



# Основы дистанционного зондирования Земли из космоса

Краткий курс для гидрометеорологов

Москва, 2013

Данный курс посвящён основам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и предназначен для специалистов гидрометеорологического профиля. Курс составлен специалистами компании ИТЦ «СКАНЭКС», на основе уже более чем двадцатилетнего опыта работы в сфере ДЗЗ.

Под **дистанционным зондированием (ДЗ)** понимается неконтактное изучение Земли (планет, спутников), её поверхности и недр, отдельных объектов и явлений путём регистрации и анализа их собственного или отражённого ими электромагнитного излучения. Регистрируется либо естественное излучение, определяемое естественным освещением земной поверхности Солнцем, или тепловое – собственное излучение Земли, либо искусственное, которое создается при облучении местности источником, расположенным на носителе регистрирующего устройства.

- Введение
- Характеристики спутников
  - Типы орбит
  - Основные параметры съемочных систем
  - Основные параметры снимков
- Основные метеорологические спутники
- Аппаратура на метеорологических спутниках
- Наземные приёмные станции
- Обработка данных
  - Уровни обработки данных
  - Программное обеспечение
- Итоги

## Поверхность земли

- Высота
- Альbedo
- Тип растительности
- Температура подстилающей поверхности и поверхности океана
- Пожары
- Шероховатость почвы
- Скорость ветра
- Мутность воды/концентрация хлорофилла
- Ледяной покров
- Тип льда
- ...

## Атмосфера

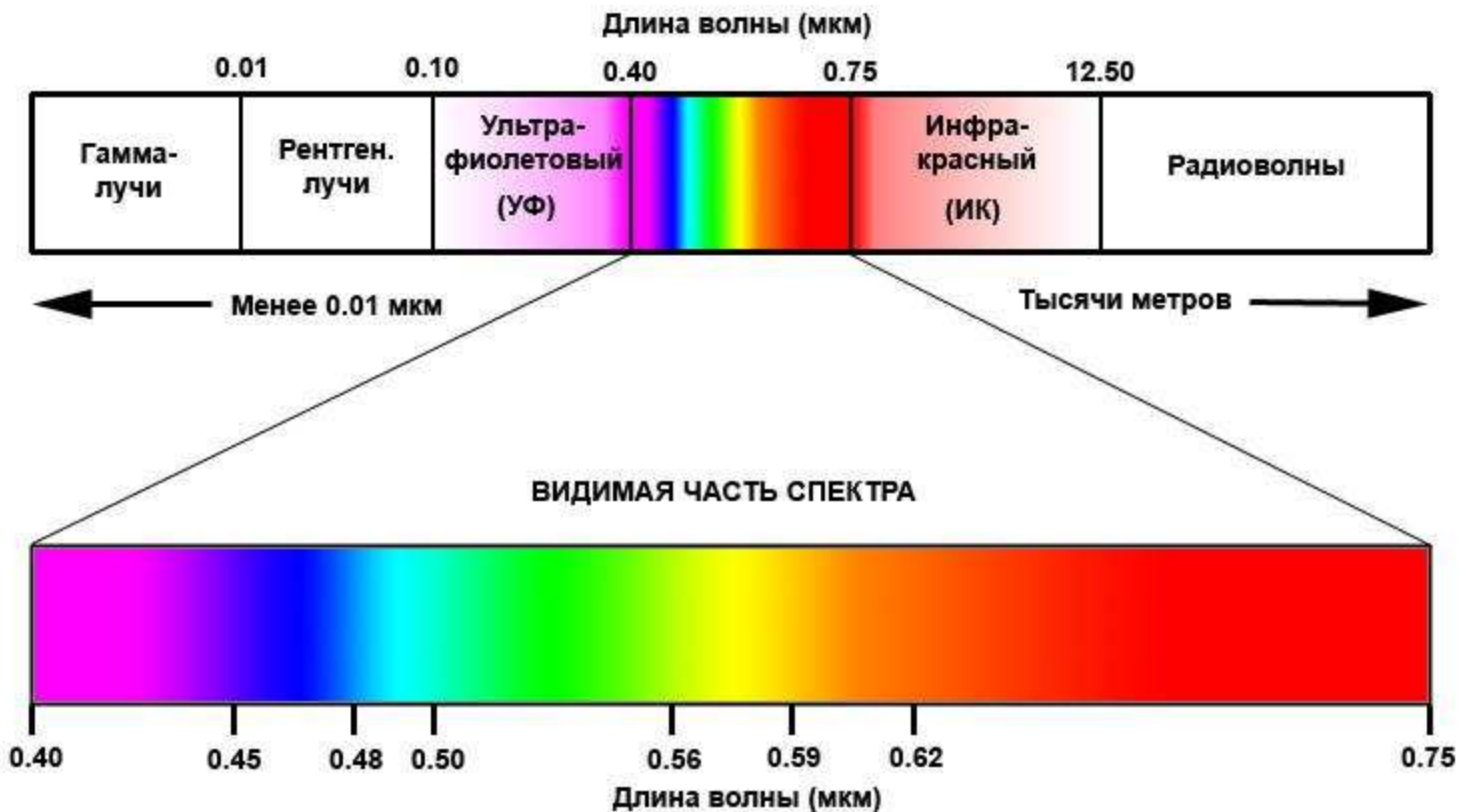
- Давление
- Температура
- Облачный покров
- Высота верхней границы облачности
- Тип облачности
- Грозы
- ...

## Химический состав атмосферы

- Наличие аэрозолей
- Тип аэрозолей
- Виды трассеров
- ...

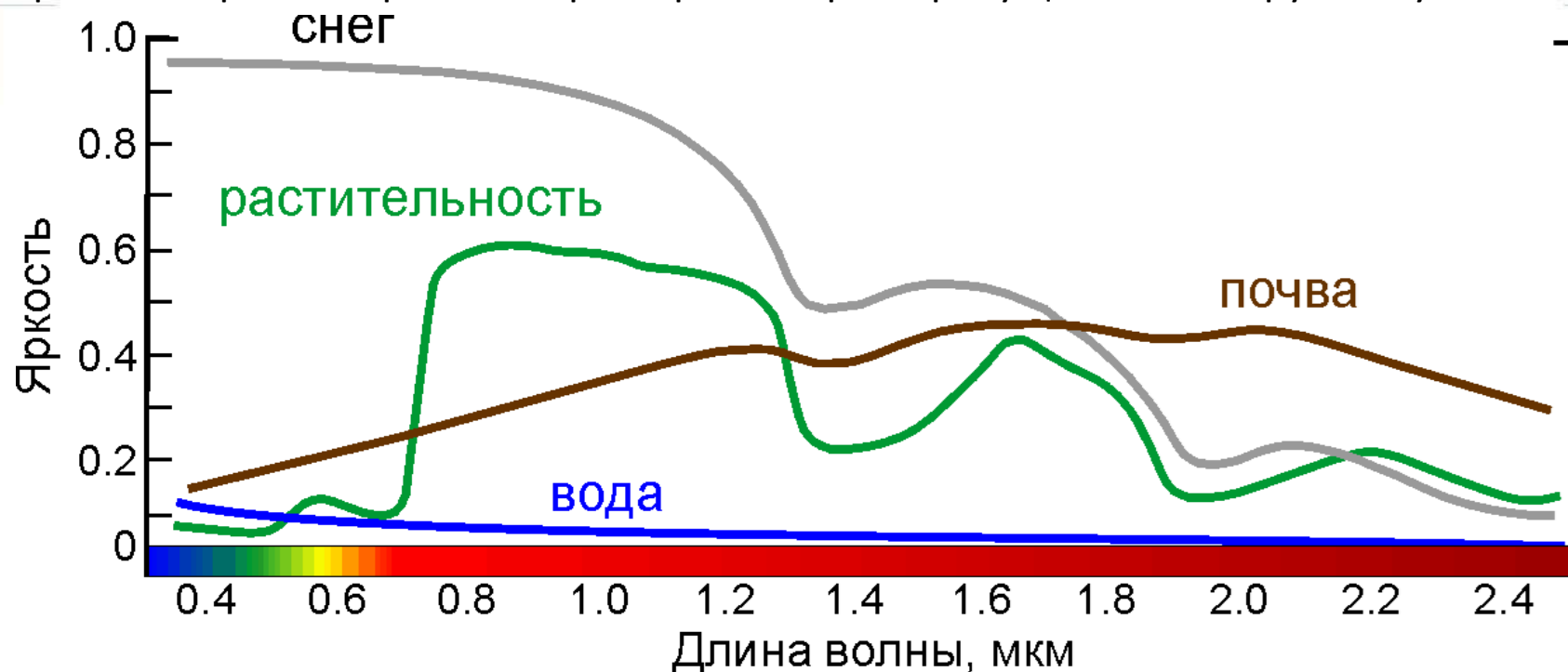
# Введение

## Спектральные диапазоны электромагнитного излучения



## Введение Спектральные кривые различных объектов на земной поверхности

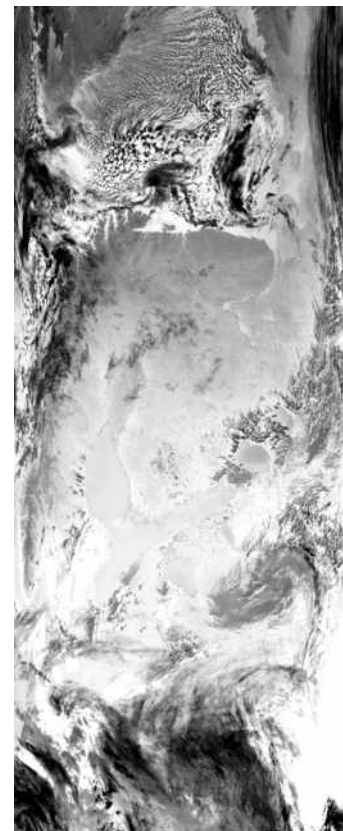
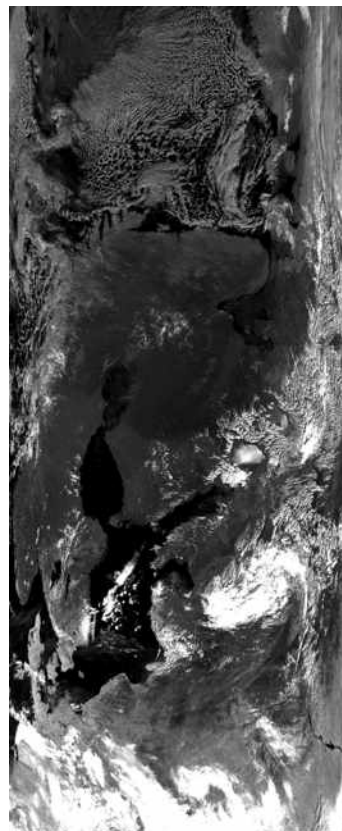
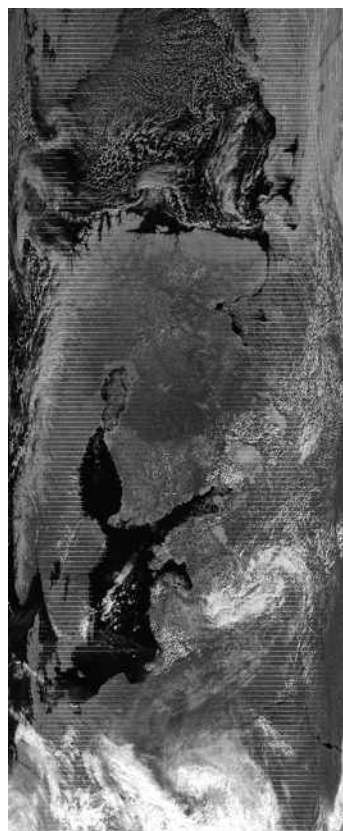
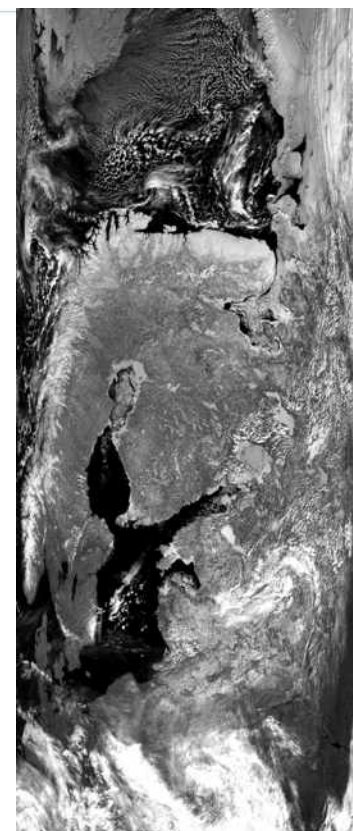
Спектральная кривая отражает характерные черты присущие анализируемому объекту.



**Спектральная кривая** представляет из себя графическое отображение связи между длиной волны и значениями коэффициентов отражения у анализируемого объекта. По оси X — значения длин волн, в которых проводились измерения коэффициентов отражения, как правило, указываются в микрометрах или нанометрах. По оси Y — значения коэффициентов отражения в рассматриваемых зонах спектра, измеряемых, как правило, в долях единицы.



В разных диапазонах объекты (облака, снег, лёд и т.д.) выглядят по-разному



На снимках:

Видимый  
диапазон  
(0,545 – 0,565  
мкм)

Ближний ИК  
диапазон  
(1,23 – 1,25  
мкм)

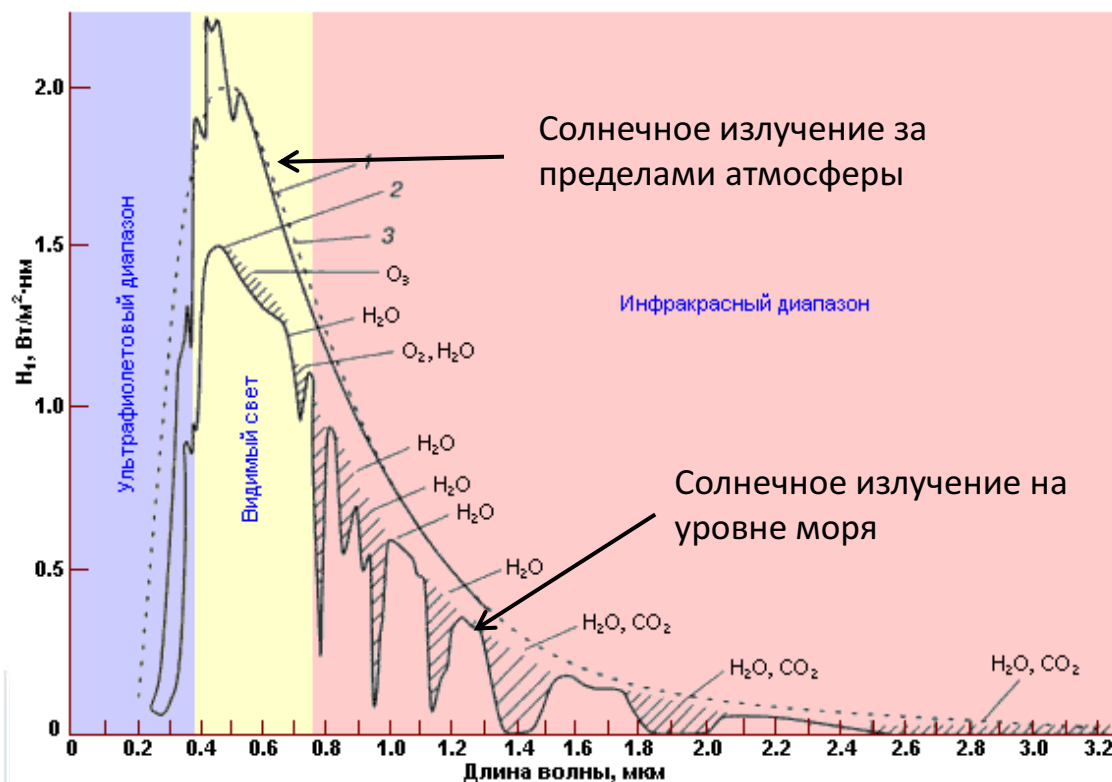
ИК диапазон,  
(1,628 – 1,652  
мкм)

ИК диапазон,  
(3,66 – 3,84  
мкм)

ИК диапазон,  
(8,4 – 8,7 мкм)

## Введение Свойства атмосферы

Атмосфера значительно ослабляет и спектрально преобразует солнечное излучение вследствие рассеяния и поглощения молекулами газов, водяными парами, твёрдыми частицами. Ослабление интенсивности излучения взвешенными в атмосфере частицами зависит от оптической плотности атмосферы, состава взвесей и длины волны излучения.

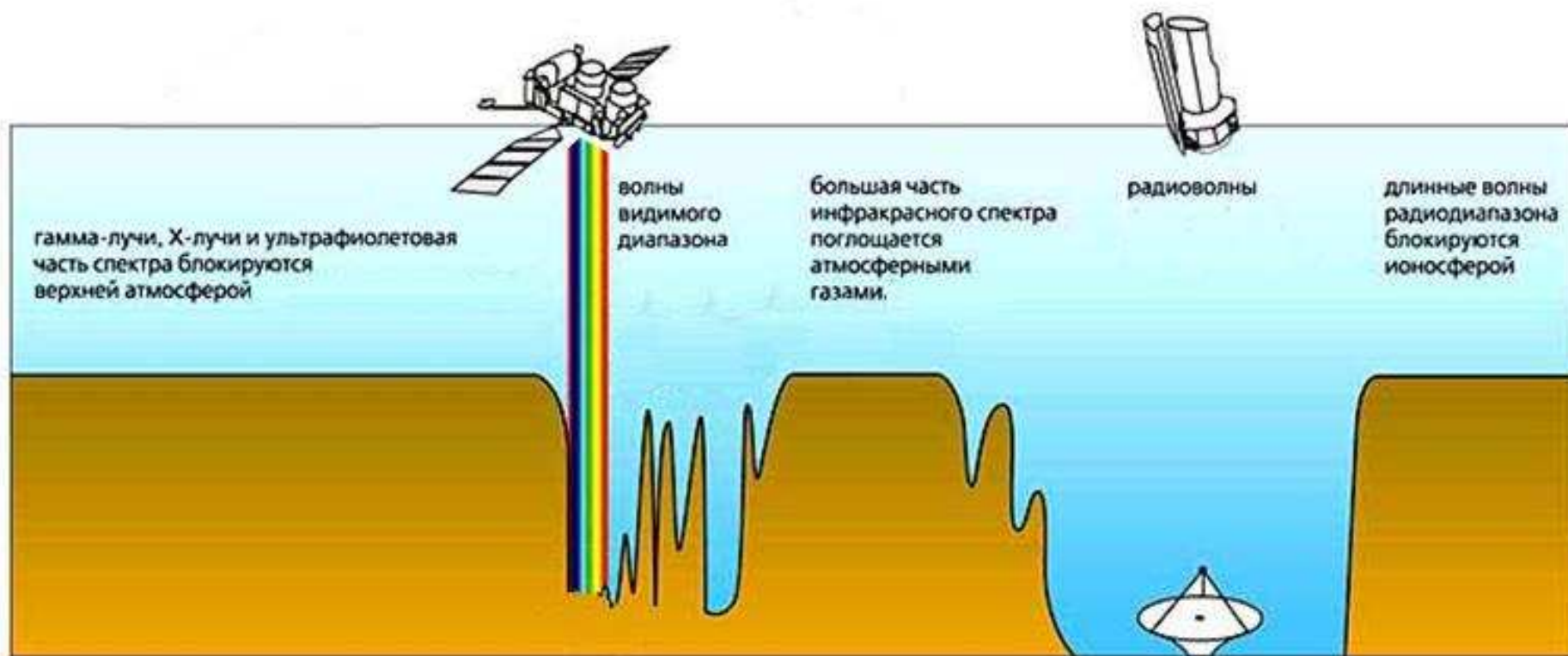
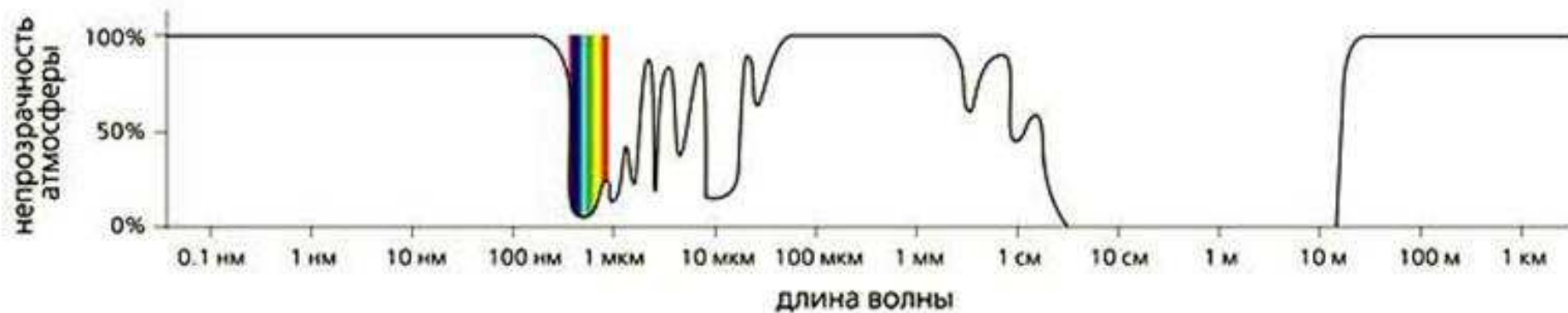


Основными поглотителями солнечного излучения являются водяной пар, диоксид водорода и озон. Поглощение избирательно по спектру. Для некоторых лучей атмосфера мало прозрачна или непрозрачна совсем.



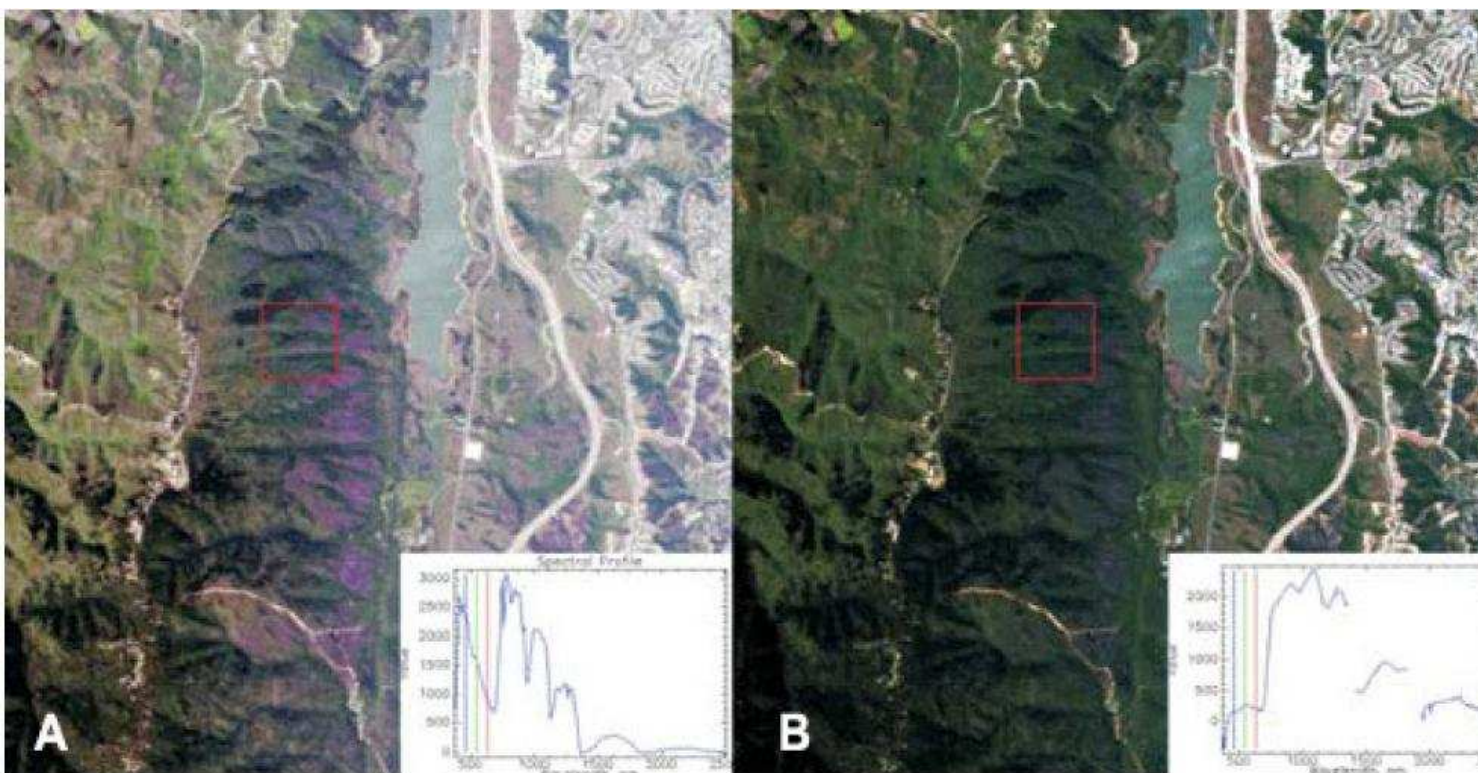
## Введение

### Окна прозрачности атмосферы



## Кстати...

Свойства атмосферы обуславливают необходимость проведения атмосферной коррекции (т.е. устранения эффектов, связанных с рассеянием, поглощением, отражением и преломлением излучения в атмосфере) в задачах, связанных с изучением объектов на земной поверхности.



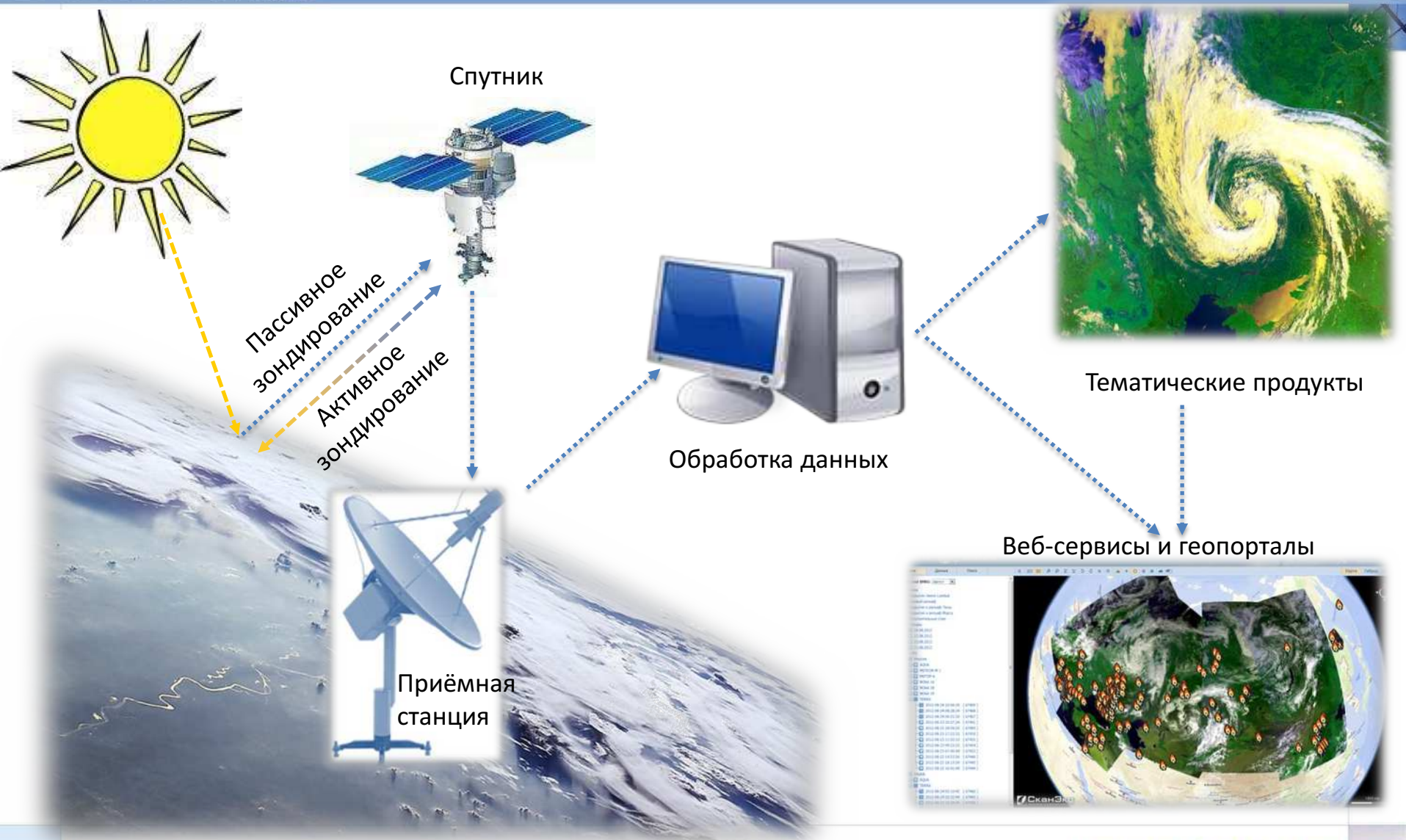
А – синтезированное изображение лесной растительности

В – проведена атмосферная коррекция – удалена дымка. Увеличилась контрастность, улучшились отличительные особенности объектов в спектральной области



# Введение

## Принципиальная схема дистанционного зондирования

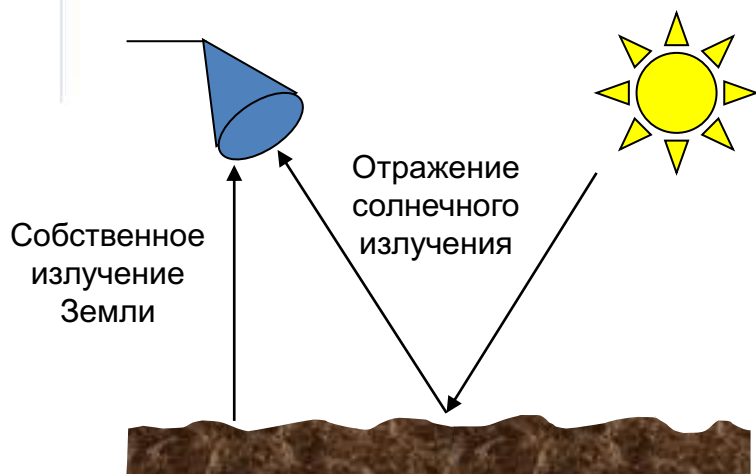


# Введение

## Технологическая схема получения данных космической съемки (КС)



## Введение Методы зондирования



Пассивное  
зондирование

- + Простота применения
- + Доступность
- + Большой выбор различных спутниковых систем
- Зависимость от погоды



Активное  
зондирование  
(Радарная съемка)

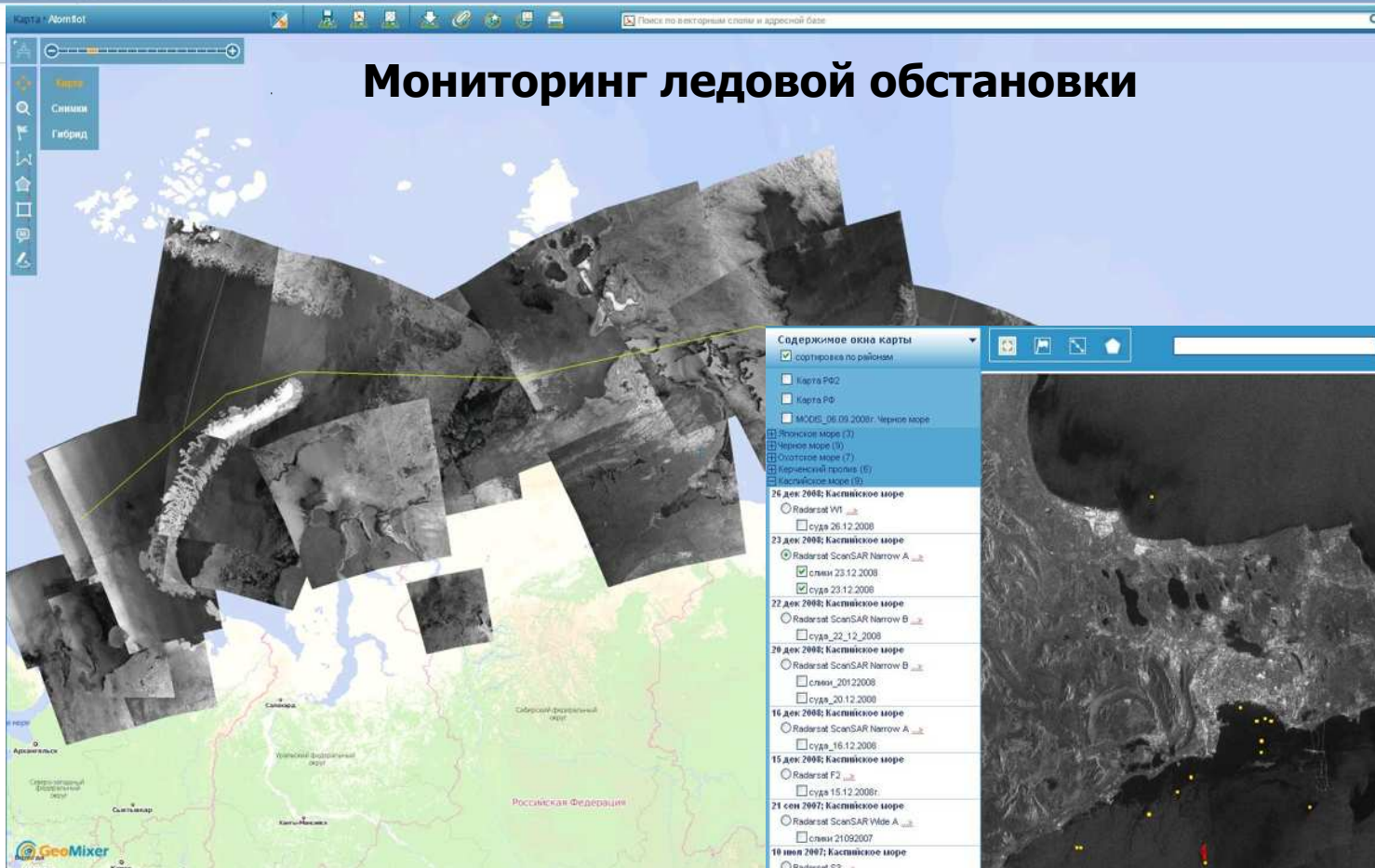
- + Всепогодность
- + Всесезонность
- + Решение специальных задач
- Сложность интерпретации изображения
- Высокая стоимость съемки



# Введение

## Примеры применения радарной съемки

### Мониторинг ледовой обстановки



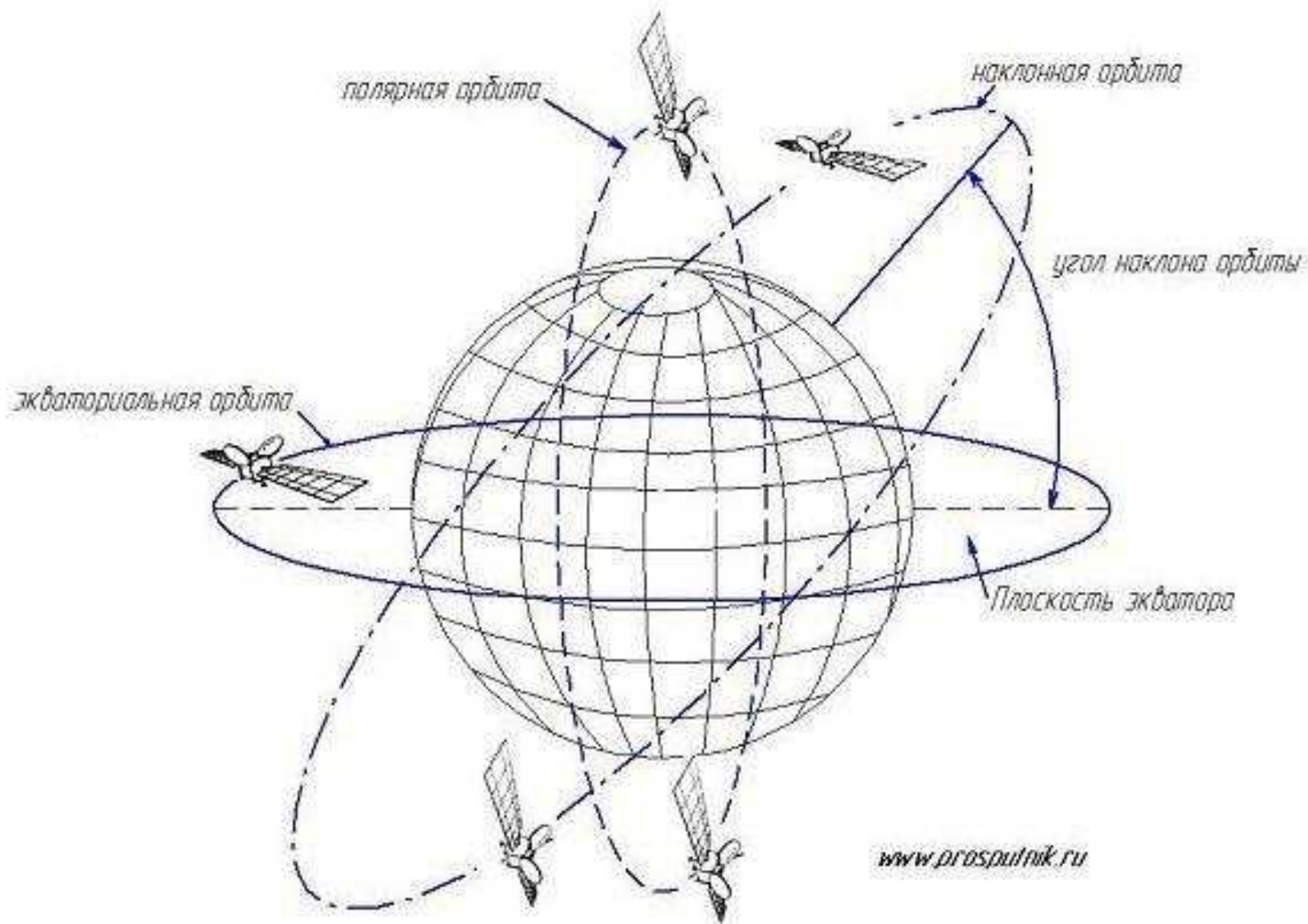
### Мониторинг нефтяных загрязнений

40.36332 50.12703

© CSA, MDA, ESA, Eumimage, ScanEx, 2007-2009

- **Орбитальные параметры спутника**
- **Пространственное разрешение**
- **Обзорность**
- **Радиометрическое разрешение**
- **Спектральные характеристики**

## Характеристики спутников Типы орбит



## Характеристики спутников

### Типы орбит

По форме:

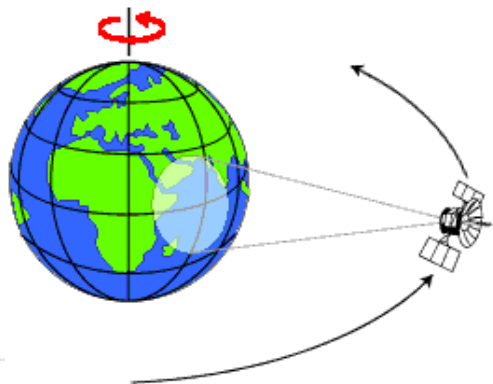
|                 |             |
|-----------------|-------------|
| круговые        | $e=0$       |
| эллиптические   | $0 < e < 1$ |
| параболические  | $e=1$       |
| гиперболические | $1 < e$     |

По наклону:

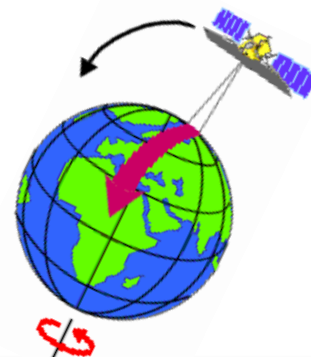
|                |                |
|----------------|----------------|
| экваториальные | $i=0$          |
| наклонные      |                |
| прямые         | $0 < i < 90$   |
| обратные       | $90 < i < 180$ |
| полярные       | $i=90$         |

По периоду обращения:

Геостационарные

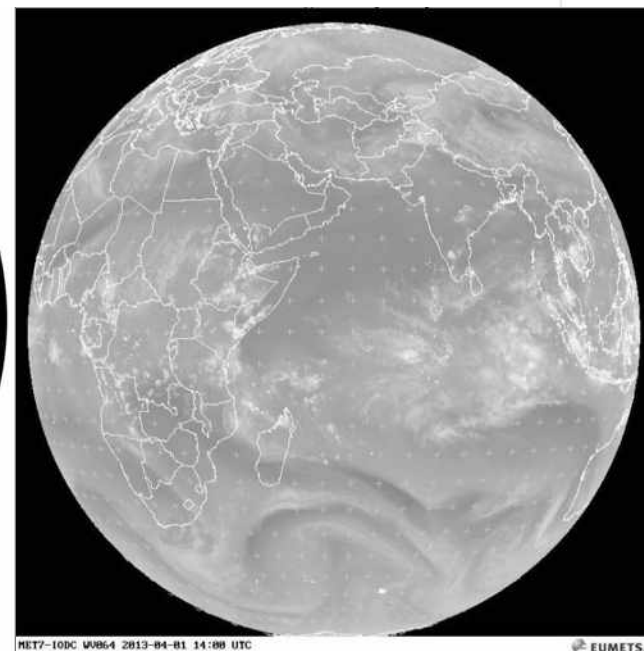
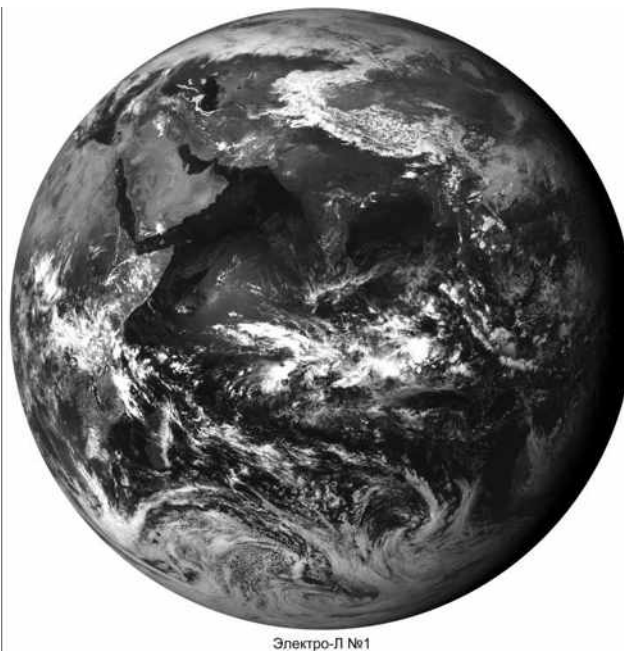
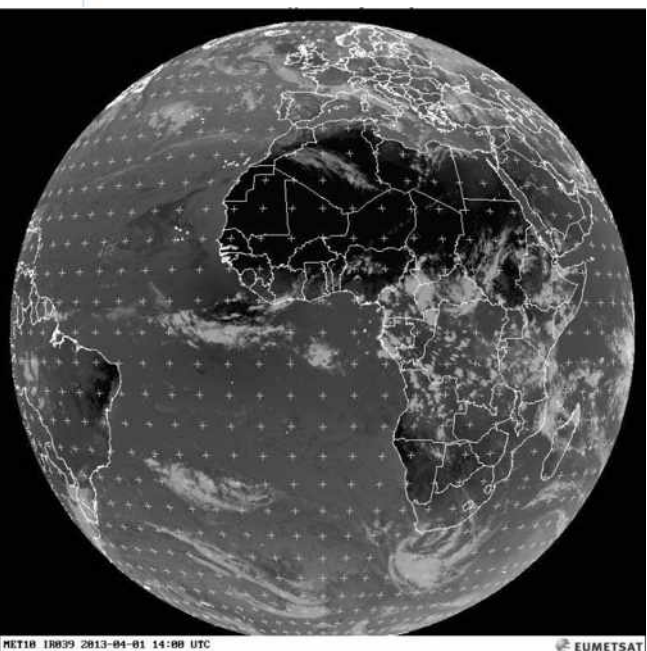


Солнечно-синхронные





## Характеристики спутников Геостационарные спутники



- Преимущества геостационарных спутников:
  - Высокое временное разрешение (5-30 минут)
  - Значительный охват территории
  - Возможность постоянно наблюдать одну и ту же территорию
- Недостатки геостационарных спутников:
  - Низкое пространственное разрешение
  - Ухудшение разрешения при удалении от экватора
  - Небольшое число спектральных каналов

Далее мы будем говорить  
только о полярно-  
орбитальных спутниках

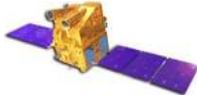
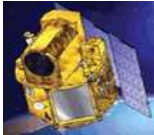
- 1) *Малые высоты:* 100-500 км (пилотируемые корабли и орбитальные станции);
- 2) *Средние высоты:* 500-2000 км (ресурсные и метеорологические спутники);
- 3) *Большие высоты :* 36000-40000 км (геостационарные спутники - скорость движения спутника равна скорости вращения Земли - постоянное наблюдение за определенным районом на поверхности).

От высоты, орбиты и характеристик аппаратуры зависят характеристики получаемых снимков: охват, пространственное разрешение и пр.

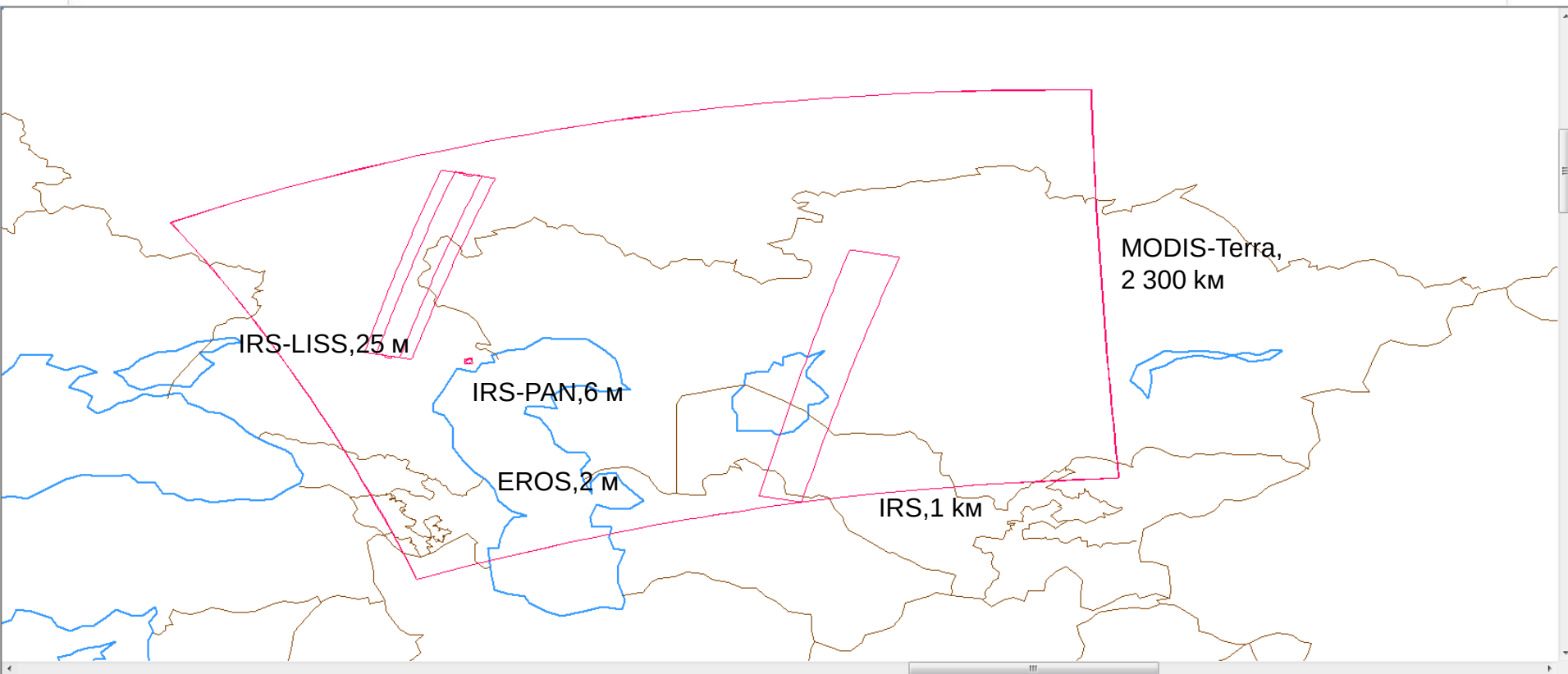
# Основные свойства съемочных систем

## Пространственное разрешение

| Классификация снимков    | Разрешение (м) |
|--------------------------|----------------|
| Сверхвысокого разрешения | До 1           |
| Высокого разрешения      | 1 – 10         |
| Среднего разрешения      | 10 – 30        |
| Низкого разрешения       | 30 - 250       |
| Очень низкого разрешения | 250 - 3000     |

| Низкого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Среднего                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Высокого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Terra</p>  <p>FengYun</p>  <p>NOAA</p>  <p>Aqua</p>  <p>Metop</p> |  <p>SPOT-5</p>  <p>Landsat-7</p>  <p>Resoucesat-1</p>  <p>SPOT 4</p>  <p>IRS-1D</p>  <p>METEOP-M</p> |  <p>EROS A</p>  <p>Cartosat-1</p>  <p>QuickBird</p>  <p>FORMOSAT-2</p>  <p>Cartosat-2</p>  <p>ALOS</p>  <p>THEOS</p>  <p>Resurs-DK1</p> |

# Основные свойства съемочных систем Обзорность

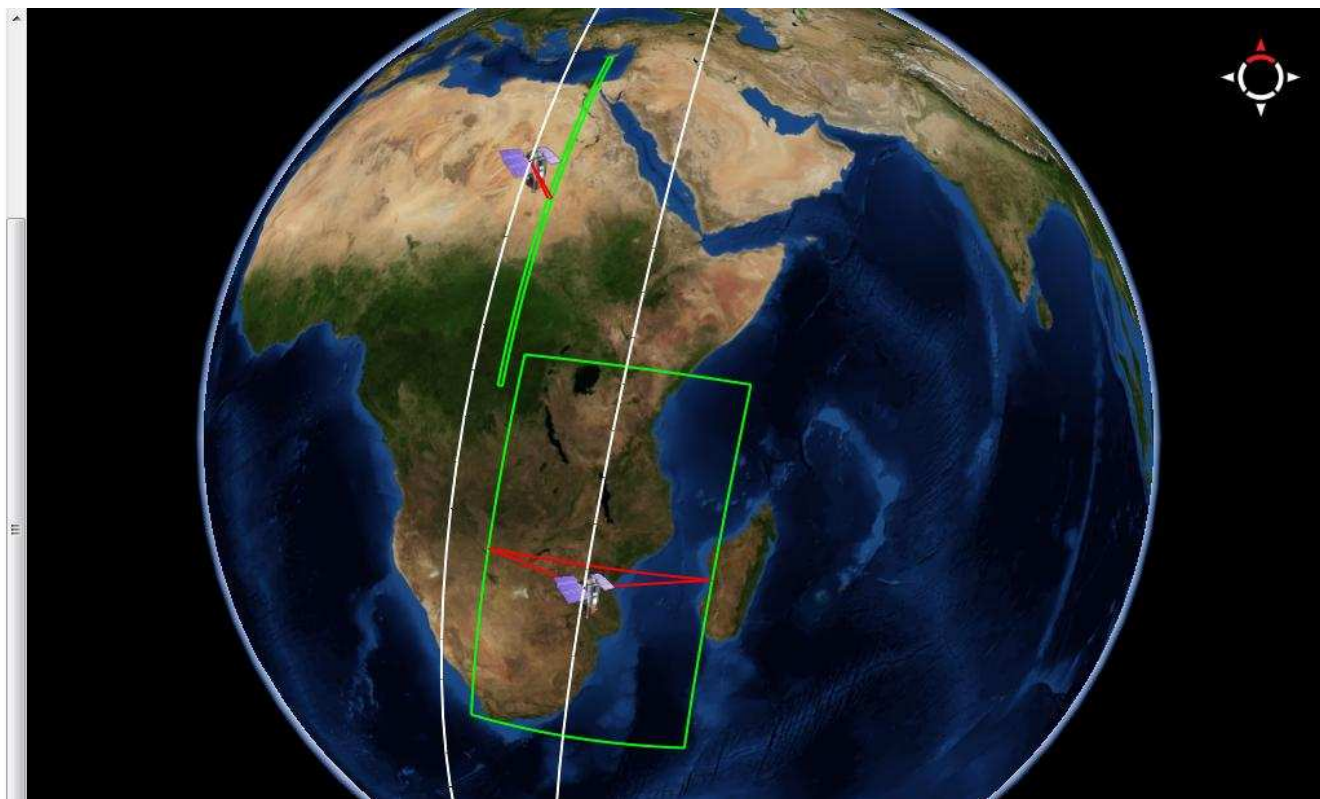




# Характеристики спутников

## Обзорность

- Спутники
  - ДЗЗ
    - ☐ AQUA
    - ☐ CARTOSAT 1
    - ☐ CARTOSAT 2
    - ☐ DEIMOS 1
    - ☐ DMC 2
    - ☐ ENVISAT
    - ☐ EROS A1
    - ☐ EROS B
    - ☐ FENGYUN 3A
    - ☐ IRS P6
    - ☒ LANDSAT 5
    - ☐ METEOR M
    - ☐ METOP A
    - ☐ NOAA 15
    - ☐ NOAA 16
    - ☐ NOAA 17
    - ☐ NOAA 18
    - ☐ NOAA 19
    - ☐ NPP
    - ☐ RADARSAT 1
    - ☐ RADARSAT 2
    - ☐ RESURS DK-1
    - ☐ ROCSAT 2
    - ☐ SKYMED 1
    - ☐ SKYMED 2
    - ☐ SPOT 4
    - ☐ SPOT 5
    - ☒ TERRA
  - GPS
    - ☐ GLONASS



полоса обзора



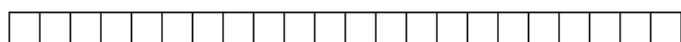
надир

## Основные свойства съемочных систем Формирование изображения

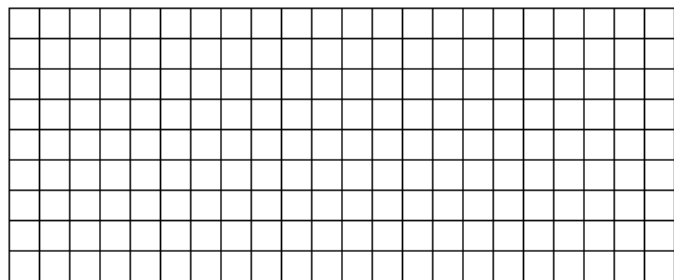
В основе любой современной оптической системы стоит светочувствительный элемент – ПЗС матрица или КМОП матрица. От их свойств зависит радиометрическое разрешение и спектральные характеристики снимков.

### Принцип действия ПЗС матрицы

ПЗС матрица (Прибор с Зарядовой Связью)

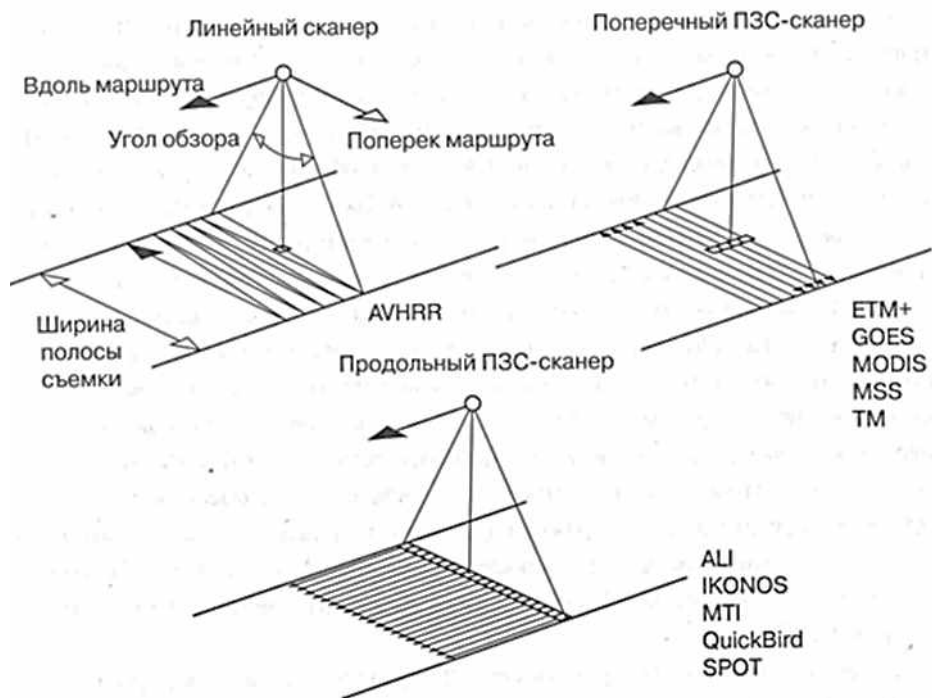


за счёт  
движения  
космического  
аппарата



формирует изображение

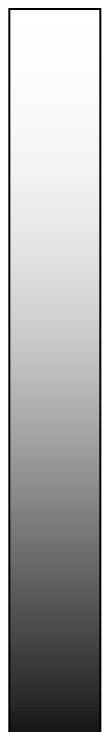
### Формирование изображения на сканере



# Основные свойства съемочных систем

## Радиометрическое разрешение

Диапазон яркости



1 bit/pix



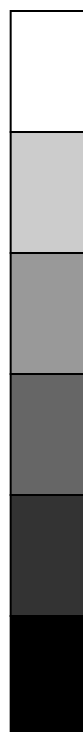
0 и 1

2 bit/pix



0 ... 4

6 bit/pix

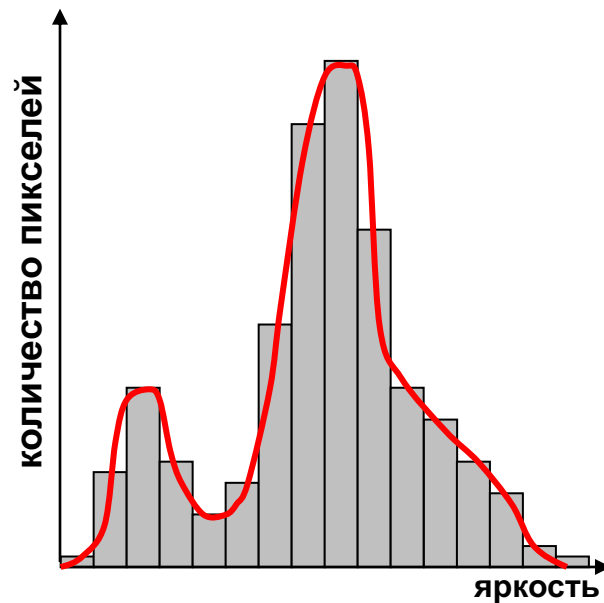


0 ... 64

16 bit/pix



0 ... 65 535



2 bit/pix



8 bit/pix



### Спектральные диапазоны космических снимков

#### Мультиспектральные снимки

Видимый диапазон

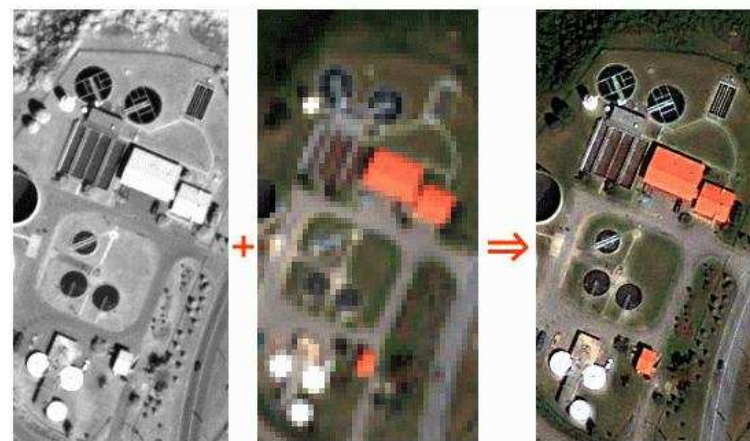
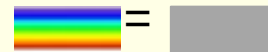
0,38 – 0,780 мкм

Инфракрасный диапазон (ИК)

- Ближний инфракрасный  
0,74—1,4 мкм
- Коротковолновый ИК  
1.4 – 3,0 мкм
- Средневолновый ИК  
3 – 8 мкм
- Длинноволновый ИК  
8 – 15 мкм

#### Панхроматические снимки

- Снимки с широким диапазоном
- Имеют более высокое разрешение
- Используются для увеличения пространственного разрешения

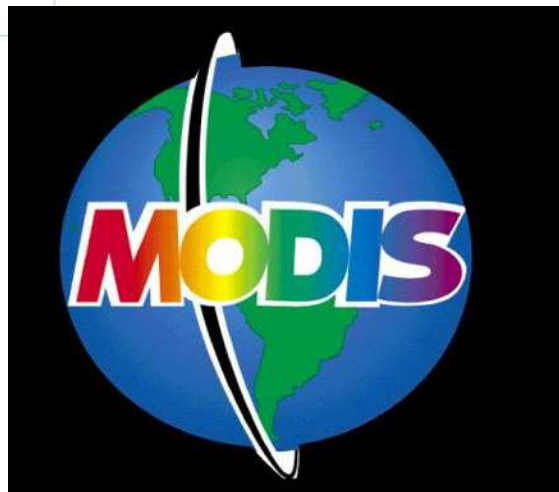




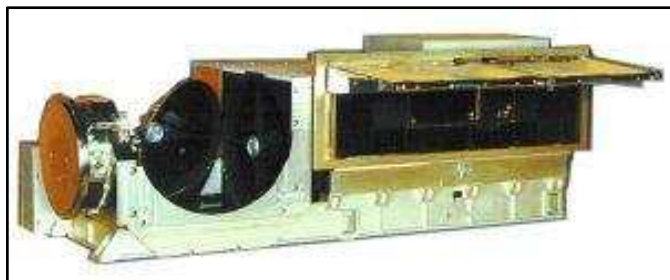
| Россия                                                                                                | США                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Европа                                                                                                 | Китай                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>«Метеор-М» №1</p> | <div>  <p>Aqua</p> </div> <div>  <p>Terra</p> </div> <div>  <p>NOAA – 16, 18, 19</p> </div> <div>  <p>Suomi NPP</p> </div> |  <p>Metop –А, В</p> |  <p>Fengyun – 3А, 3В</p> |

В общей сложности – 9 спутников

## Аппаратура на метеорологических спутниках



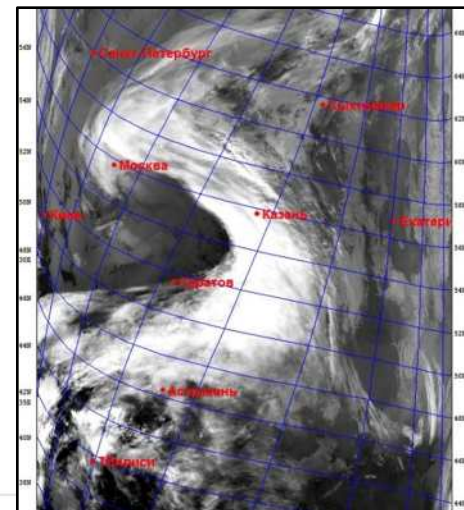
Прибор: MODIS  
Спутники: Terra, Aqua  
Диапазон: Видимый, БИК, ИК  
Число каналов: 36  
Разрешение и каналы:  
250 м (каналы 1-2)  
500 м (каналы 3-7)  
1000 м (каналы 8-36)



Прибор: AVHRR  
Спутники: NOAA; Metop  
Диапазон: Видимый, БИК, ИК  
Число каналов: 5

### Каналы Диапазон (мкм)

|      |                          |
|------|--------------------------|
| 1    | 0.58- 0.68               |
| 2    | 0.725- 1.0               |
| 3a/b | 1.57-1.64/<br>3.55- 3.93 |
| 4    | 10.3 –11.3               |
| 5    | 11.4 –12.4               |





Прибор: MCSU-MP  
Спутник: Метеор-М  
Диапазон: Видимый,  
БИК, ИК  
Число каналов: 6

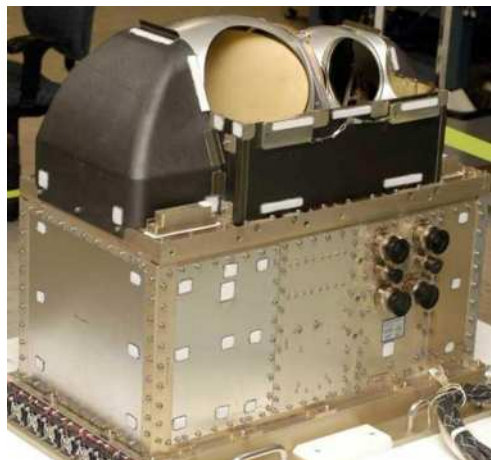
Каналы:  
0,5-0,7 мкм;  
0,7-1,1 мкм;  
1,6-1,8 мкм;  
3,5-4,1 мкм;  
10,5-11,5 мкм;  
11,5-12,5 мкм



Прибор: VIIRS  
Спутник: Suomi NPP  
Диапазон: Видимый,  
БИК, ИК  
Число каналов: 22

- 5 каналов высокого разрешения (380 м)
- 16 каналов среднего разрешения (750 м)
- 1 канал (регистрирует излучение от Земли ночью при лунном свете (Day/Night Band))





Прибор: ATMS

Спутник: Suomi NPP

Диапазон: СВЧ

Число каналов: 22

Сфера применения:  
Прибор обеспечивает температурно-влажностное зондирование атмосферы



Прибор: CERES

Спутник: Suomi NPP

Диапазон: Видимый, ИК, панхроматический канал

Число каналов: 3

Сфера применения:  
Измеряется отражённая солнечная радиация и собственное излучение земли.  
Характеристики облачности: количество, высота, плотность, размер частиц, фаза воды в облачности и пр.





Прибор: CrIS

Спутник: Suomi NPP

Диапазон: ИК

Число каналов: 1305

Сфера применения:  
Профили  
температуры,  
влажности и давления



Прибор: HIRS/3

Спутник: NOAA

Диапазон: Видимый, ИК

Число каналов: 20

1 канал - 0.69 мкм

7 каналов - 3.7 - 4.6 мкм

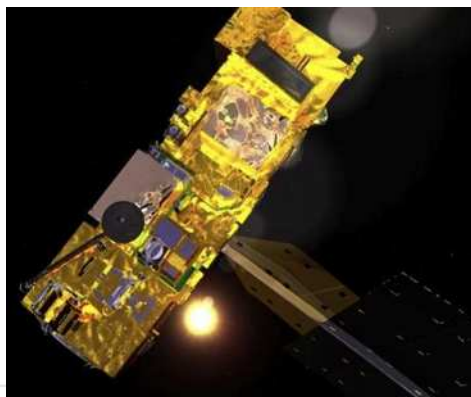
12 каналов - 6.5 – 15 мкм

Сфера применения:  
Профиль температуры  
Температура поверхности  
Детектирование  
облачности  
Общее содержание озона  
Водяной пар



Прибор: MHS  
Спутник: NOAA,  
MetOp  
Диапазон: СВЧ  
Число каналов: 5

Сфера применения:  
Атмосферная влажность  
– лёд в атмосфере,  
облачный покров, осадки  
(дождь, снег, мокрый  
снег, град и пр.)  
Температура  
поверхности



Прибор: AIRS  
Спутник: AQUA  
Диапазон: Видимый, БИК,  
ИК  
Число каналов: 2378 ИК  
каналов и 4 – видимого и  
БИК диапазона

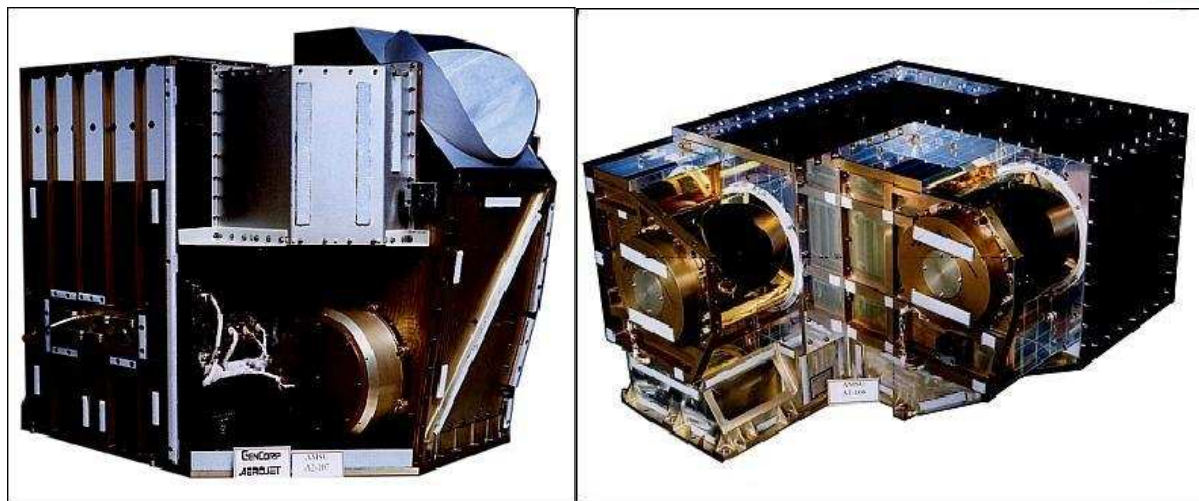
Сфера применения:  
Высокоточные  
вертикальные профили  
температуры и влажности  
Концентрация малых  
газовых составляющих

Прибор: AMSU

Спутник: NOAA,  
MetOp

Диапазон: СВЧ

Число каналов: 18



Сфера применения:

AMSU-A2 (2 канала)

Вертикальный профиль температуры от поверхности земли до высоты 45 км

AMSU-A1 (13 каналов)

Исследование воды в атмосфере в разных состояниях за исключением мелких  
ледяных частиц

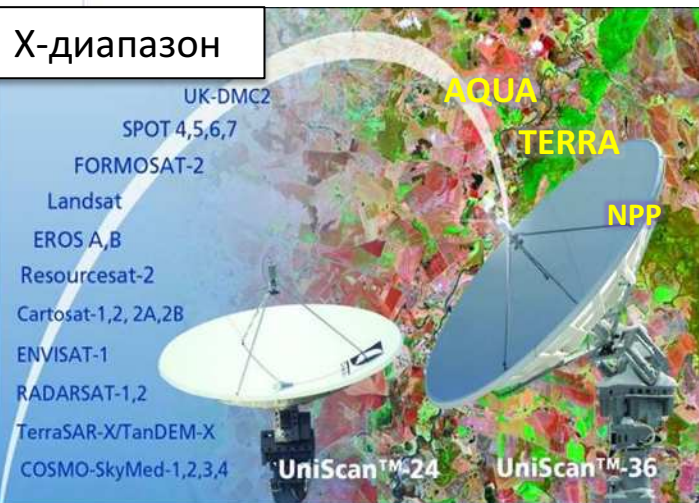
AMSU-B (5 каналов)

Вертикальный профиль влажности

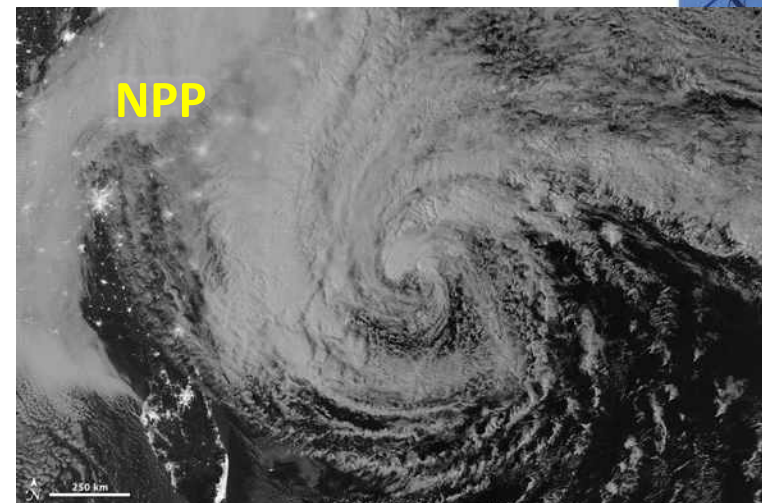


## Наземные приёмные станции

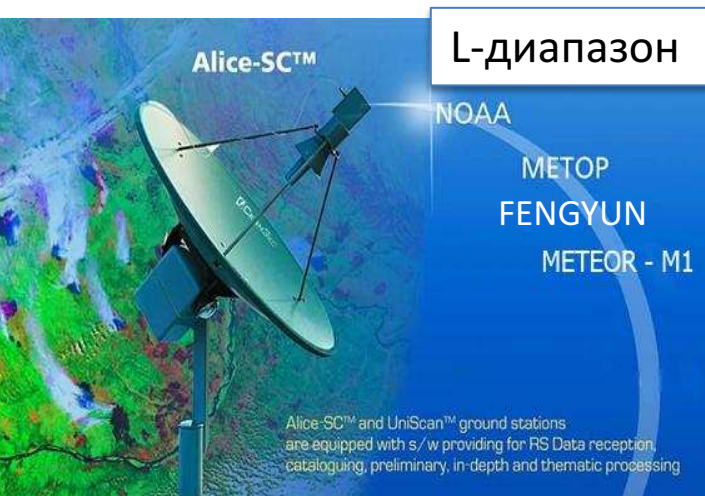
### Х-диапазон



Приёмные станции разделяются по диапазонам радиосвязи. Чаще всего это станции X и L диапазона;



### L-диапазон

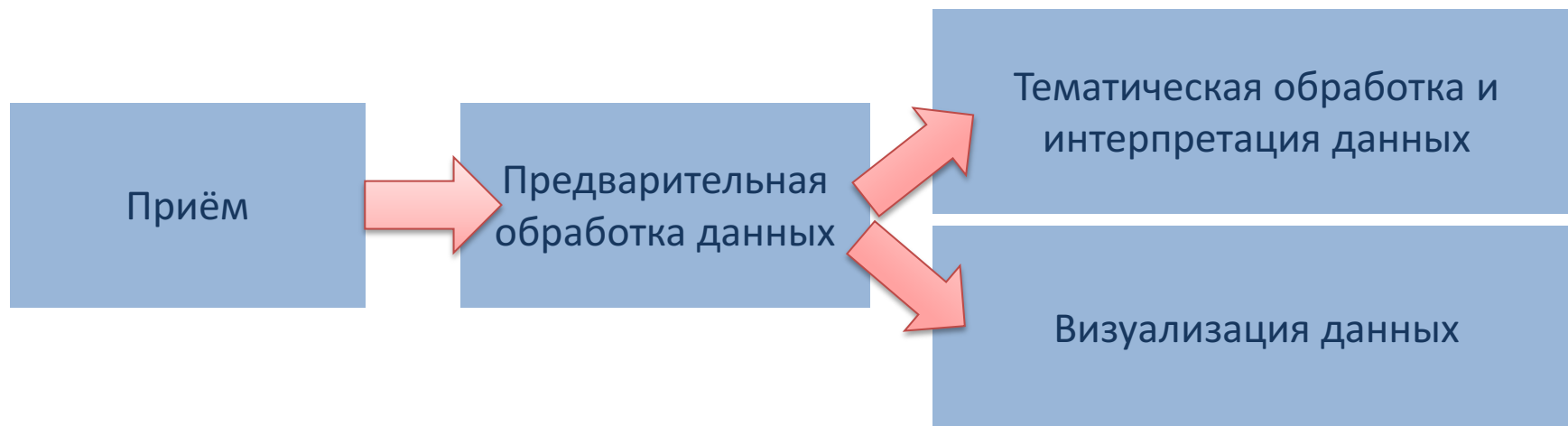


Охват территории зависит, в основном, от местоположения станции и рельефа местности. Например. Дневной охват данных со спутников серии NOAA приёмной станцией Алиса-СК





До того, как данные дистанционного зондирования будут готовы для использования, они должны пройти соответствующие этапы:



Эти этапы, в большей или меньшей степени, могут быть автоматизированы. Их выполнение может быть разнесено в пространстве и времени, однако последовательность всегда сохраняется.

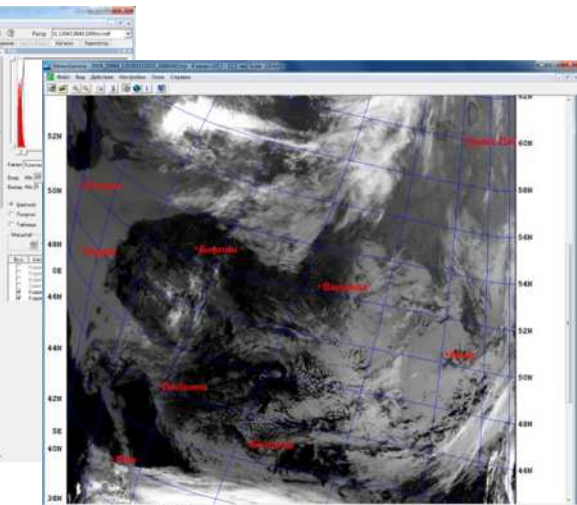
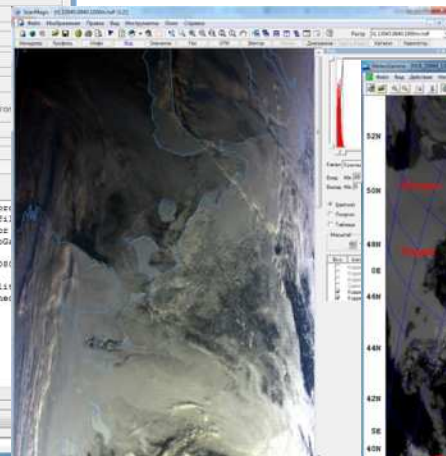
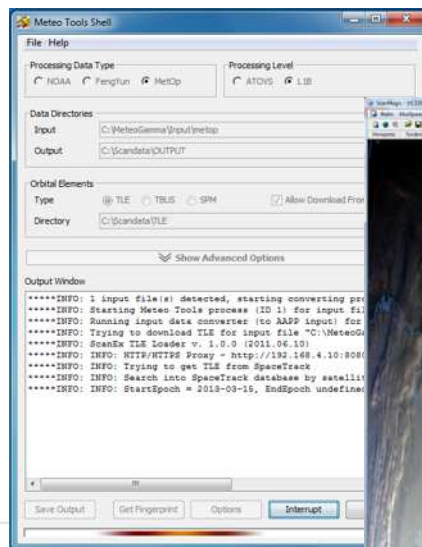
- Автоматический режим:



Система  
автоматической  
обработки  
данных



- Ручной режим:



- Сырые изображения (RAW) – уровень 0
- Радиометрически скорректированы – уровень 1А
- Географически привязаны – уровень 1В
- Систематическая геометрическая коррекция – уровень 2
- Коррекция с использованием опорных точек – уровень 2 А
- Ортотрансформирование – уровень 2 В

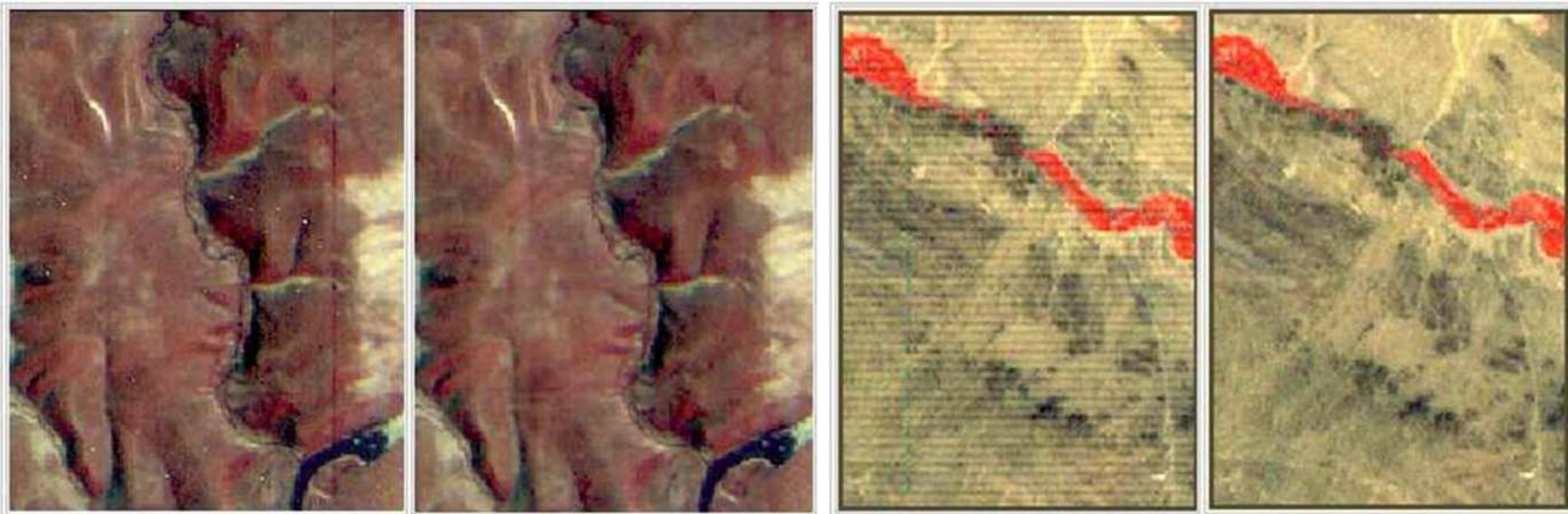
## Обработка данных Радиометрическая коррекция



Фрагмент снимка IRS 1D PAN до и после проведения радиометрической коррекции методом устранения периодических шумов при помощи преобразований Фурье. Оренбургская область, окрестности г. Бузулук.



## Обработка данных Пример радиометрической коррекции



Удаление сбойных пикселей и  
вертикальных полос (статический метод)

Удаление горизонтальных полос  
(статистический метод)

**Радиометрическая коррекция VNIR данных ASTER**

# Обработка данных

## Уровень 1В - Географическая привязка и коррекция географической привязки

### Способы географической привязки

#### Аналитический

по известным параметрам орбиты и модели сенсора

$$(\phi^{\circ}, \lambda^{\circ}) = f(\text{Pixel}, \text{Line})$$

#### Регрессионный

по RPC коэффициентам и широтно-долготной сетке

$$\phi = A_1 P^2 + A_2 PL + \dots$$

$$\lambda = B_1 P^2 + B_2 PL + \dots$$

### Коррекция географической привязки выполняется на основе ОТМ (GCP)

Коррекция аналитической модели, параметров баллистики и камеры

Коррекция регрессионной модели



Геометрическая коррекция выполняется для **коррекции** систематических и несистематических искажений снимка и высокоточной пространственной **привязки** с учетом данных о рельефе (ортотрансформирование)

Процедура геометрической коррекции выполняется в момент трансформирования снимка в картографическую проекцию, используя:

- географическую привязку снимка (уровень 2),
- опорные точки местности ОТМ (уровень 2А),
- цифровую модель рельефа (уровень 2В)

## Обработка данных Причины геометрических искажений

1. Кривизна земного геоида (рис.1)
2. Рельеф поверхности Земли (рис.2)
3. Вращение Земли
4. Движение космического аппарата в процессе формирования изображения

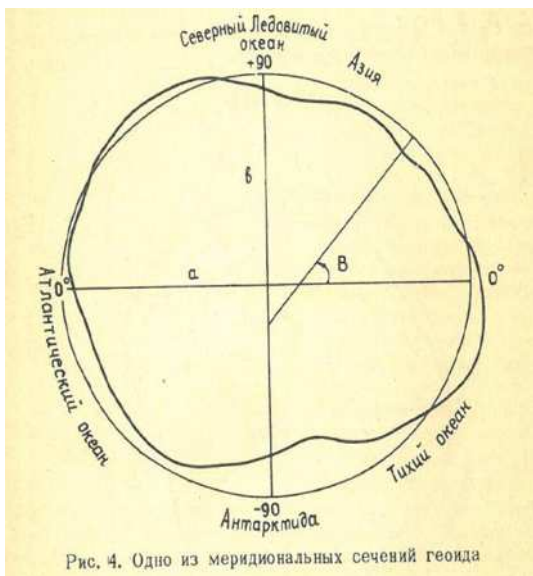


рис.1

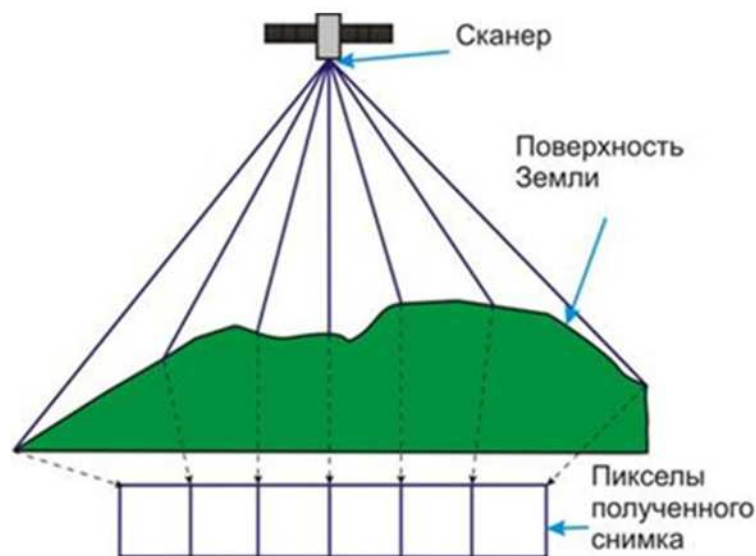
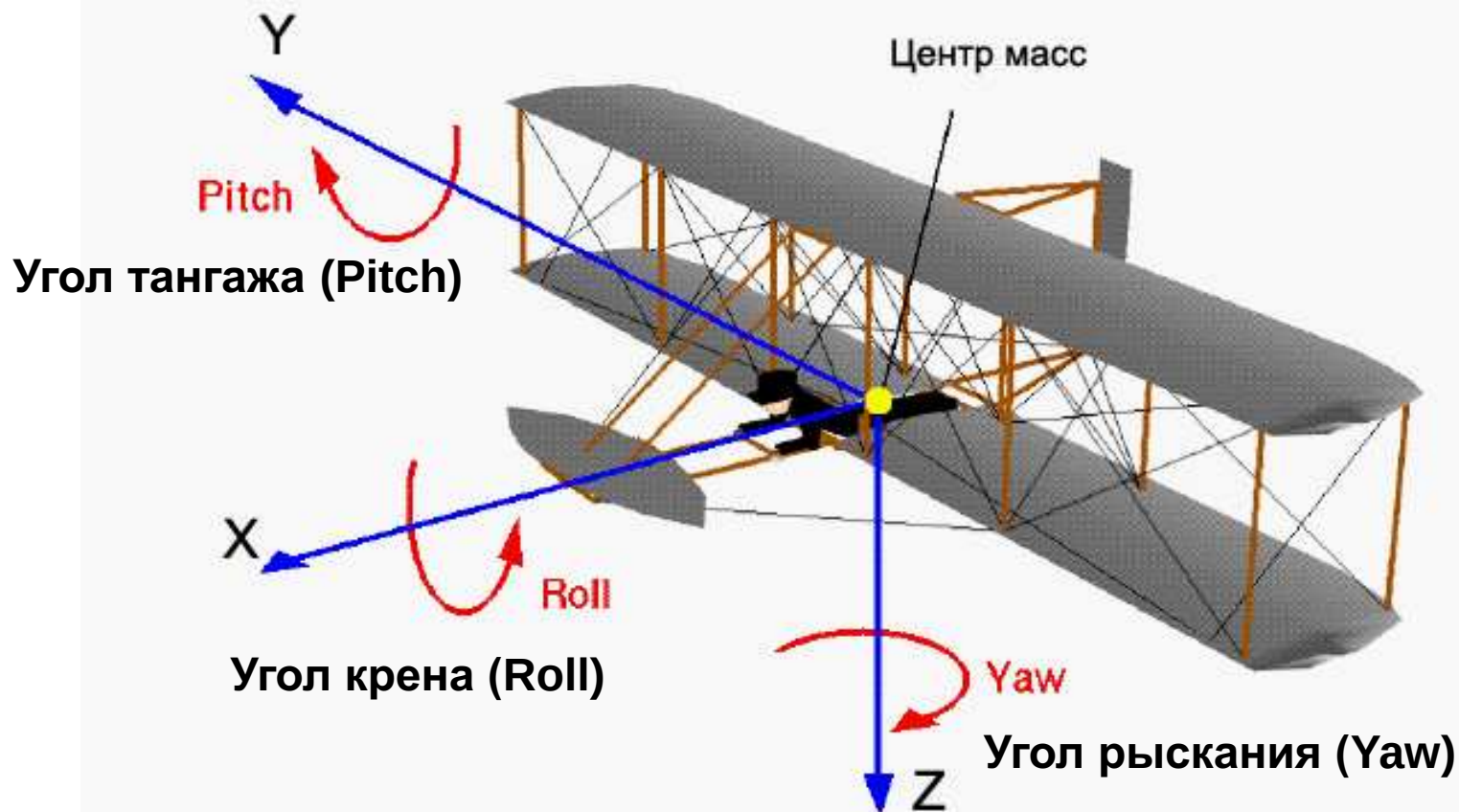


рис.2



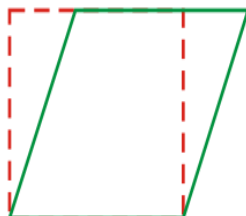
## Обработка данных Причины геометрических искажений



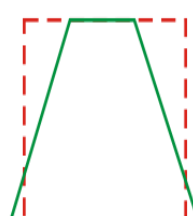
## Обработка данных Причины геометрических искажений



Время сканирования



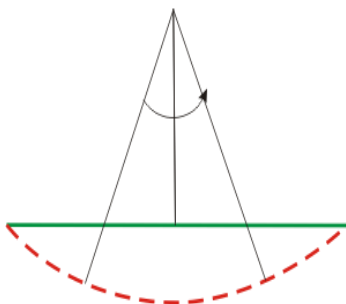
Вращение Земли



Изменение высоты



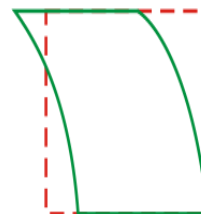
Ошибка Pitch



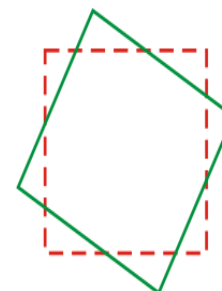
Дисторсия объектива



Скос сканера



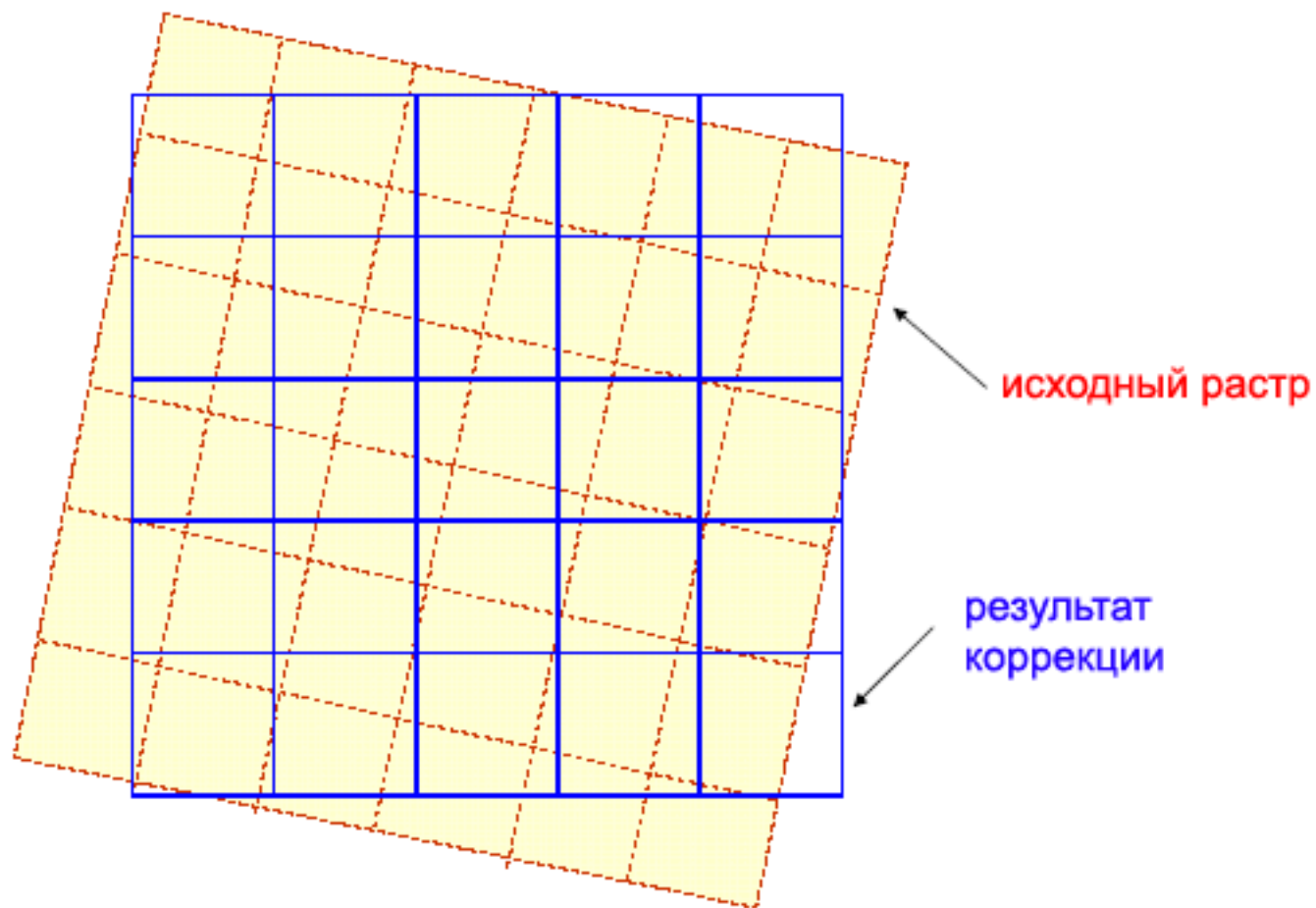
Ошибка Roll



Ошибка Yaw

- Типы геометрических искажений:
- систематические
  - несистематические

## Результат геометрической коррекции (схема)



## Обработка данных Геометрическая коррекция

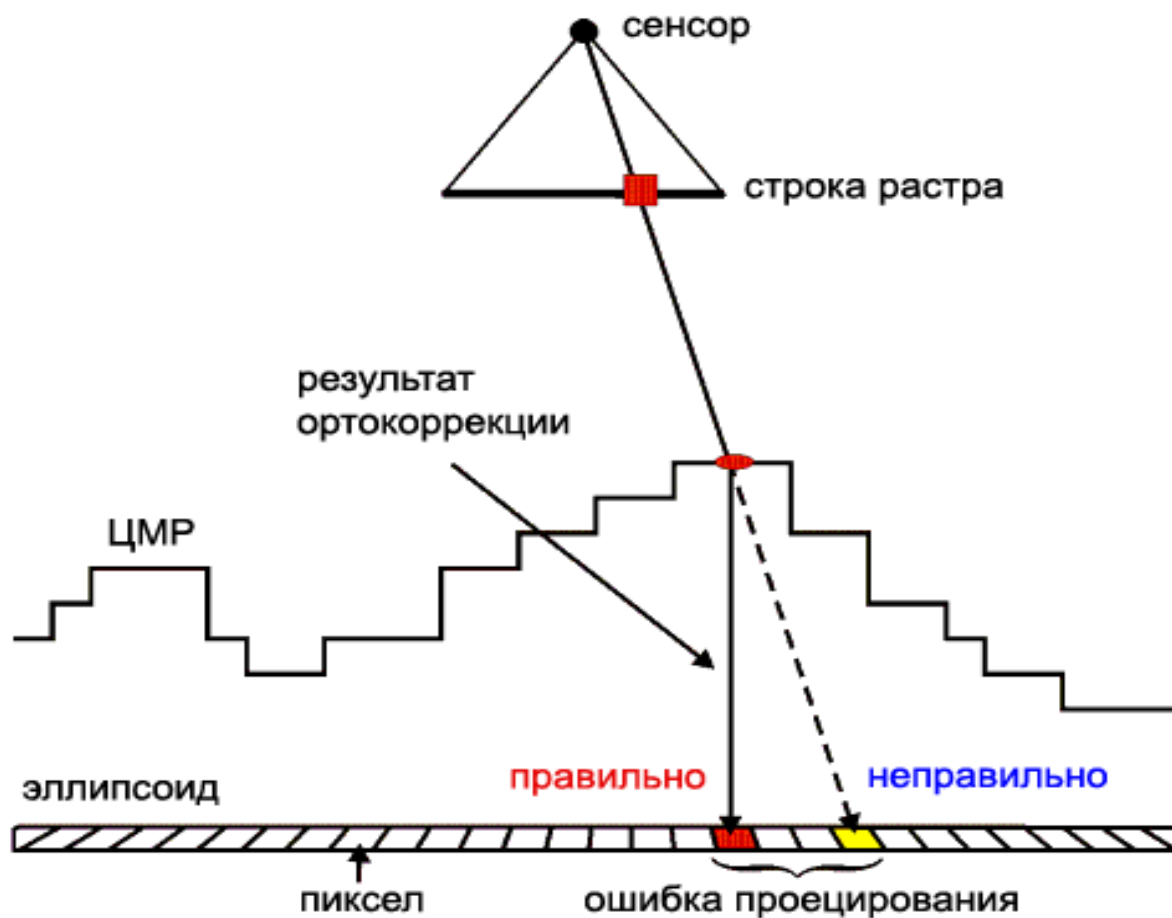
Результат геометрической коррекции на фрагменте снимка с КА TERRA:



Фрагмент снимка TERRA ASTER до и после проведения геометрической коррекции методом полиномиального преобразования с использованием набора GCP. Различные углы наклона границ сельскохозяйственных полей ясно показывают отличия первоначального и геометрически откорректированного фрагментов.



## Обработка данных Уровень 2В - Ортотрансформирование



## Обработка данных Пример ортотрансформирования



Для обработки данных дистанционного зондирования метеорологического назначения необходимо иметь набор программных пакетов для:

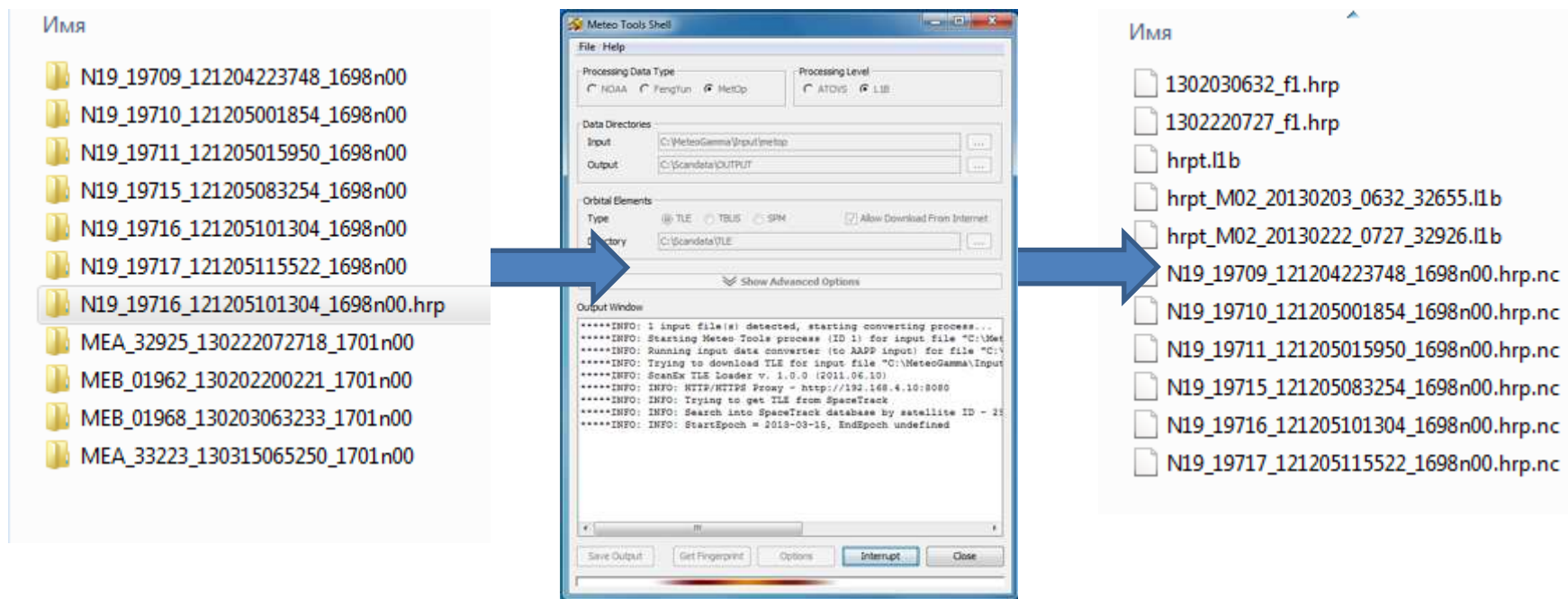
Предобработки данных

Тематической обработки данных

Визуализации и интерпретации данных



Пакеты предобработки данных выполняют распаковку исходного битового потока, полученного с помощью приёмной станции, и генерацию стандартных продуктов уровня L1B (географически привязанные и радиометрически калиброванные данные)



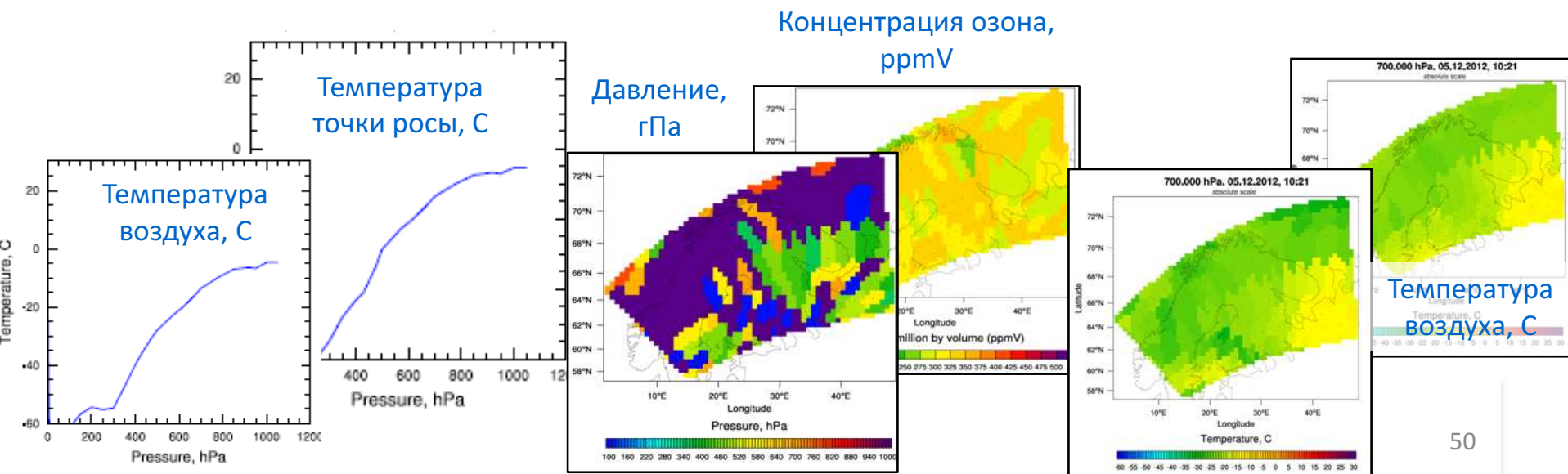
Для работы с данными пакетами необходимо иметь орбитальные данные. Пользователь может также привлечь вспомогательные данные:

- **SRX** - файлы всемирного радиозонда
- **METAR** - файлы приземных и приводных наблюдений
- **FCST** - файлы глобальных периодических прогнозов



Данные пакеты позволяют получить тематические продукты: профили температуры и влажность, маску облачности, температуру поверхности воды, вегетационный индекс, сплоченность льда, высоту верхней границы облачности, водозапас облаков, концентрацию озона и других малых газовых примесей, маску пожаров, концентрацию хлорофилла-а в воде, альbedo поверхности и т.д.

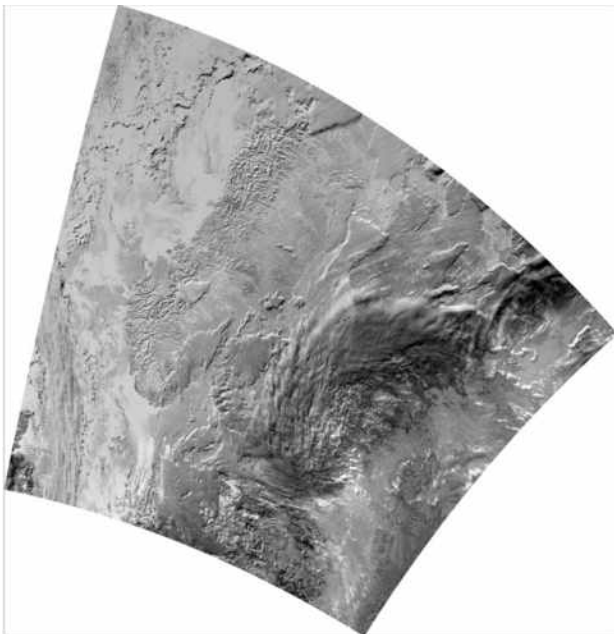
## Примеры продуктов



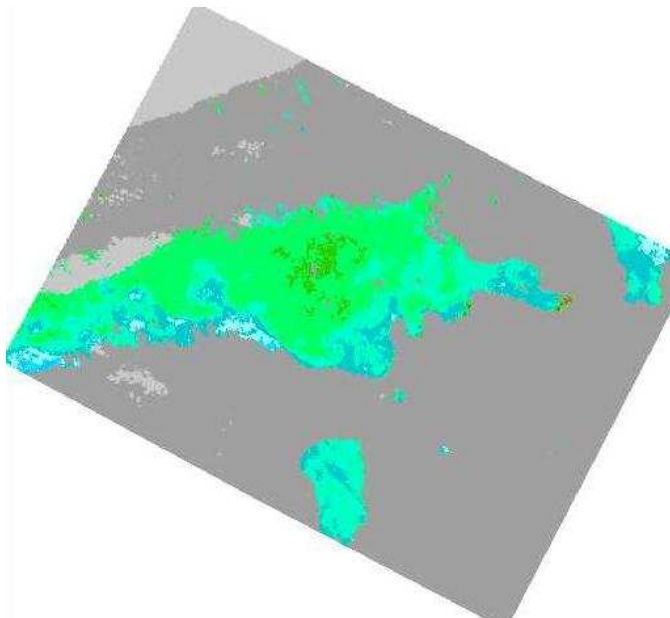
# Программное обеспечение

## Примеры продуктов

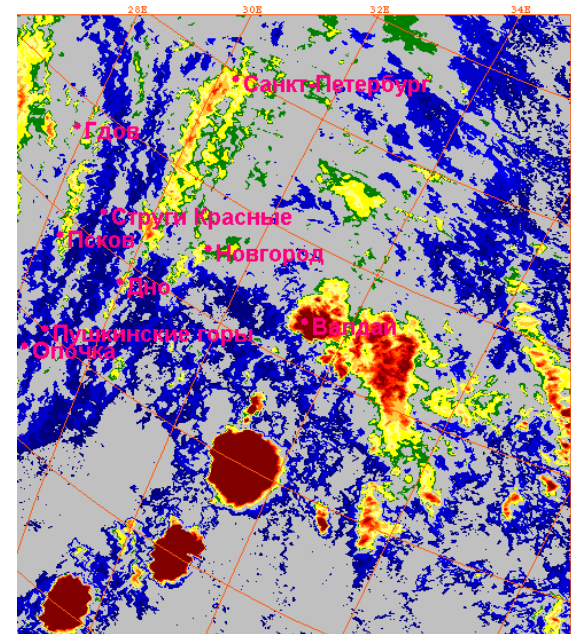
Разность 1 и 2 каналов



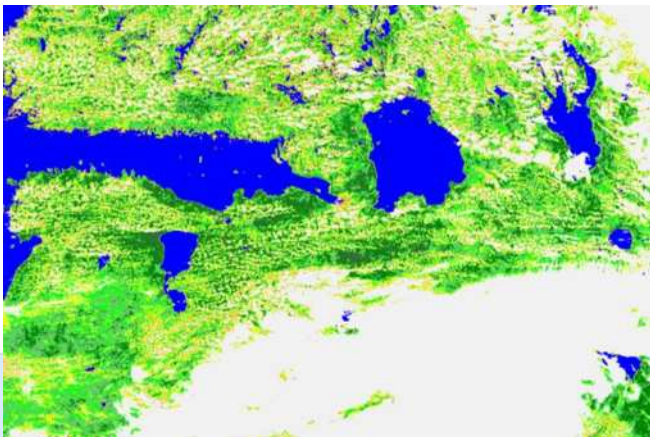
Температура поверхности воды



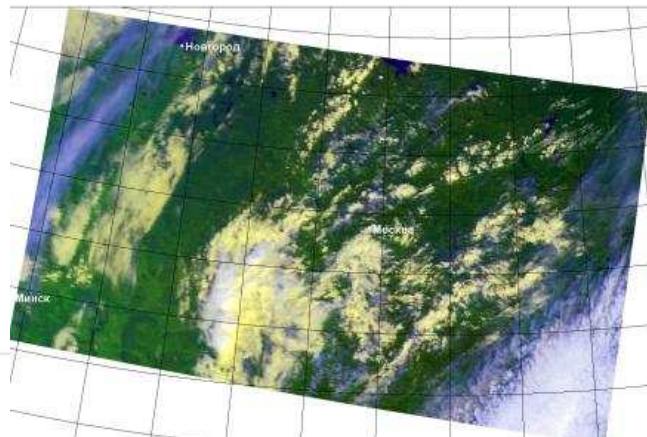
Водозапас



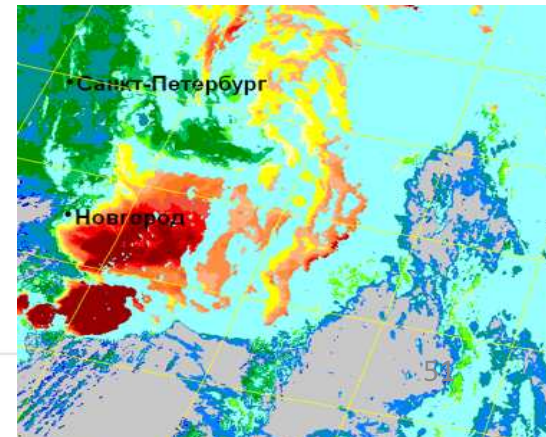
Индекс вегетации (NDVI)



RGB изображение



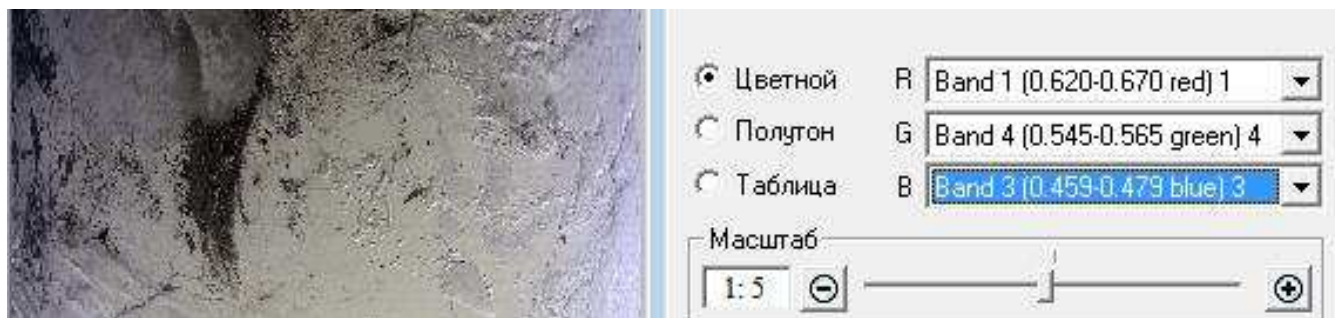
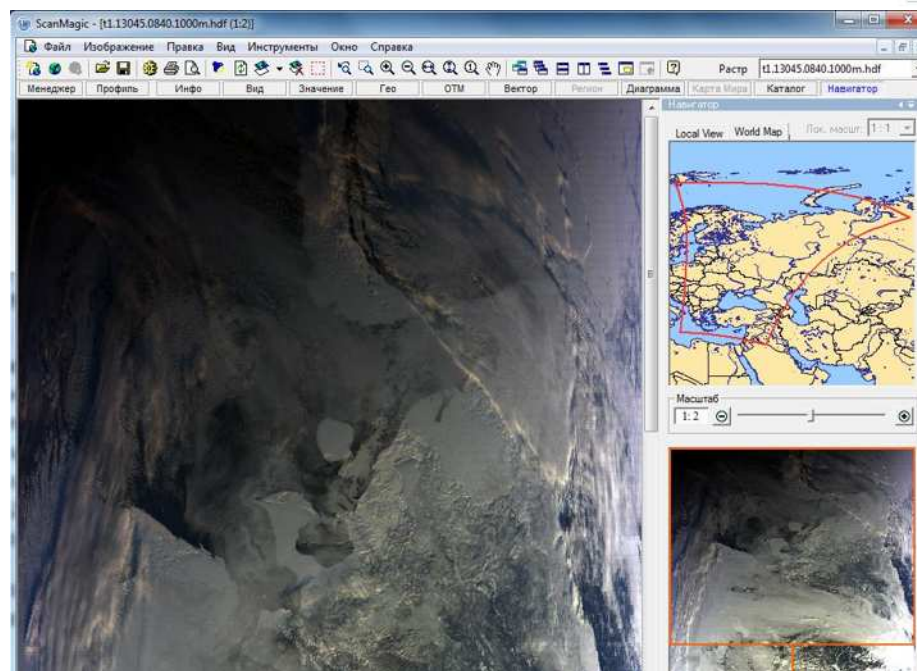
Высота верхней границы облачности



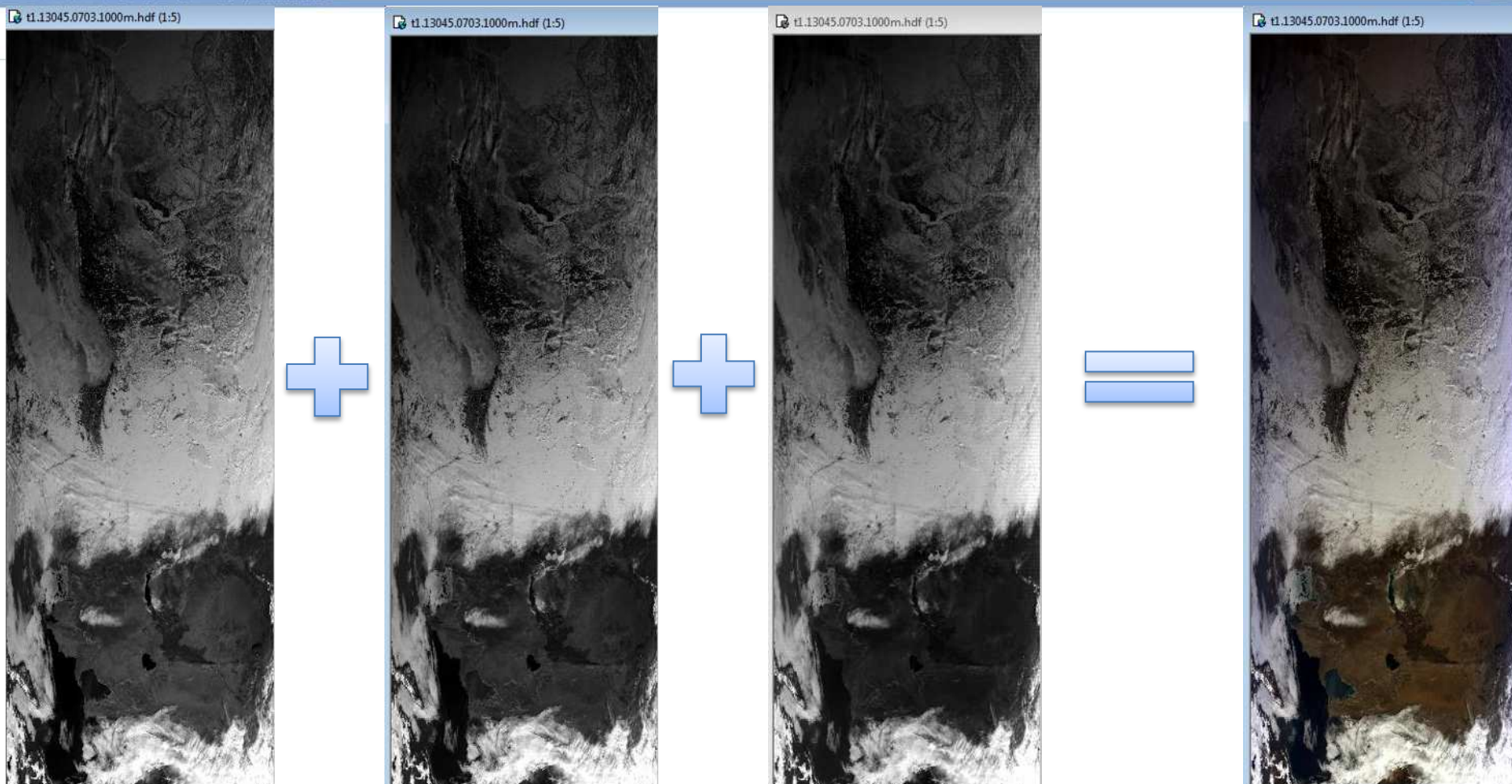


В пакетах для визуализации данных дистанционного зондирования должны быть доступны следующие функции:

- Импорт/экспорт и визуализация данных
- Географическая привязка снимков
- Радиометрический анализ
- Геометрическая коррекция
- Перепроецирование и создание мозаик
- Наложение векторных слоев
- ....
- Выбор каналов для RGB-изображения:



## Программное обеспечение Пример визуализации данных

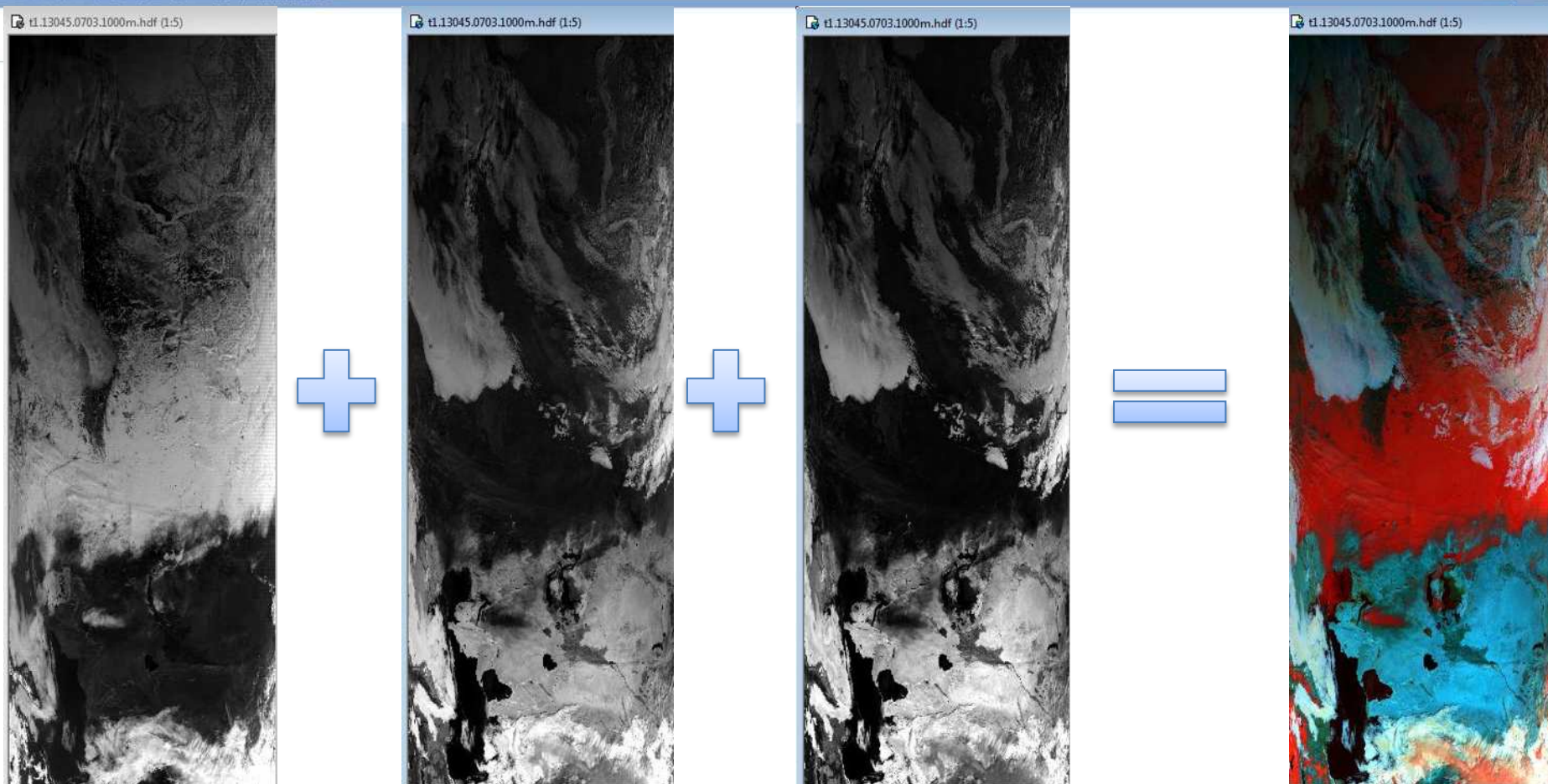


Естественные цвета (Natural colors, Каналы 1-4-3)

Использование: детектирование дыма, изменений земной поверхности, и т.п.



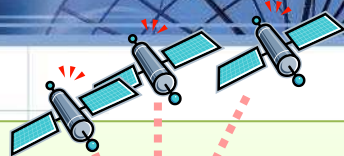
## Программное обеспечение Пример визуализации данных



Псевдоцвета (False colors, Каналы 3-6-7)

Использование: мониторинг снежного, ледяного и облачного покрова и т.д.

## Программное обеспечение Визуализация данных on-line



Сигнал

Сервер обработки  
данных

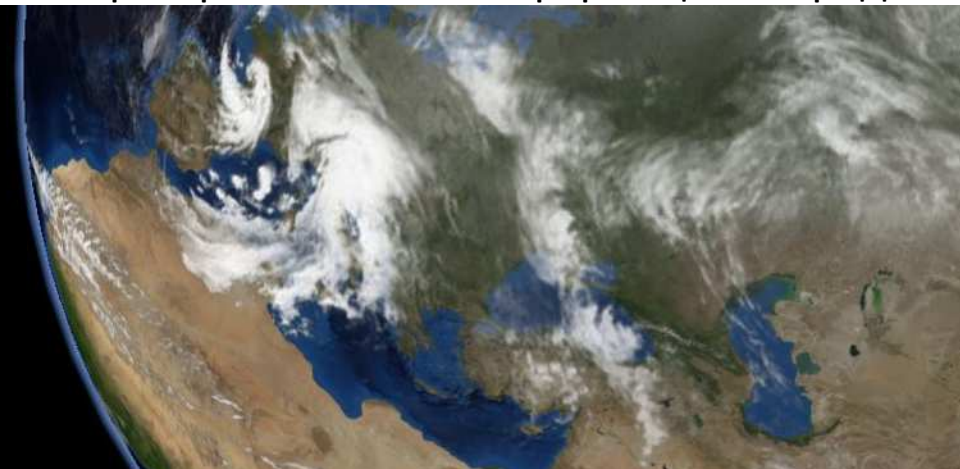


Изображения

Геопорталы



**Геопортал** – картографический сервис, для визуализации разнородной геопространственной информации и предоставления удаленного доступа к ней



## Преимущества применения данных дистанционного зондирования (ДЗ) из космоса:

- ☐ Атмосфера, полярные регионы, океан и др. труднодоступны для измерений и их постоянный мониторинг возможен только с помощью средств дистанционного зондирования;
- ☐ Дистанционное зондирование способствует созданию длинных рядов наблюдений со значительным охватом территории, в т. ч. есть возможность создавать глобальные покрытия;
- ☐ Дистанционные измерения, чаще всего, могут быть автоматизированы;
- ☐ Чаще всего, несколько параметров могут быть измерены одновременно, что обеспечивает высокую информативность данных ДЗ;
- ☐ Дистанционные измерения характеризуются высокой оперативностью получения данных;
- ☐ Дистанционные измерения экономически целесообразны (затраты на получение информации посредством ДЗЗ, чаще всего, ниже затрат на контактные измерения).



## Недостатки применения данных дистанционного зондирования (ДЗ) из космоса:

- ❑ Дистанционное зондирование является косвенным методом получения информации и, следовательно, его точность варьируется в зависимости от условий;
- ❑ Ошибки, которые возникают вследствие неконтактного способа получения данных, бывает сложно оценить (например, из-за неимения синхронных контактных измерений) и учесть;
- ❑ Продукты, которые получают путём обработки данных ДЗЗ (например, вертикальный профиль температуры и влажности), требуют валидации;
- ❑ Сходство разных объектов на космических снимок затрудняет его дешифрирование (например, в некоторых спектральных каналах снег и облачность выглядят одинаково)

В презентации использовались данные, полученные ИТЦ «СКАНЭКС» и обработанные следующим ПО:

- ☐ ScanEx MeteoTools
- ☐ ScanEx ATOVS Tools
- ☐ MeteoGamma
- ☐ IMAPP-SW
- ☐ ScanMagic



Инженерно-технологический центр СканЭкс - лидирующая на рынке российская фирма, предоставляющая полный комплекс услуг от приема до тематической обработки изображений Земли из космоса

Миссия компании: демократизация доступа к данным ДЗЗ для различных сфер деятельности.

Основные направления деятельности:

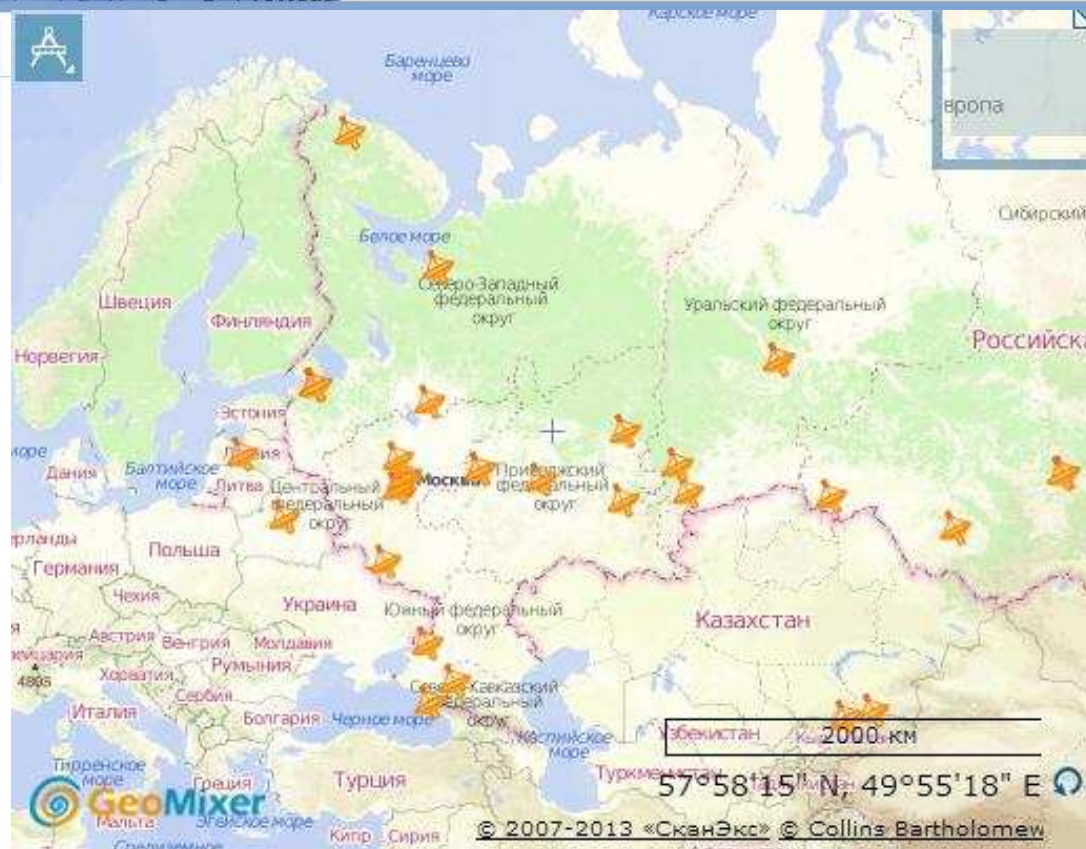
- ☐ Персональные станции приема
- ☐ Спутниковые данные
- ☐ Программное обеспечение



Организация существует как независимая коммерческая компания с 1989 года



## География поставок Станции Алиса-СК

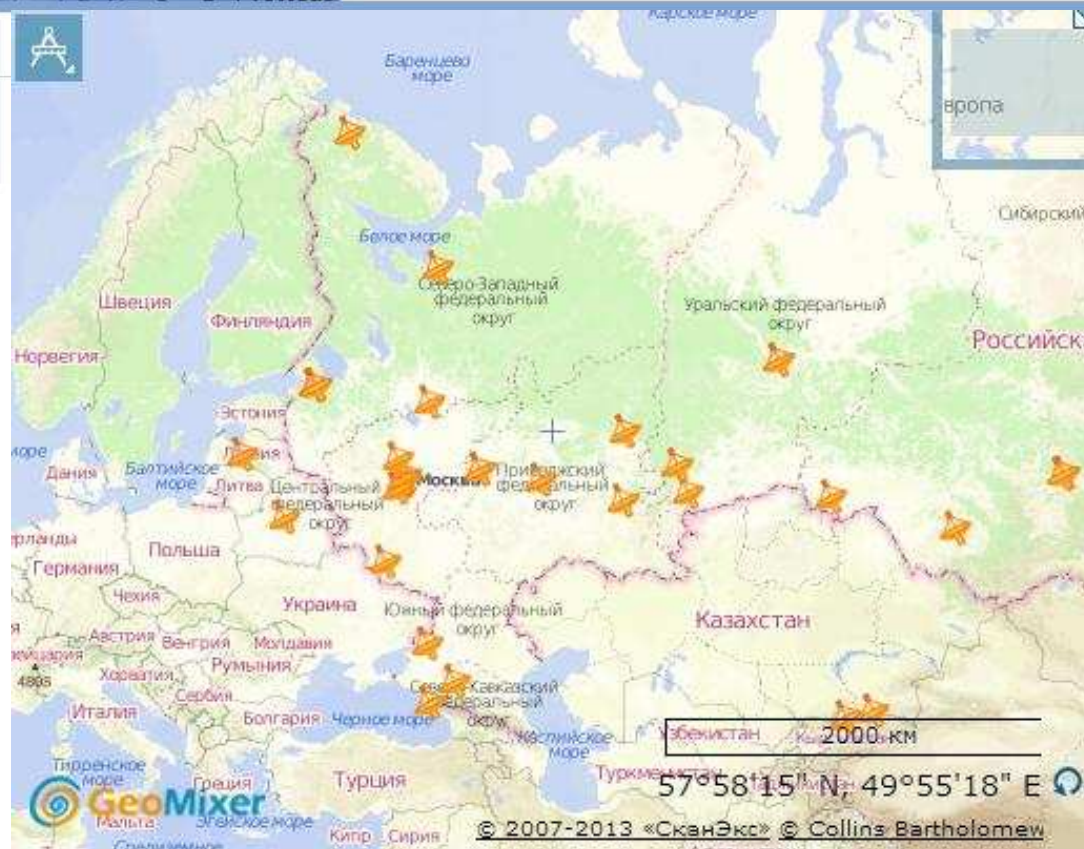


Данная станция позволяет получать информацию с метеорологических КА:

