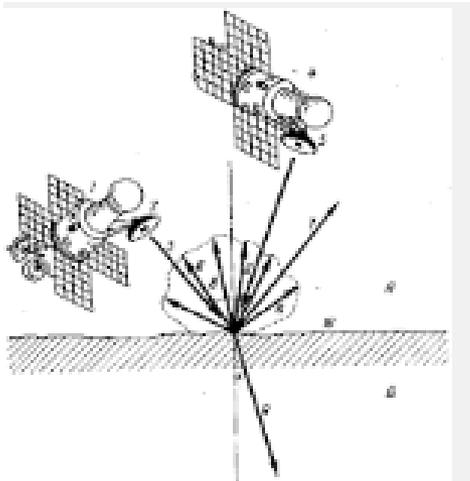
Улучшение разрешения радиолокационных систем с реальной апертурой, можно произвести применением коротких волн или увеличением длины антенны. Однако при этом возникают новые проблемы. Снижение длины волны приводит к снижению энергии импульса, увеличение длины антенны ограничено техническими возможностями носителя.



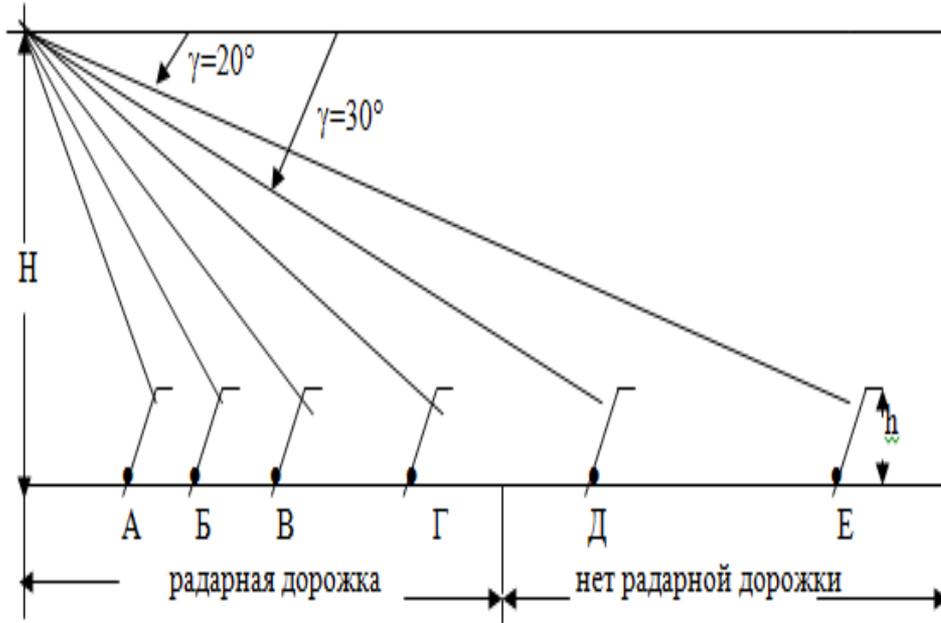
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СНИМКОВ

РЛ-снимки по принципу построения являются сканерными. Схема формирования изображения аналогична аэрофотосъемке камерой с щелевым затвором.

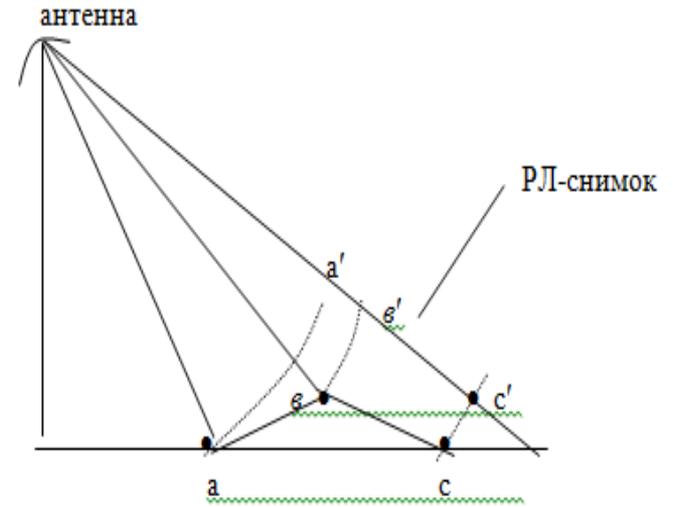
РЛ- снимки имеют ошибки и искажения, вызванные геометрическими особенностями изображения и колебаниями пространственного положения съемочной платформы. Ошибки, связанные с геометрическими особенностями изображений обуславливаются тем, что радиолокационная система ошибается в определении времени пробега радиоимпульсов.



ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОШИБОК



Эффект “радарной дорожки”

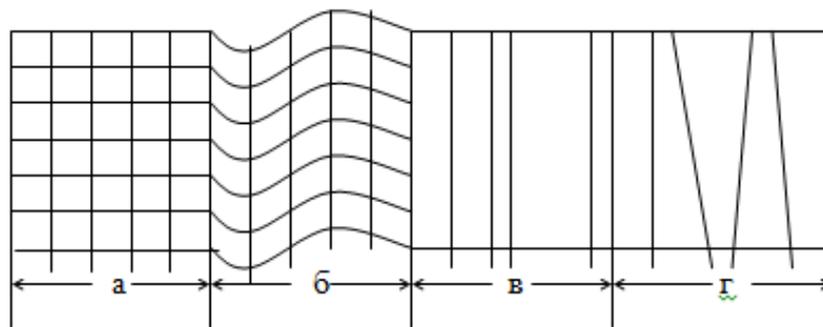


Перспективные сокращения



Радиотени

Вследствие прямолинейности распространения радиоволн, в горных участках имеются места, которых они не достигают и не могут отразиться. Такие участки на РЛ- снимках отображаются черным цветом и называются радиотенями. Функционально радиотени зависят от высоты полёта, угла визирования, высоты объекта съёмки.



