

# **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК ЗЕМЛИ**

---

# ВОПРОСЫ:

---

- ▣ **2.1. Основные понятия, термины и определения при аэро- и космических съемках земли;**
- ▣ **2.2. Схема получения видеоинформации при аэро- и космической съемке;**
- ▣ **2.3. Электромагнитное излучение, используемое при аэро- и космических съемках земной поверхности;**
- ▣ **2.4. Роль атмосферы при проведении аэро- и космических съемок;**
- ▣ **2.5. Объекты земной поверхности как отражатели и излучатели энергии.**

# **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ ЗЕМЛИ**

**Аэро- и космические съемки (АКС) - первые технические этапы при решении фотограмметрических задач и дистанционного зондирования.**

**При этом выполняют измерение (регистрацию) отраженного или собственного электромагнитного излучения. Измеряют и регистрируют излучение с некоторого расстояния от изучаемого объекта с помощью различных датчиков или съемочных систем.**

- **Под съемочной системой** понимают технические средства, с помощью которых регистрируют электромагнитное излучение.
- В зависимости от типа съемочной аппаратуры информация может быть представлена в различном виде. Например:
  - 1. В виде двумерной аналоговой записи на фотографическом носителе (фотоснимки);
  - 2. Поэлементной цифровой записи на магнитном носителе.

- 
- Результаты регистрации электромагнитного излучения, представленные в виде изображения изучаемого объекта (участка земной поверхности) в аналоговой или цифровой форме записи, называют *видеоинформацией*.
  - Процедуру преобразования результатов аналоговой или цифровой записи сигналов в видимое изображение называют *визуализацией*.

□ Аэро- и космические съемки Земли разделяют на:

□ *пассивные;*

□ *активные.*

□ При **пассивной съемке** информацию получают двумя способами:

1. путем регистрации отраженного от объекта солнечного светового потока;
2. измерением радиационного потока, излучаемого самим объектом (собственное излучение).

□ При **активной съемке** поверхность исследуемого объекта облучается с борта аэро- или космического летательного аппарата с помощью искусственного облучателя (лазера - оптического генератора, радиогенератора), а отраженное излучение регистрируют соответствующие бортовые приемные устройства.

# СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

## ПРИ АЭРО- И КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

### Аэросъемка и космическая съемка

(АКС) - это получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов.

Схема получения первичной видеоинформации



При выполнении **фотографических съемок** выполняют:

- фотохимическую обработку фотопленки;
- изготавливают контактные снимки.

При съемке **нефотографическими съемочными системами**:

- результаты измерений излучения передаются по радиоканалу;
- на пунктах приема записывают передаваемую информацию;
- проводят ее визуализацию;
- размножают цифровые изображения;
- оценивают изобразительное и фотограмметрическое качество материалов съемок;
- выполняют фотометрическую и геометрическую коррекцию нефотографической видеоинформации.



# ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



Схема деления спектра электромагнитного излучения

- Максимальное количество (до 99,9 %) солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, приходится на спектральный интервал  $\lambda = 0,3...4,0$  мкм с преобладанием в видимой зоне спектра  $\lambda = 0,4...0,7$  мкм.
- При длине волны более 5 мкм отражение излучения не происходит. Следовательно, собственное излучение испускается земными объектами на длинах волн более 5 мкм. Его называют тепловым излучением. Максимум собственного излучения приходится на длину волны  $\lambda = 10$  мкм.

# РОЛЬ АТМОСФЕРЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АЭРО-

## И КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Для описания оптических свойств используют критерий, так называемый пропускной способностью атмосферы. Этот критерий зависит от:

- оптической плотности;
- наличия механических частиц;
- наличие водяных паров;
- длины волны излучения;
- толщины слоя атмосферы, через который проходит излучение, и т.д.

Существуют спектральные интервалы, в которых атмосфера прозрачна для прохождения лучей. Их называют «**окна прозрачности**», и в них излучение практически не поглощается.

Съемки поверхности Земли необходимо выполнять в спектральных интервалах, прозрачных для прохождения лучей. Такими в оптическом диапазоне являются видимая область спектра и некоторые спектральные зоны в инфракрасной (ИК) области:

$\Delta\lambda = 0,95...1,05; 1,2...1,3; 1,5...1,8;$   
 $2,1...2,4; 3,3...4,2; 4,5...5,1;$   
 $8,7...9,0; 10,0... 14,0$  мкм.

Спектральные интервалы  $\Delta\lambda = 3...5$  мкм и  $\Delta\lambda = 8...14$  мкм называют соответственно «**ближним**» и «**дальним**» тепловым окном прозрачности атмосферы.