- Серии NOAA
- Серии Metop

| Страна    | Город                    | Организация                                                                                  |
|-----------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Беларусь  | Минск                    | Гидрометцентр Республики Беларусь                                                            |
| Казахстан | Алма-Ата                 | Казгидромет                                                                                  |
| Киргизия  | Бишкек                   | Кыргызгидромет                                                                               |
| Латвия    | Рига                     | Латвийский Центр по геологии, метеорологии и окружающей среде                                |
| Нигерия   | Джос                     | Национальный Центр Дистанционного Зондирования Земли                                         |
| Россия    | Челябинск                | Челябинский ЦГМС                                                                             |
| Россия    | Чита                     | Читинский ЦГМС-Р                                                                             |
| Россия    | Иркутск                  | Иркутский ЦГМС-Р                                                                             |
| Россия    | Омск                     | Омский ЦГМС-Р                                                                                |
| Россия    | Курск                    | Курский ЦГМС-Р                                                                               |
| Россия    | Петропавловск-Камчатский | Камчатское УГМС                                                                              |
| Россия    | Магадан                  | Колыменское УГМС                                                                             |
| Россия    | Южно-Сахалинск           | Сахалинское УГМС                                                                             |
| Россия    | Нижний Новгород          | Нижегородский ЦГМС-Р                                                                         |
| Россия    | Казань                   | УГМС Республики Татарстан                                                                    |
| Россия    | Владивосток              | Приморское УГМС                                                                              |
| Россия    | Иркутск                  | Институт солнечно-земной физики (ИСЗФ)                                                       |
| Россия    | Якутск                   | Якутское УГМС                                                                                |
| Россия    | Королев                  | ЦНИИМАШ                                                                                      |
| Россия    | Москва                   | Школа №1294                                                                                  |
| Россия    | Уфа                      | Уфимский Государственный Авиационно-технический университет (УГАТУ)                          |
| Россия    | Октенцы                  | Физико-математический Форум «Ленский край» Министерства образования республики Саха (Якутия) |
| Россия    | Красноярск               | Сибирский Федеральный Университет                                                            |
| Россия    | Москва                   | МГУ имени М.В. Ломоносова, Научный Институт Ядерной Физики                                   |
| Россия    | Ханты-Мансийск           | БУ «Центроспас-Югория»                                                                       |
| Россия    | Санкт-Петербург          | НИИ Арктики и Антарктики                                                                     |
| Россия    | Иркутск                  | Иркутский филиал Метеоагентства Росгидромета                                                 |
| Россия    | Красноярск               | Среднесибирское УГМС                                                                         |
| Россия    | Москва                   | Мемориальный музей космонавтики                                                              |
| Россия    | Москва                   | Московский Авиационный Институт                                                              |

## География поставок Станции Алиса-СК



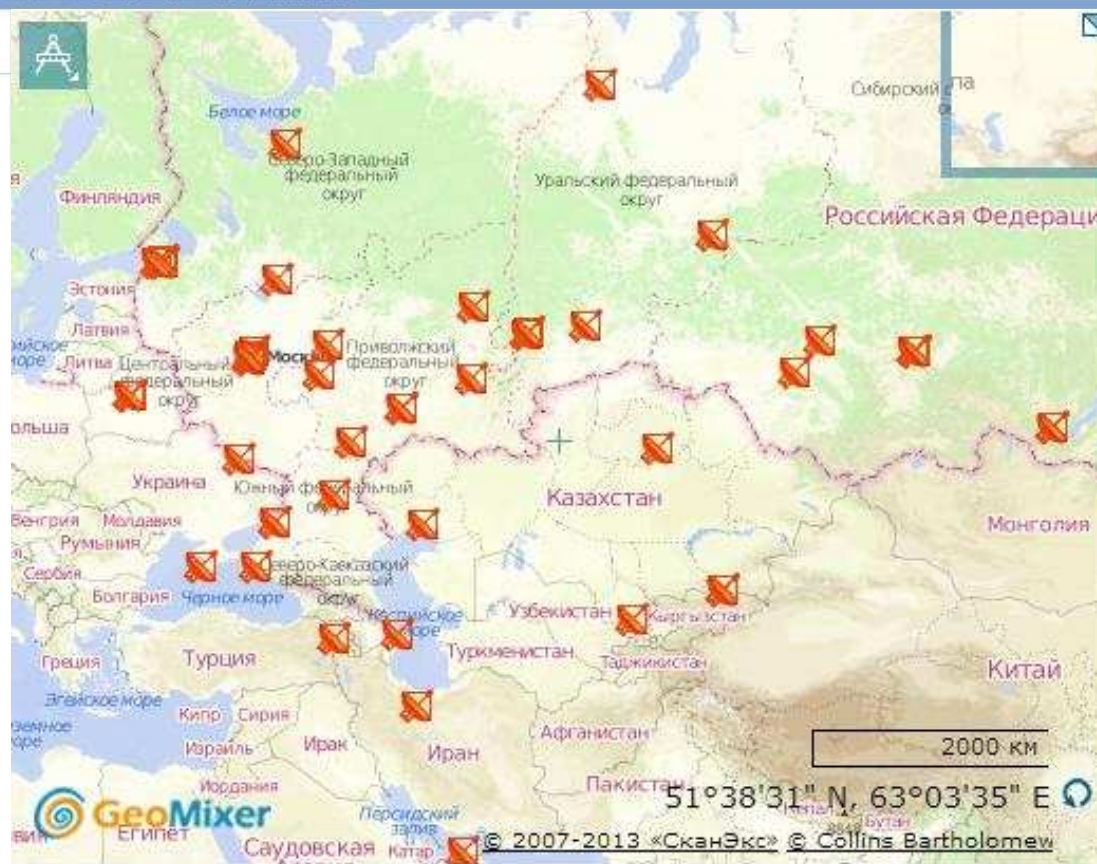
Данная станция позволяет получать информацию с метеорологических КА:

- Серии NOAA
- Серии Metop
- Feng-Yun
- "Метеор-М" №1

| Страна    | Город                    | Организация                                                                                  |
|-----------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Беларусь  | Минск                    | Гидрометцентр Республики Беларусь                                                            |
| Казахстан | Алма-Ата                 | Казгидромет                                                                                  |
| Киргизия  | Бишкек                   | Кыргызгидромет                                                                               |
| Латвия    | Рига                     | Латвийский Центр по геологии, метеорологии и окружающей среде                                |
| Нигерия   | Джос                     | Национальный Центр Дистанционного Зондирования Земли                                         |
| Россия    | Челябинск                | Челябинский ЦГМС                                                                             |
| Россия    | Чита                     | Читинский ЦГМС-Р                                                                             |
| Россия    | Иркутск                  | Иркутский ЦГМС-Р                                                                             |
| Россия    | Омск                     | Омский ЦГМС-Р                                                                                |
| Россия    | Курск                    | Курский ЦГМС-Р                                                                               |
| Россия    | Петропавловск-Камчатский | Канчатское УГМС                                                                              |
| Россия    | Магадан                  | Колыменское УГМС                                                                             |
| Россия    | Южно-Сахалинск           | Сахалинское УГМС                                                                             |
| Россия    | Нижний Новгород          | Нижегородский ЦГМС-Р                                                                         |
| Россия    | Казань                   | УГМС Республики Татарстан                                                                    |
| Россия    | Владивосток              | Приморское УГМС                                                                              |
| Россия    | Иркутск                  | Институт солнечно-земной физики (ИСЗФ)                                                       |
| Россия    | Якутск                   | Якутское УГМС                                                                                |
| Россия    | Королев                  | ЦНИИМАШ                                                                                      |
| Россия    | Москва                   | Школа №1294                                                                                  |
| Россия    | Уфа                      | Уфимский Государственный Авиационно-технический университет (УГАТУ)                          |
| Россия    | Октенцы                  | Физико-математический Форум «Ленский край» Министерства образования республики Саха (Якутия) |
| Россия    | Красноярск               | Сибирский Федеральный Университет                                                            |
| Россия    | Москва                   | МГУ имени М.В. Ломоносова, Научный Институт Ядерной Физики                                   |
| Россия    | Ханты-Мансийск           | БУ «Центроспас-Югория»                                                                       |
| Россия    | Санкт-Петербург          | НИИ Арктики и Антарктики                                                                     |
| Россия    | Иркутск                  | Иркутский филиал Метеоагентства Росгидромета                                                 |
| Россия    | Красноярск               | Среднесибирское УГМС                                                                         |
| Россия    | Москва                   | Мемориальный музей космонавтики                                                              |
| Россия    | Москва                   | Московский Авиационный Институт                                                              |



## География поставок УниСкан



| Страна      | Город           | Организация                                                                                                           |
|-------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Азербайджан | Баку            | Азербайджанское авиационно-космическое агентство                                                                      |
| Армения     | Ереван          | ГНО "Центр Геодезии и Картографии"                                                                                    |
| Беларусь    | Минск           | Гидрометцентр Республики Беларусь                                                                                     |
| Беларусь    | Минск           | ЛГУП «Белголес» Министерства лесного хозяйства республики Беларусь                                                    |
| Иран        | Тегеран         | Иранский Центр по Дистанционному зондированию Земли (IRSC)                                                            |
| Испания     | Валенсия        | Университет г. Валенсии                                                                                               |
| Казахстан   | Алма-Ата        | Институт Космических Исследований                                                                                     |
| Казахстан   | Астана          | Филиал ИКИ Республики Казахстан                                                                                       |
| Казахстан   | Атырау          | Компания "Казгеокосмос"                                                                                               |
| Казахстан   | Алма-Ата        | Казахстанско-Британский Технический Университет                                                                       |
| Казахстан   | Алма-Ата        | Казахский научно-технический университет имени К.И.Сатпаева                                                           |
| ОАЭ         | Дубай           | Global Scan Technologies L.L.C.                                                                                       |
| Россия      | Красноярск      | ФГБОУ ВПО "Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева" (СибГАУ)             |
| Россия      | Салехард        | ГУ "Ресурсы Ямала"                                                                                                    |
| Россия      | Чита            | ФГУП «Читагеолсъемка»                                                                                                 |
| Россия      | Саров           | Российский Федеральный Ядерный Центр ВНИИ Экспериментальной Физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ)                                      |
| Россия      | Санкт-Петербург | НИИ Арктики и Антарктики                                                                                              |
| Россия      | Томск           | ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»                                  |
| Россия      | Самара          | Приволжское УГМС                                                                                                      |
| Россия      | Иркутск         | ИТЦ "СКАНЭКС"                                                                                                         |
| Россия      | Екатеринбург    | Уральский региональный информационный компьютерный центр                                                              |
| Россия      | Санкт-Петербург | ГНЦ РФ Центральный Научно-Исследовательский и Опытно-Конструкторский институт робототехники и космической кибернетики |
| Россия      | Магадан         | Лесное агентство по Магаданской области                                                                               |
| Россия      | Иркутск         | Сибирский филиал ФГУНПП "Росгеолфонд"                                                                                 |
| Россия      | Москва          | МГУ имени М.В.Ломоносова                                                                                              |
| Россия      | Москва          | МГТУ имени Н.Э.Баумана                                                                                                |
| Россия      | Самара          | ОАО "Самара-Информспутник"                                                                                            |
| Россия      | Геленджик       | ЦМГД-МЦД ГНЦ «Южноргеология»                                                                                          |
| Россия      | Вологда         | Главное Управление по делам ГО ЧС Вологодской                                                                         |

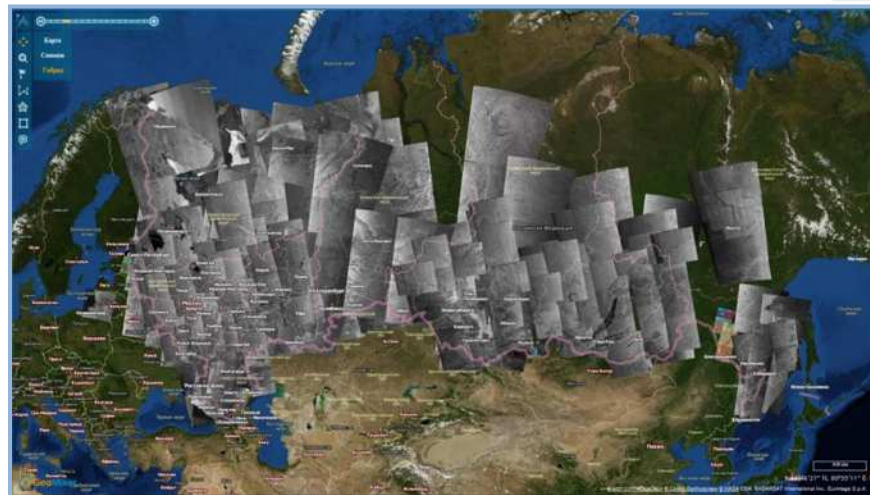
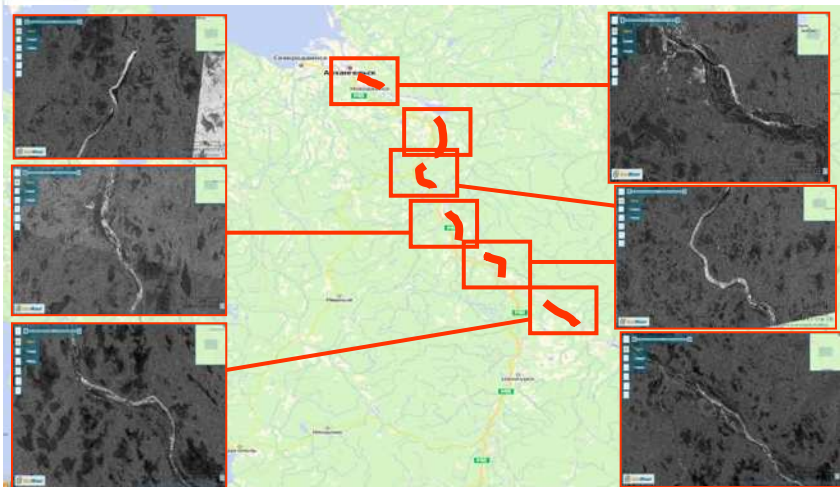
Данная станция позволяет получать информацию с метеорологических КА:

- Terra
- Aqua
- Suomi NPP

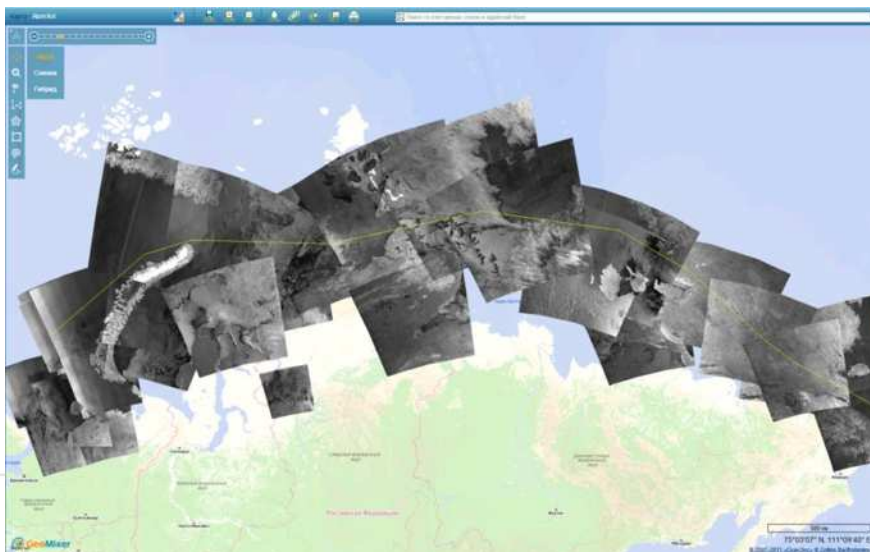
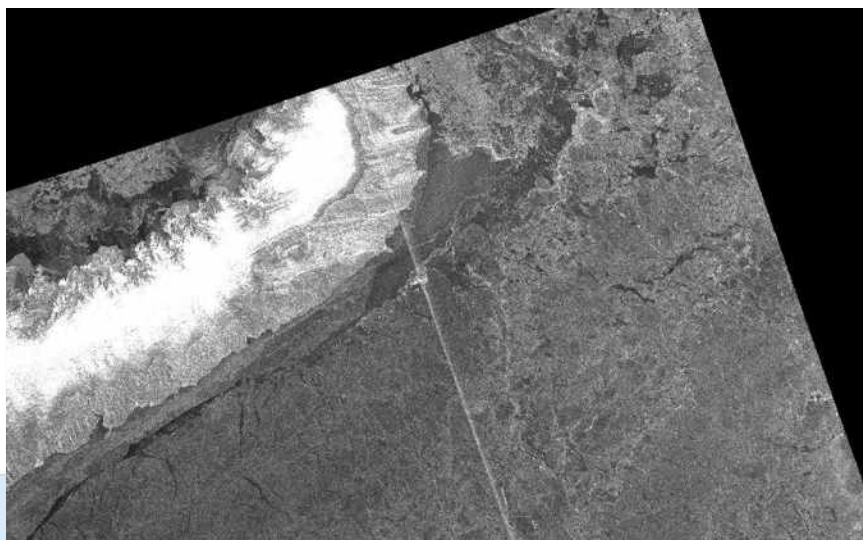


## Примеры использования данных космической съёмки для решения гидрометеорологических задач

### Оперативный мониторинг паводковой обстановки



### Оперативный мониторинг ледовой обстановки





## Оперативный мониторинг нефтяных загрязнений



# Оперативный мониторинг пожарной обстановки



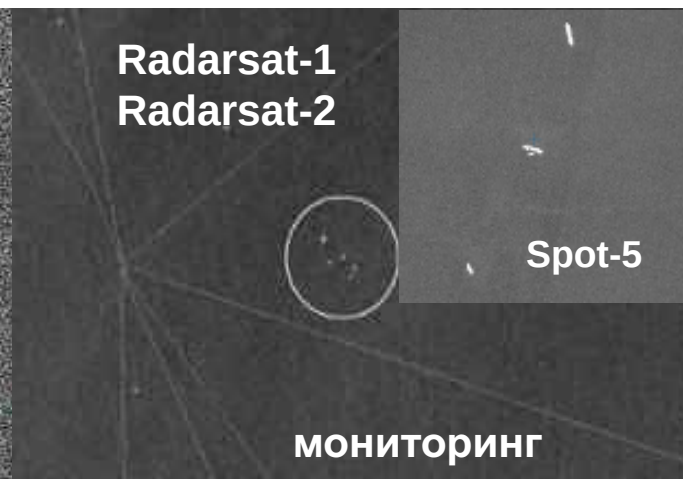
## Radarsat-1 + Radarsat-2



# моделирование



# Radarsat-1 Radarsat-2



Спасибо за внимание!



тел./факс +7 499 739-73-85

[WWW.SCANEX.RU](http://WWW.SCANEX.RU)

По всем вопросам обращаться к специалисту по метеорологическому  
направлению ИТЦ СКАНЭКС Катерине Мельник  
E-mail: [kmelnik@scanex.ru](mailto:kmelnik@scanex.ru)