- а- идеальная проекция;
- б- отклонение от курса;
- в- отклонение по тангажу и скорости полёта;
- г- снос.

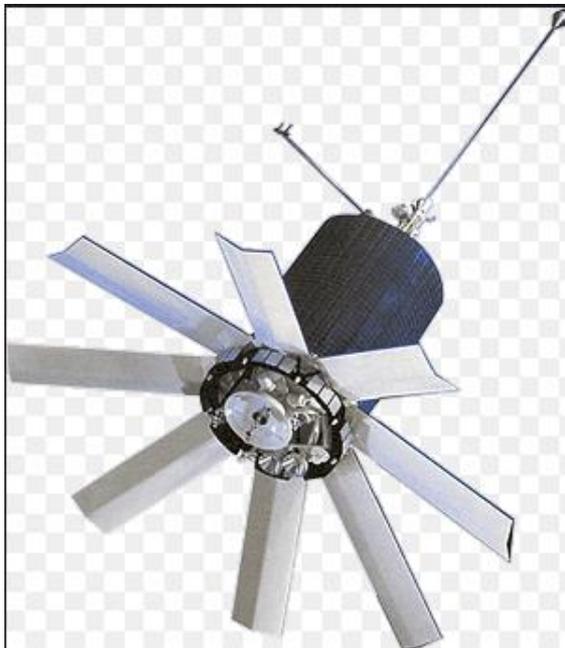
Геометрические искажения, вызванные колебаниями платформы



РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЗЗ

Радиолокационный метод ДЗЗ обладает следующими преимуществами: независимость от погодных условий (облака, туман) и освещенности (круглосуточная съемка), чувствительность к диэлектрическим свойствам объектов местности, возможность подповерхностного зондирования.

ИСЗ оснащаются тремя основными типами радиолокационных приборов: высотометры, скаттерометры и радиолокационные системы бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой.



Преимущества радиолокационного метода ДЗЗ определяют приоритетность его применения в следующих направлениях:

получение изображений в труднодоступных, по погодным условиям, районах

оперативное круглосуточное наблюдение требуемых районов, особенно районов стихийных бедствий

контроль загрязнения водной поверхности

контроль ледовой обстановки в океанах и проводка судов

СИСТЕМА ERS (European Remote Sensing satellite)

Система разработана и эксплуатируется Европейским космическим агентством.

Назначение: всепогодная, глобальная, систематическая съемка поверхности Земли для уточнения прогнозов погоды на основе измерения направления ветра и температуры морской поверхности, составление карт ледяных полей, выявление зон загрязнений Мирового океана и других, преимущественно океанографических задач.



Система “RADARSAT”

Предназначена для глобального всепогодного сбора информации о состоянии ледового покрова, океана, лесных массивов, оценки урожая посевных культур и решения других природоресурсных задач.

Технические характеристики радиолокационной системы с синтезированной апертурой антенны (РСА), устанавливаемых на этих ИСЗ:

рабочая частота:
5,263 ГГц

пространственное разрешение: 9-100 м
(в зависимости от пяти возможных режимов работы)

средняя излучаемая мощность: 300 Вт

длительность импульса: 42 мкс

скорость выдачи информации: 105 Мбит/с

ширина полосы захвата: 170- 500 км
(в зависимости от режима работы)

РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА “АЛМАЗ”

Первый экспериментальный спутник системы был запущен с космодрома Байконур 25 июля 1987 года, второй ИСЗ “Алмаз-1А” 31 марта 1991 года и прекратил существование в октябре 1992 года. Спутники серии имели массу 18,5 т (4 т полезной нагрузки), длину корпуса 15 метров, диаметр 4,15 метра. Орбита круговая, высотой 280 км с наклоном $72,7^\circ$.

Характеристики радиолокационной системы с синтезированной апертурой (РСА):

рабочая частота: 3 ГГц

пространственное разрешение: 15 м

длительность импульсов: 0,07 и 0,1 мс (два луча)

излучаемая мощность:
190 Вт

ширина полосы захвата: 350 км



ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ НА ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ:

1. Агапов С.В. Фотограмметрия сканерных снимков. М.: “Картгеоцентр”- “Геодезиздат”, 1996 год.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М: Издательство А и В, 1997 год.
3. Гонин Г.Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. М.: Недра, 1980 год.
4. Елизаренко А.С., Соломатин В.А., Якушенков Ю.Г. Оптико-электронные системы в исследовании природных ресурсов. М.; Недра, 1984 год.
5. Киенко Ю.П. Введение в космическое природоведение и картографирование. М; “Картгеоцентр-Геодезиздат”, 1994 год.
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. МГУ, 1995 год.
7. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. М.; Мир, 1988 год.
8. Лаврова Н.П. Космическая фотосъемка. М.; Недра, 1983 год.
9. Новаковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. М.; МГУ, 1997.
10. Савиных В.П., Кучко А.С., Стеценко А.Ф. Аэрокосмическая фотосъёмка. М.; “Картгеоцентр-Геодезиздат”, 1997 год.
11. Фёдоров Б.Ф. Аппаратура космического фотографирования. М.; Недра, 1985 год.
12. Фёдоров Б.Ф., Пермьяков В.Д. Космическое фотографирование. М.; Недра, 1978 год.