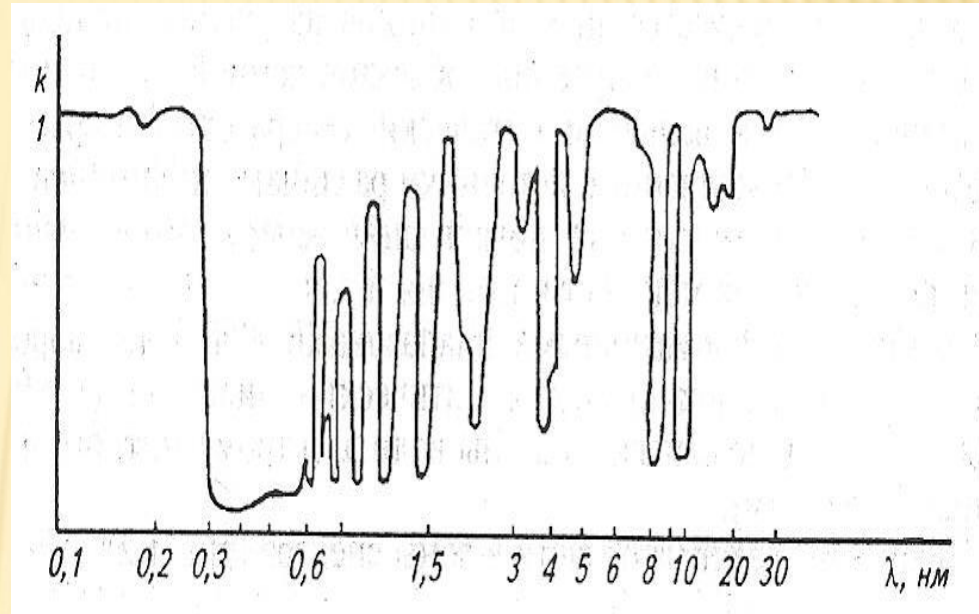


График пропускной способности атмосферы

# ОБЪЕКТЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАК ОТРАЖАТЕЛИ И ИЗЛУЧАТЕЛИ ЭНЕРГИИ

В зависимости от расположения центра наблюдения (положения съемочной системы) и элементарной площадки объекта регистрируемое излучение изменяется по интенсивности и спектральному составу.

Изменяется излучение вследствие множества причин (суточные и сезонные изменения состояния объекта, природно-естественного и антропогенного характера), которые можно разделить на две группы:

1. Факторы, определяющие свойства самого объекта (физические, химические и др.);
2. Внешние условия формирования энергетического поля, например условия освещения объекта.

Критериями отражательной способности служат:

- коэффициенты интегральной яркости;
- спектральной яркости;
- интегральные и спектральные индикатрисы рассеяния.

**Коэффициентом интегральной яркости  $r$  (КЯ)** называют отношение интегральной яркости объекта  $B$  в данном направлении к интегральной яркости идеально отражающей поверхности  $B_0$ , определяемых при одинаковых условиях освещения и наблюдения.

**Коэффициент интегральной яркости** определяется в широкой спектральной зоне, и вычисляют его по формуле

$$r = B/B_0.$$

Если яркости измеряли в узких спектральных зонах, то их называют **монохроматическими яркостями**.

Отношение монохроматических яркостей объекта  $B_\lambda$  и идеально отражающей поверхности  $B_{o\lambda}$ , измеряемых при одинаковых условиях освещения и наблюдения, называют **коэффициентом спектральной яркости**  $r_\lambda$  (КСЯ):

$$r_\lambda = B_\lambda / B_{o\lambda}$$

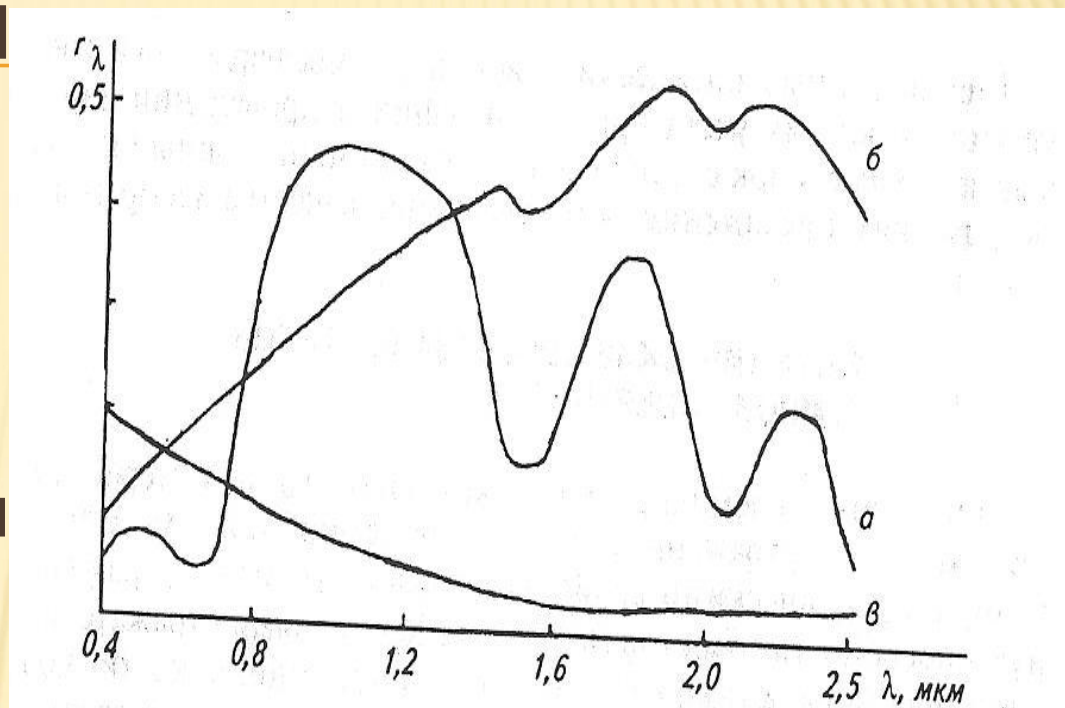
Коэффициенты интегральной и спектральной яркости зависят (общий случай) от многих факторов:

$$r_\lambda = f(\lambda, h_o, A_o, D/Q, A, \varphi, \dots),$$

где  $\lambda$  - длина волны, на которой определяют КСЯ;  $h_o$  - высота солнца;  $A_o$  - азимут солнца относительно структуры поверхности объекта;  $D$  - поток рассеянной радиации;  $Q$  - поток суммарной радиации;  $A$  - азимут направления наблюдения относительно плоскости главного вертикала;  $\varphi$  - угол отклонения направления наблюдения от отвесного направления.

По форме кривых КСЯ принято разделять объекты на четыре класса:

- растительность;
- почвы и горные породы
- водные поверхности;
- снега и облака.



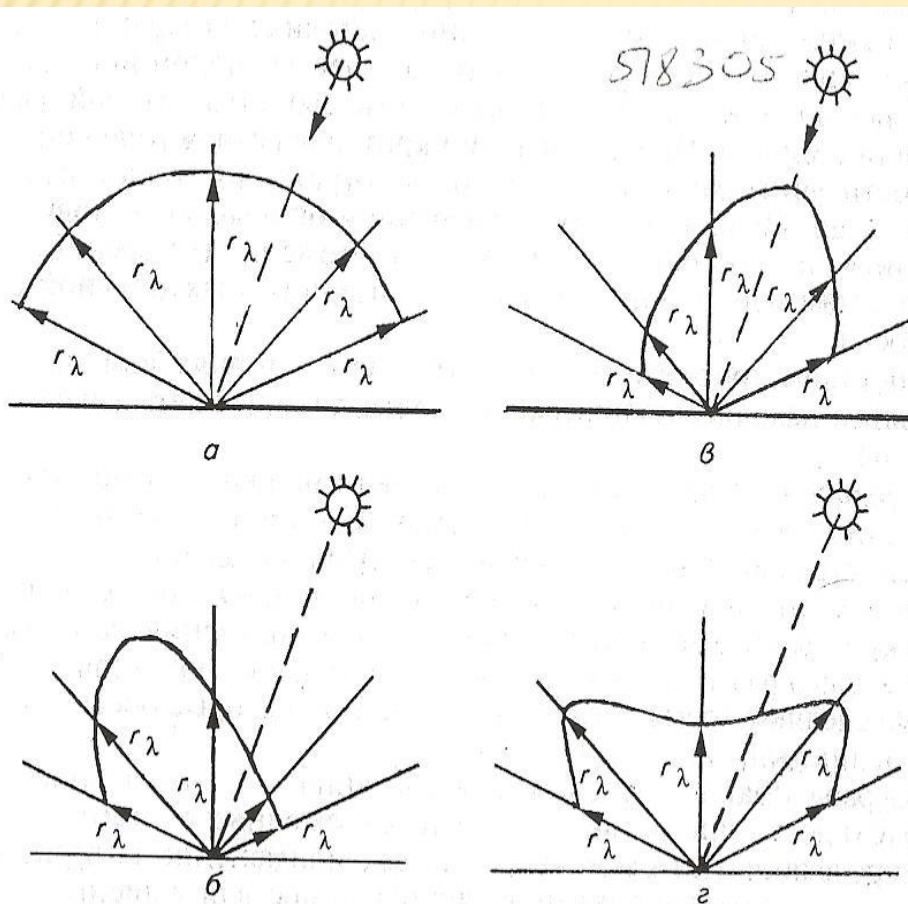
Графики коэффициента спектральной яркости (КСЯ)

основных классов природных изображений:

- а) кривые КСЯ объектов с растительными покровами;
- б) кривые КСЯ объектов почв и горных пород;
- в) кривые КСЯ водных объектов.



## СЕЧЕНИЯ ИНДИКАТРИС РАССЕЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ (НАПРАВЛЕНИЕ СЕЧЕНИЙ $\alpha=0\dots180$ )



- По направленности пространственного отражения объекты разделяют:
- на отражающие равномерно по всем направлениям падающее на поверхность излучение (рис. а). Такие поверхности называют **ортотропными**;
- зеркально отражающие излучение по направлению от источника света (рис. б);
- отражающие световой поток преимущественно в сторону источника излучения (рис. в);
- смешанная форма отражения, как в сторону источника освещения, так и в противоположном направлении (рис. г).

---

**СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ**