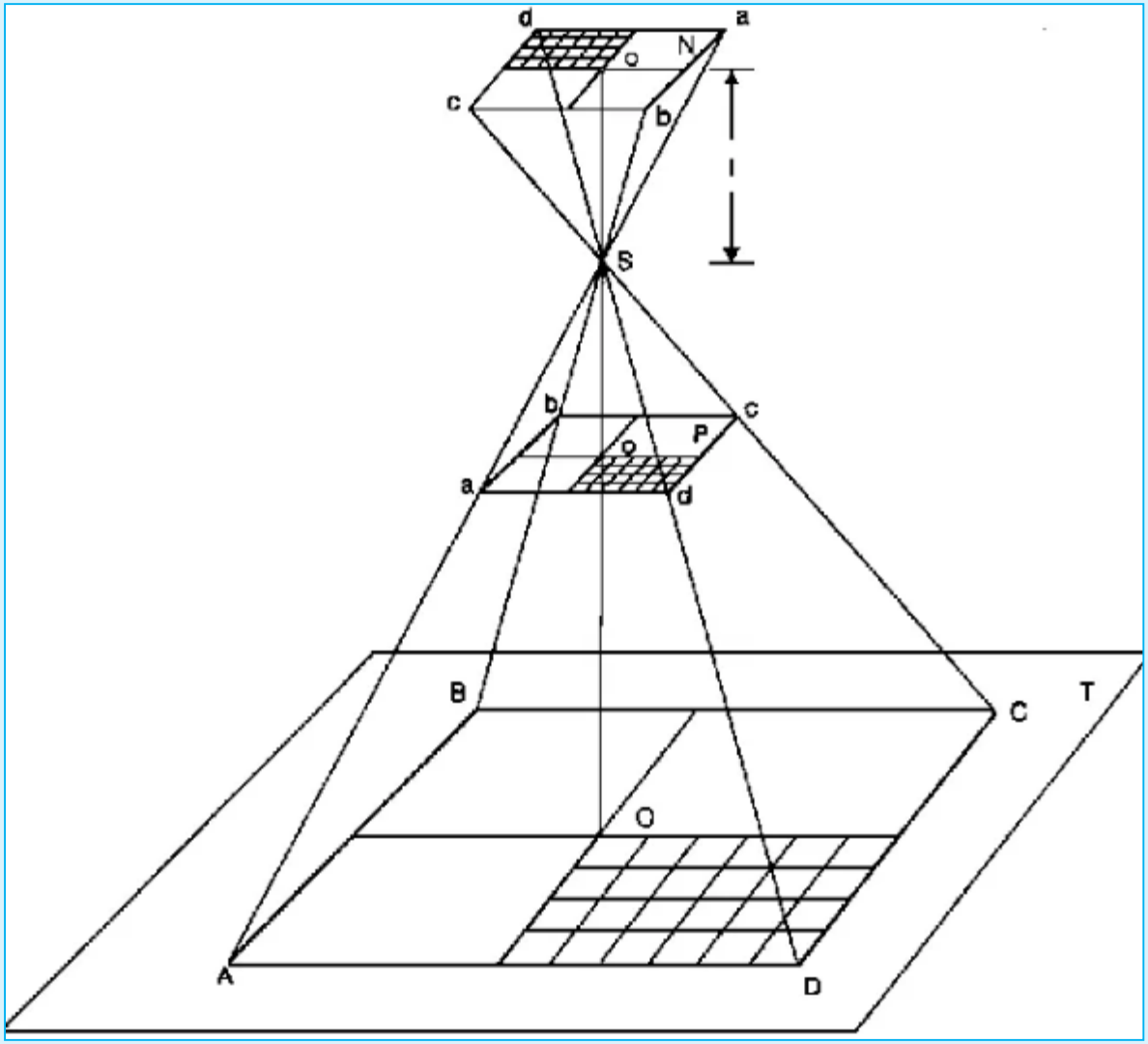
Л3. Центральная проекция снимка и ортогональная проекция плана



Лектор Кенесбаева А.

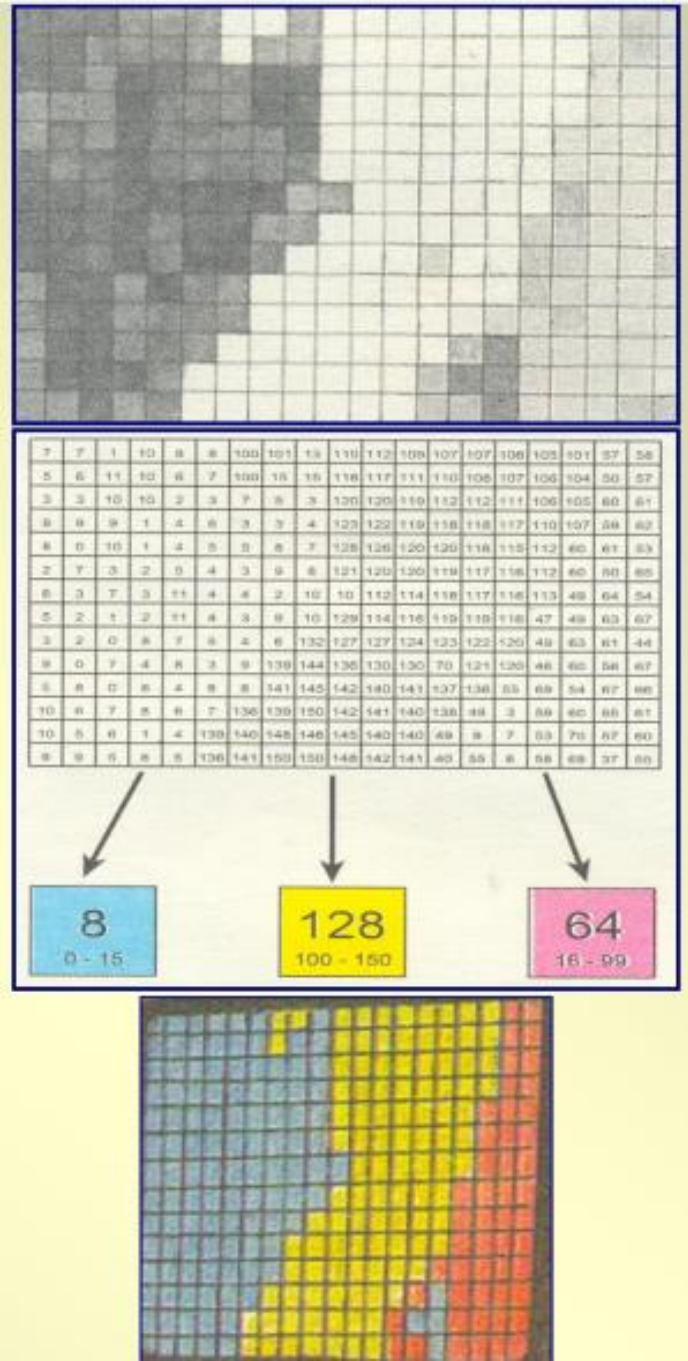
Понятие о цифровом снимке

Цифровым снимком называют изображение земной поверхности, которое записано в виде цифровых значений на магнитном носителе и может быть визуализировано на экране монитора.

В отличие от снимка, представленного в фотографическом виде, где изображение непрерывно, цифровой снимок состоит из дискретных элементов изображения — пикселов (от англ. picture element).

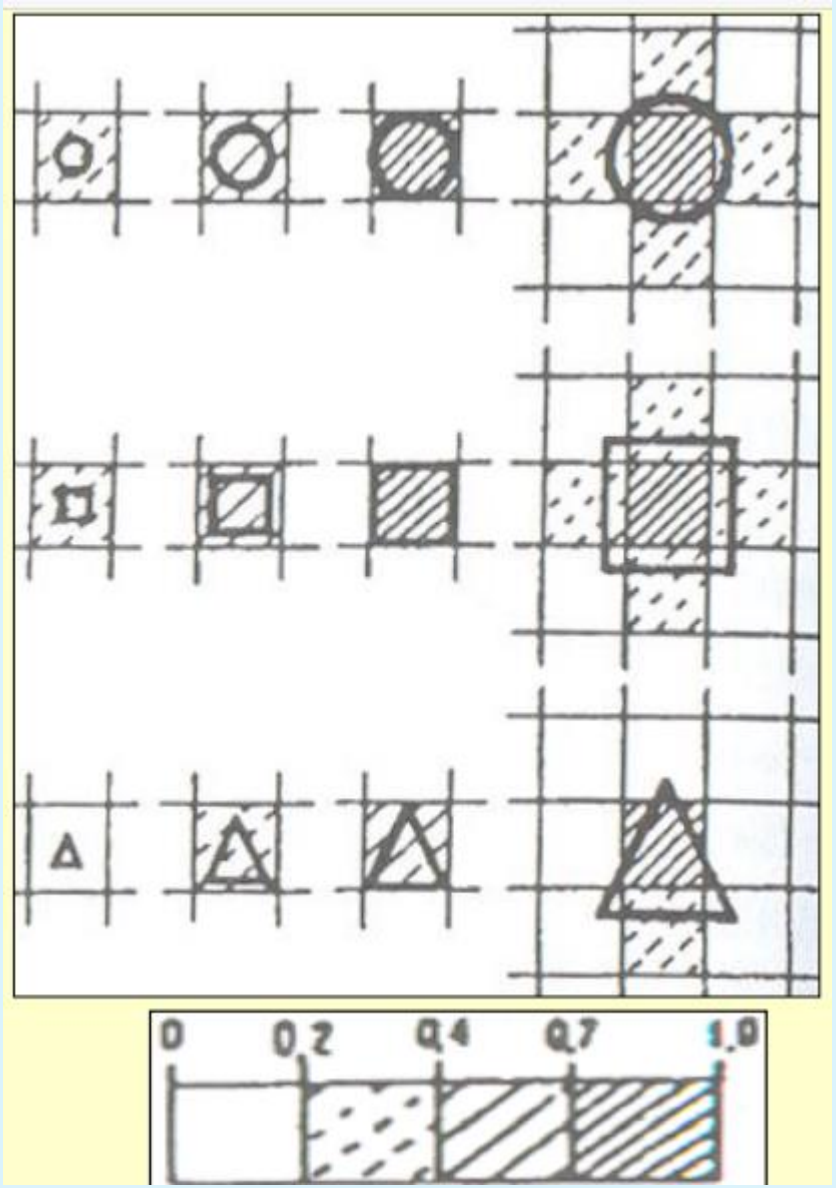
Размер пиксела определяет пространственное разрешение цифрового снимка.

В пределах пиксела изображение однородно, так как яркости всех объектов интегрируются независимо от того, насколько сильно они различаются.



Компактные объекты разной формы с субпиксельными размерами

Изображение объектов размером менее одного пиксела, независимо от их конфигурации, приобретает квадратную форму пиксела, а степень почернения изображения зависит от размера исходного изображения, т. е. от того, какую долю площади пиксела оно занимало.

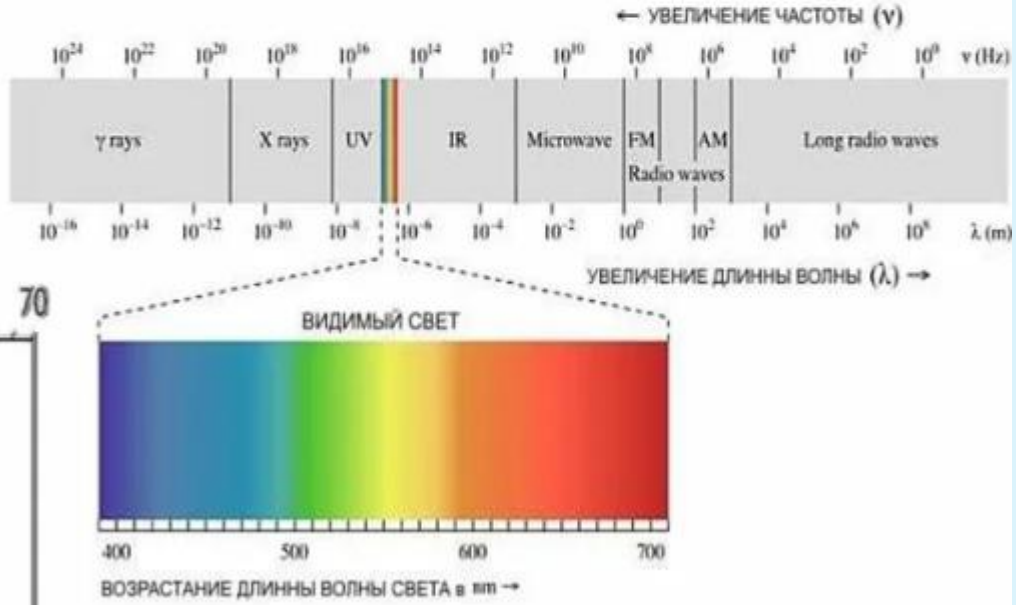


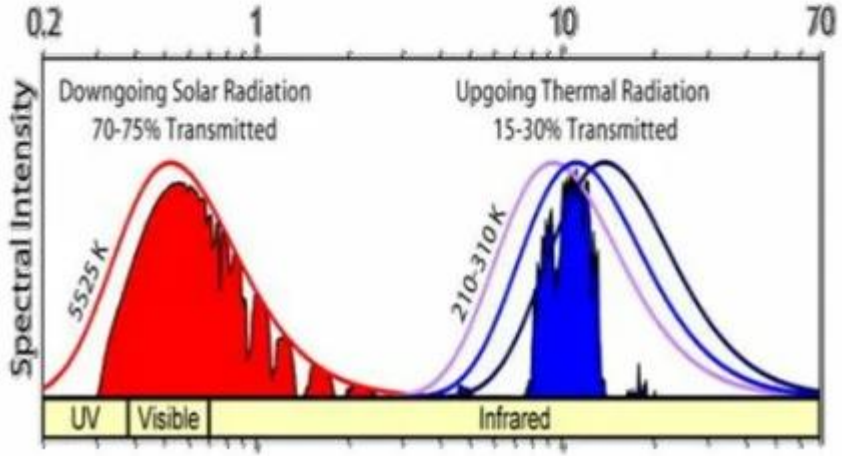
Спектр электромагнитного излучения

– последовательность электромагнитных волн, классифицированная по их длинам (частотам).

Большинство современных аэрокосмических методов основано на использовании:

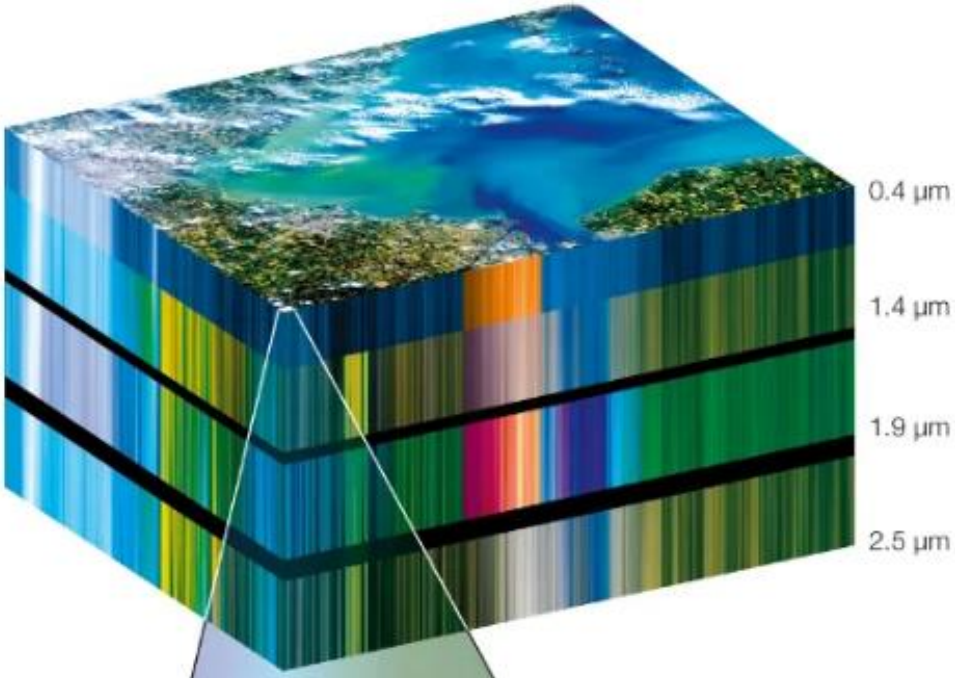
- **Оптических волн:**
  - **ультрафиолетовые** λ = 0,001 – 0,4 мкм;
  - **видимый свет** λ = 0,4 – 0,8 мкм – 7 различимых глазом цветовых зон;
  - **инфракрасные**:
    - ближние λ = 0,8 – 1,3 мкм;
    - средние λ = 1,3 – 3 мкм;
    - дальние λ = 3 мкм – 1 мм;
- **Ультракоротких радиоволн** λ = 1 мм – 3 м.



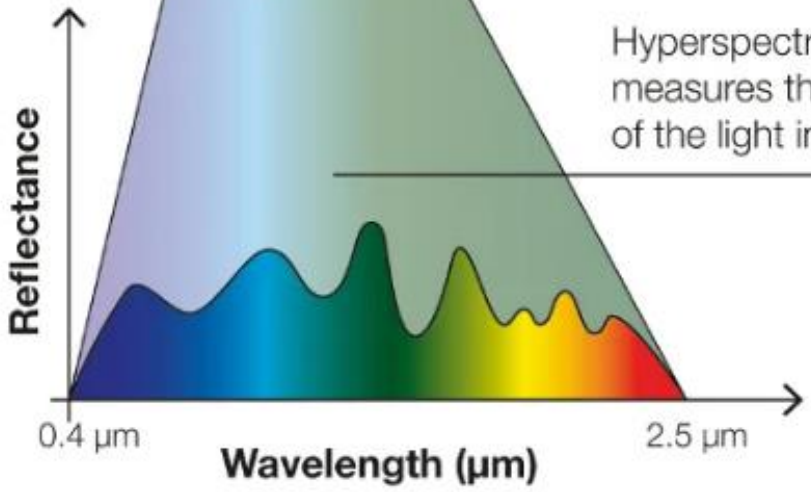


Чем сильнее нагрето тело, тем выше частота его излучения

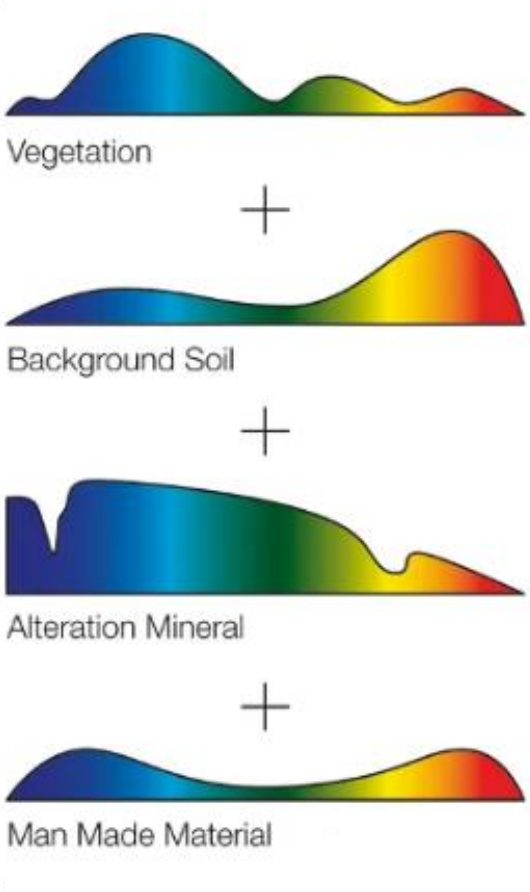
Hyperspectral Imaging Technology



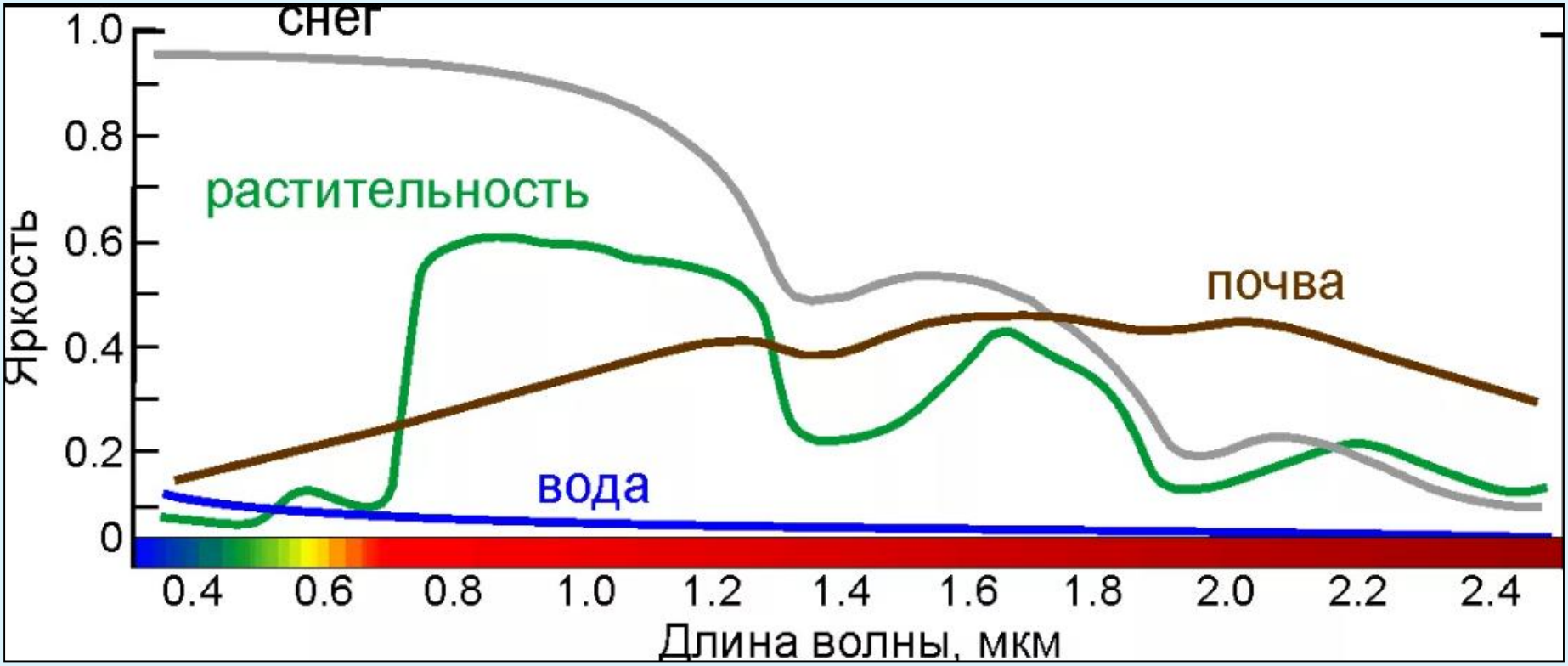
Hyperspectral imaging measures the spectrum of the light in each pixel.



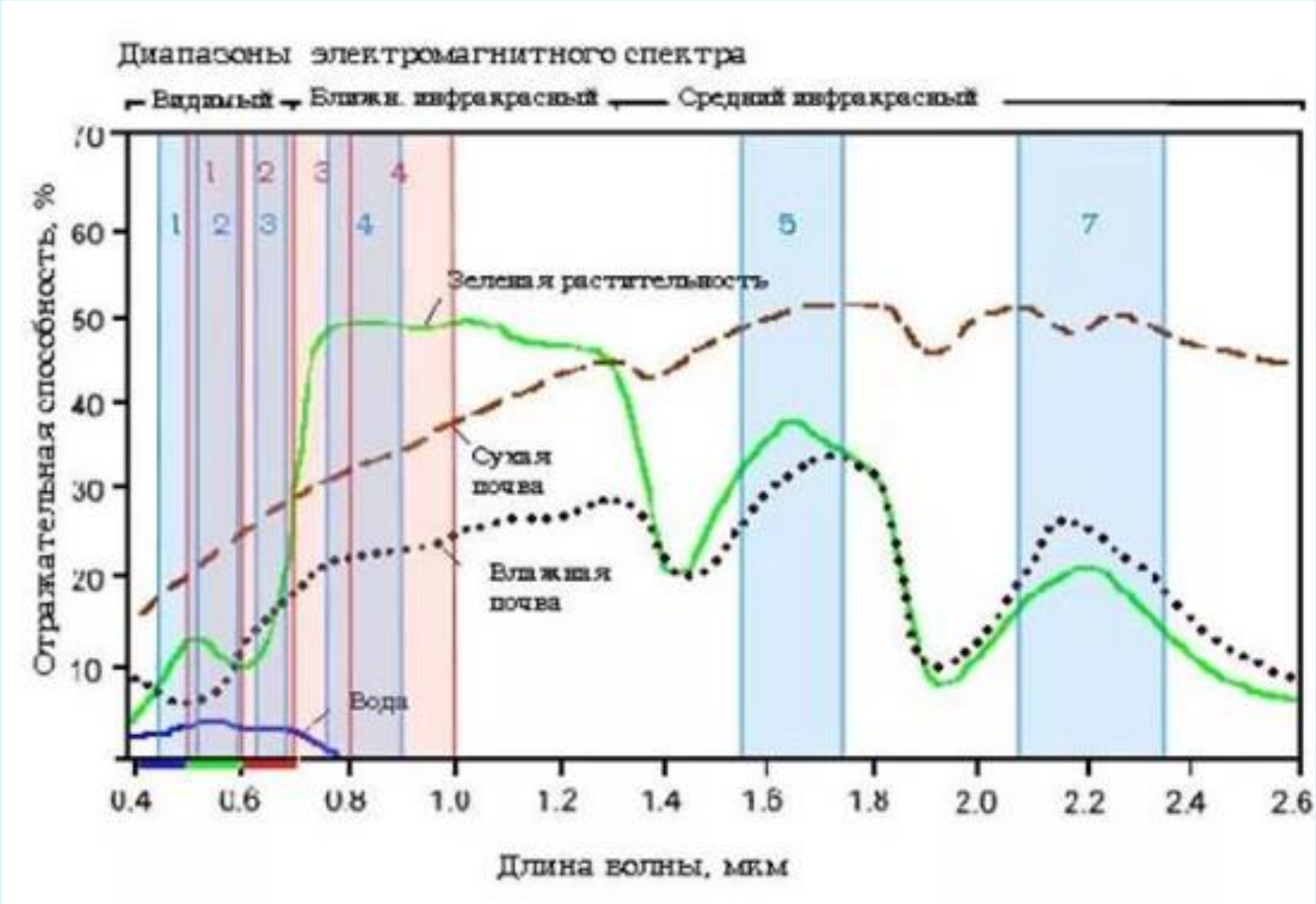
Components of Spectrum



Спектральная яркость объектов природы



Спектральная яркость объектов природы



Визуализация в ложных (псевдо) цветах



Долина реки По (Италия), синтез в псевдоцветах, Sentinel-2

Визуализация в ложных (псевдо) цветах



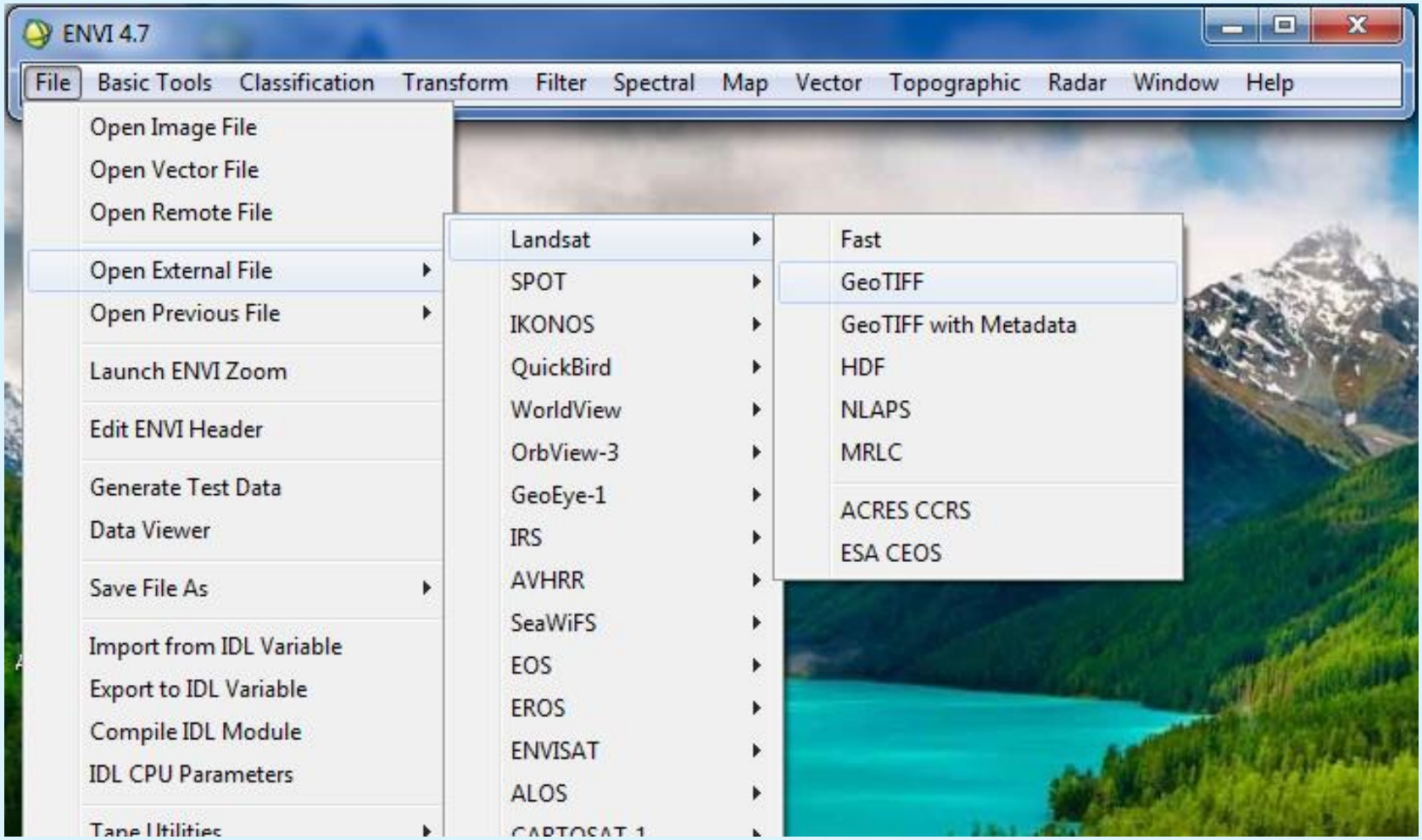
Французская Ривьера, синтез в псевдоцветах, Sentinel-2

Визуализация в естественных цветах

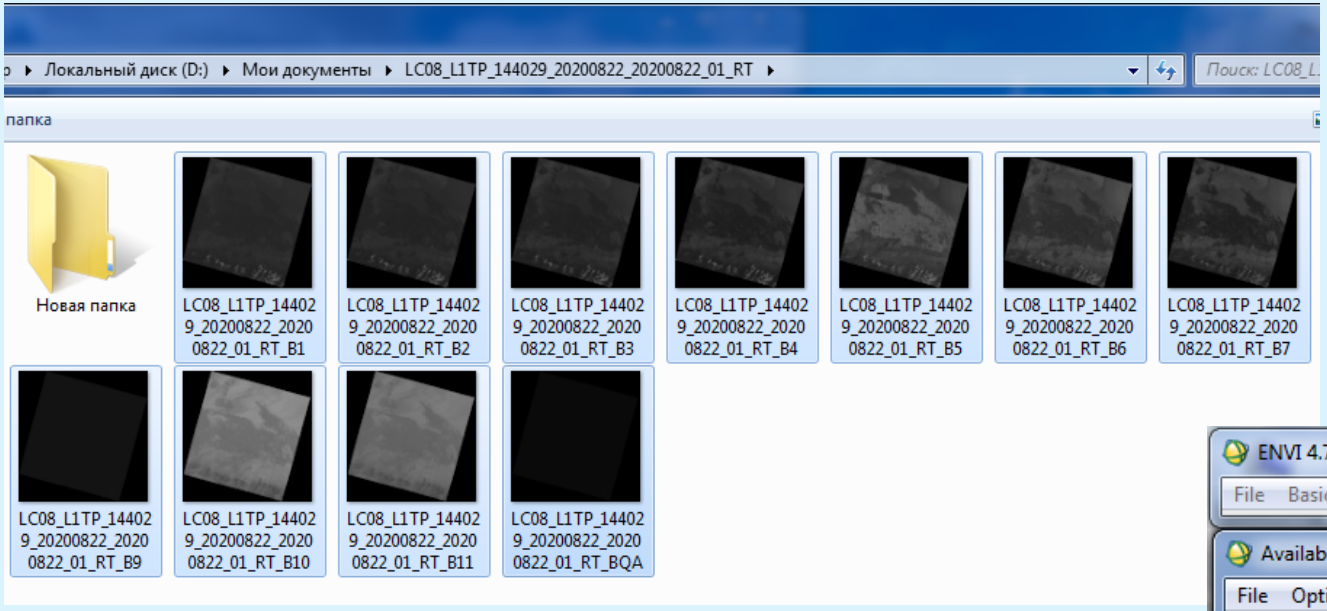


Милан (Италия), синтез в естественных цветах, Sentinel-2

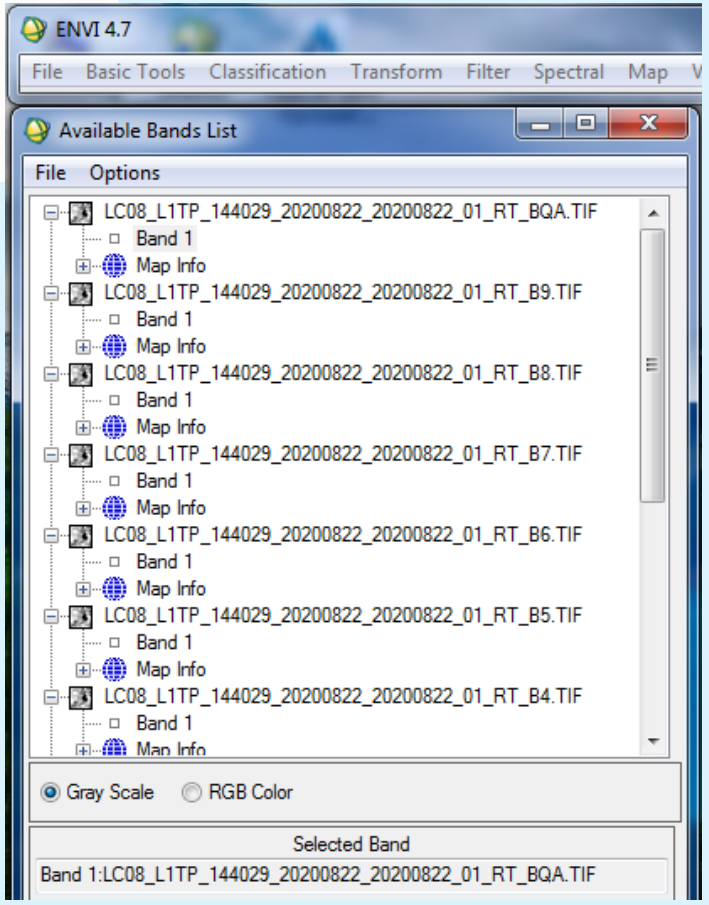
Визуализация мультиспектрального снимка в ENVI



Визуализация мультиспектрального снимка



Находим свой космоснимок и открываем.
Выйдет весь список каналов.
В зависимости, какие комбинации каналов нужно открывать, выбираем их, по номерам для снимка Landsat 8.



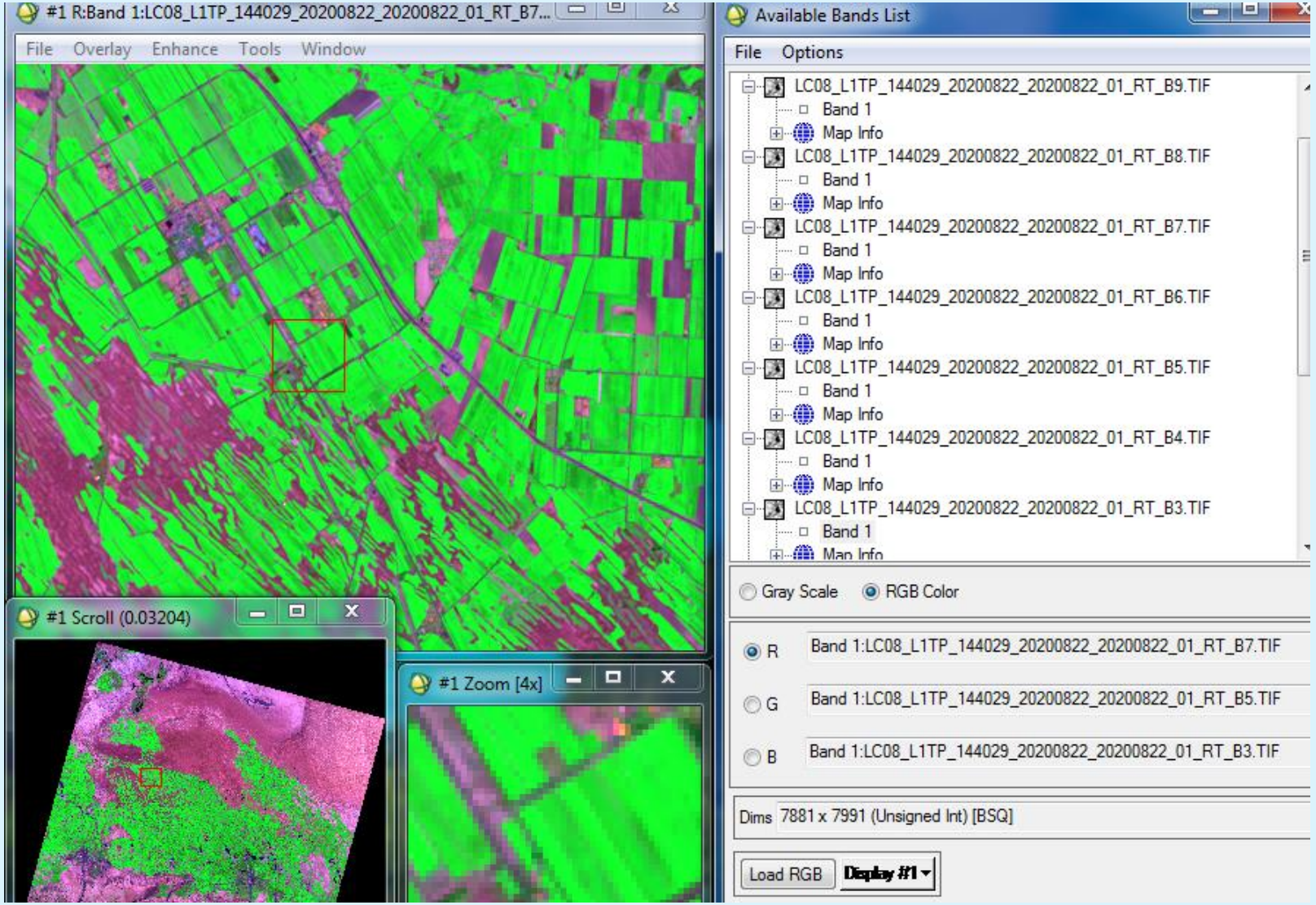
Спектральные каналы Landsat-8 (Ландсат-8)

Диапазоны OLI (Operational Land Imager)		
Канал 1 Побережья и аэрозоли (Coastal / Aerosol, New Deep Blue)	0.433 – 0.453	30 м
Канал 2 – Синий (Blue)	0.450 – 0.515	30 м
Канал 3 – Зелёный (Green)	0.630 – 0.680	30 м
Канал 4 – Красный (Red)	0.630 – 0.680	30 м
Канал 5 – Ближний ИК (Near Infrared, NIR)	1.560 – 1.660	30 м
Канал 6 – Ближний ИК (Short Wavelength Infrared, SWIR 2)	1.560 – 1.660	30 м
Канал 7 – Ближний ИК (Short Wavelength Infrared, SWIR 3)	2.100 – 2.300	30 м
Канал 8 – Панхроматический (Panchromatic, PAN)	0.500 – 0.680	15 м
Канал 9 – Перистые облака (Cirrus, SWIR)	1.360 – 1.390	30 м

Диапазоны TIRS (Thermal Infrared Sensor)		
Канал 10 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR1)	10.30 – 11.30	100 м
Канал 11 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR2)	11.50 – 12.50	100 м

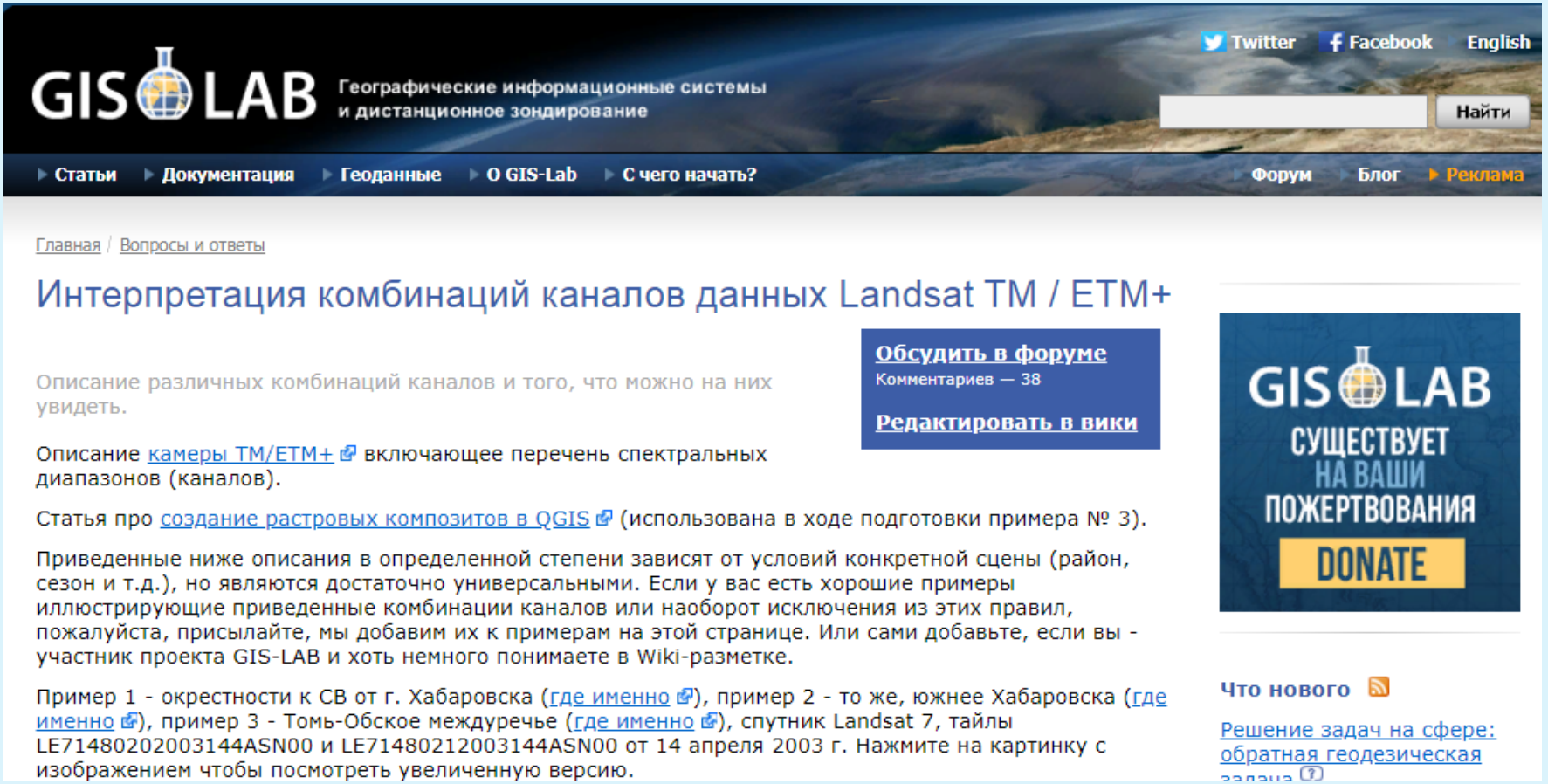
Визуализация мультиспектрального снимка

Выполнить визуализацию заданного мультиспектрального космического снимка Landsat 8 в программе ENVI в ложном цвете (false color) в комбинациях 7,5,3 и дать пояснение для чего используется такая комбинация каналов электромагнитного спектра.



Визуализация мультиспектрального снимка

Выполнить визуализацию заданного мультиспектрального космического снимка Landsat 8 в программе ENVI в ложном цвете (false color) в комбинациях 7,5,3 и дать пояснение для чего используется такая комбинация каналов электромагнитного спектра.



https://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html

Визуализация мультиспектрального снимка

*Выполнить визуализацию заданного мультиспектрального космического снимка Landsat 8 в программе ENVI в ложном цвете (false color) в комбинациях **7,5,3** и дать пояснение для чего используется такая комбинация каналов электромагнитного спектра.*

Эта комбинация дает изображение близкое к естественным цветам, но в тоже время позволяет анализировать состояние атмосферы и дым.

Здоровая растительность выглядит ярко зеленой, травянистые сообщества – зелеными, ярко розовые участки детектируют открытую почву, коричневые и оранжевые тона характерны для разреженной растительности.

Сухостойная растительность выглядит оранжевой, вода- голубой. Песок, почва и минералы могут быть представлены очень большим числом цветов и оттенков.

Эта комбинация дает великолепный результат при анализе пустынь и опустыненных территорий. Кроме того, может быть использована для изучения сельскохозяйственных земель и водно-болотных угодий.

Сгоревшие территории будут выглядеть ярко красными. Эта комбинация используется для изучения динамики пожаров и пост-пожарного анализа территории.

Городская застройка отображается в оттенках розово-фиолетового, травянистые сообщества – зелеными и светло зелеными.

Светло зеленые точки внутри городских территорий могут быть парками, садами или полями для гольфа (актуально для России :)). Оливково-зеленый цвет характерен для лесных массивов и более темный цвет является индикатором примеси хвойных пород.

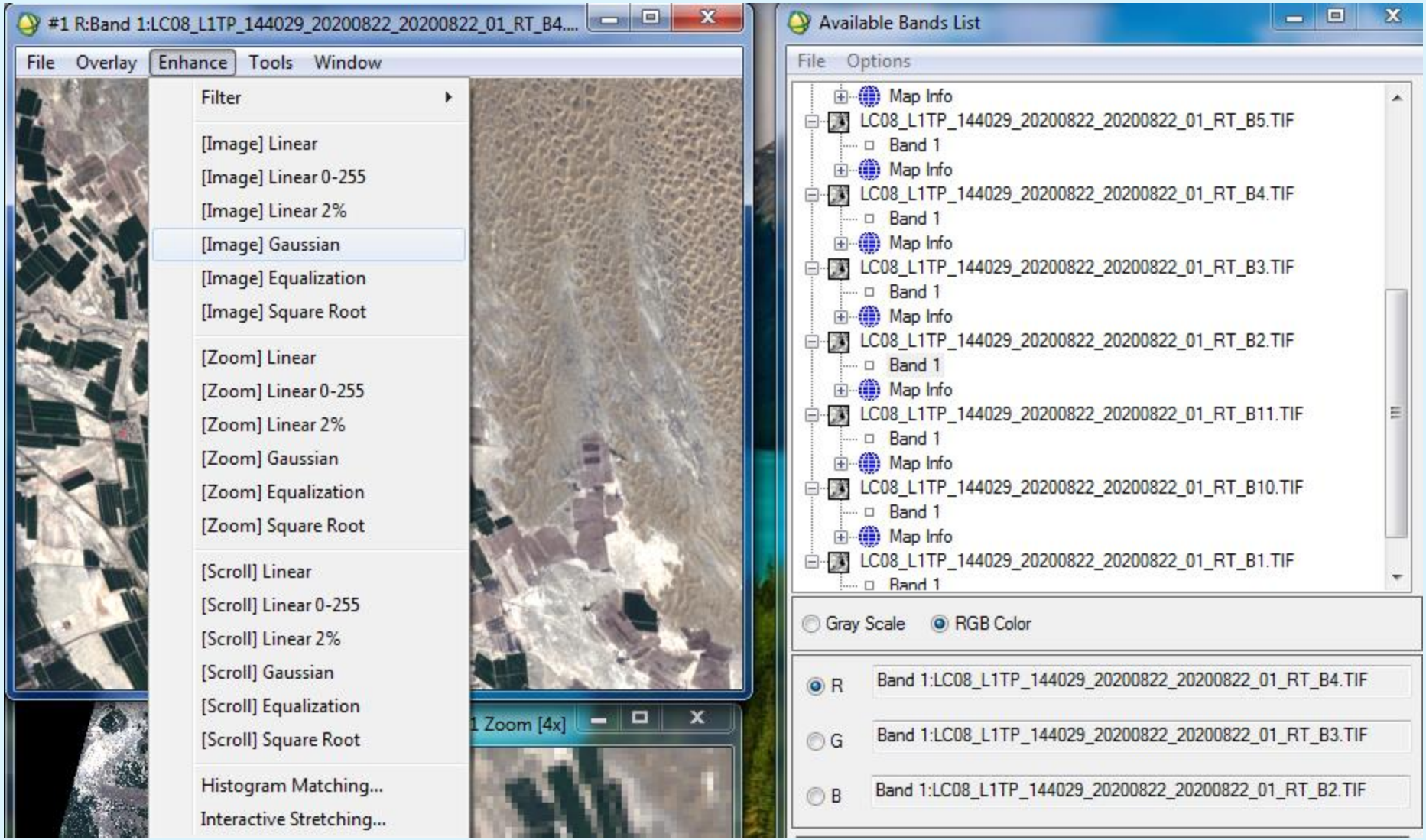
Улучшающие преобразования

4,3,2	Комбинация «естественные цвета». В этой комбинации используются каналы видимо диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом. Здоровая растительность выглядит зеленой, убранные поля – светлыми, нездоровая растительность – коричневой и желтой, дороги – серыми, береговые линии – белесыми. Эта комбинация каналов дает возможность анализировать состояние водных объектов и процессы седиментации, оценивать глубины. Также используется для изучения антропогенных объектов. Вырубки и разреженная растительность детектируются плохо, в отличие от комбинации 4-5-1 или 4-3-2. Облака и снег выглядят одинаково белыми и трудноразличимы. Кроме того, трудно отделить один тип растительности от другого. Эта комбинация не позволяет отличить мелководье от почв в отличие от комбинации 7-5-3.	

В комбинации 4,3,2 открываем снимок. Комбинация дает изображение в естественных цветах.

Улучшающие преобразования

В комбинации 4,3,2 открываем снимок. Комбинация дает изображение в естественных цветах. И делаем улучшающие преобразования.



Центральная проекция снимка

Пусть A, B, C и D (рис. 9) точки местности, а S – центр проекции.

Тогда точки пересечения a, $в$, c, d плоскости P с проектирующими лучами AS, BS, CS и DS есть центральные проекции соответствующих точек местности.

Такую же центральную проекцию можно построить и в том случае, если плоскость проекции P' провести по другую сторону от центра проектирования и на том же расстоянии от него.

Действительно, если это сделать, то получим точки a', $в'$, c' и d', причем согласно условию

$$Sd' = Sd \qquad Sa' = Sa \qquad Sb' = Sb \qquad Sc' = Sc$$

Плоскость P проекции дает негативное (обратное) изображение точек местности, а P' – позитивное (прямое). Позитив получается, когда объект и плоскость проекции помещены по одну сторону от центра проектирования, а негатив, если они расположены по разные стороны от него.

Поскольку негатив и позитив располагаются симметрично относительно центра проекции, то они одинаковы (конгруэнтны).

Центральная проекция снимка

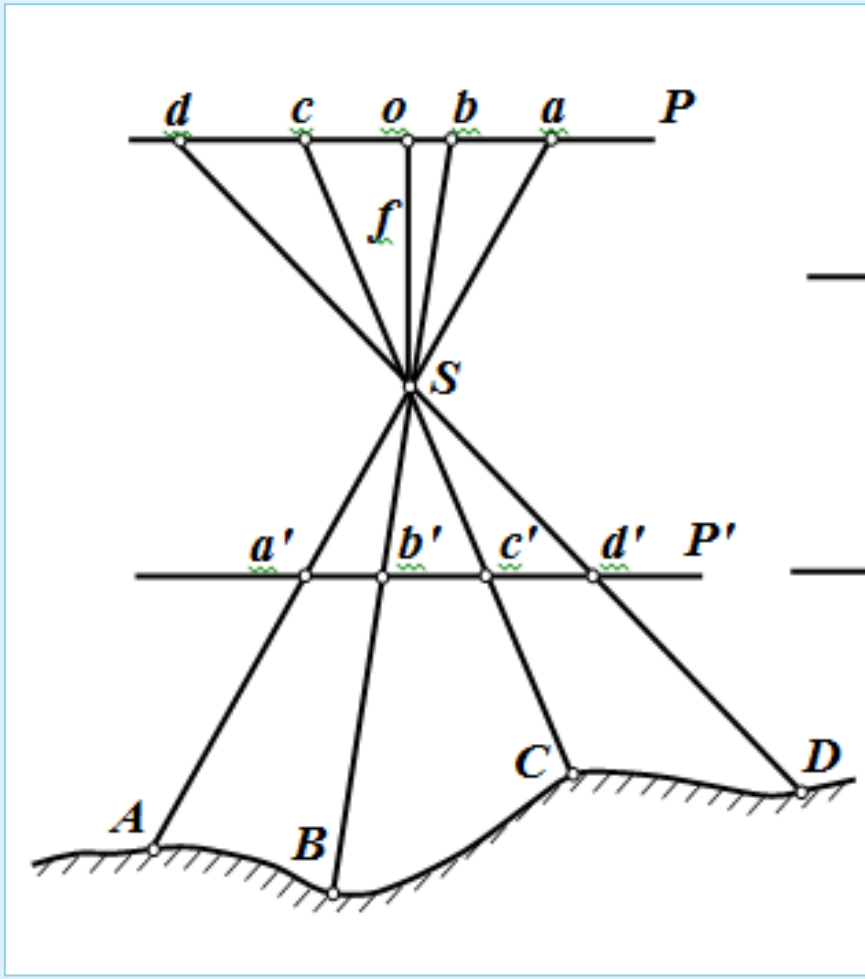


Рис.9

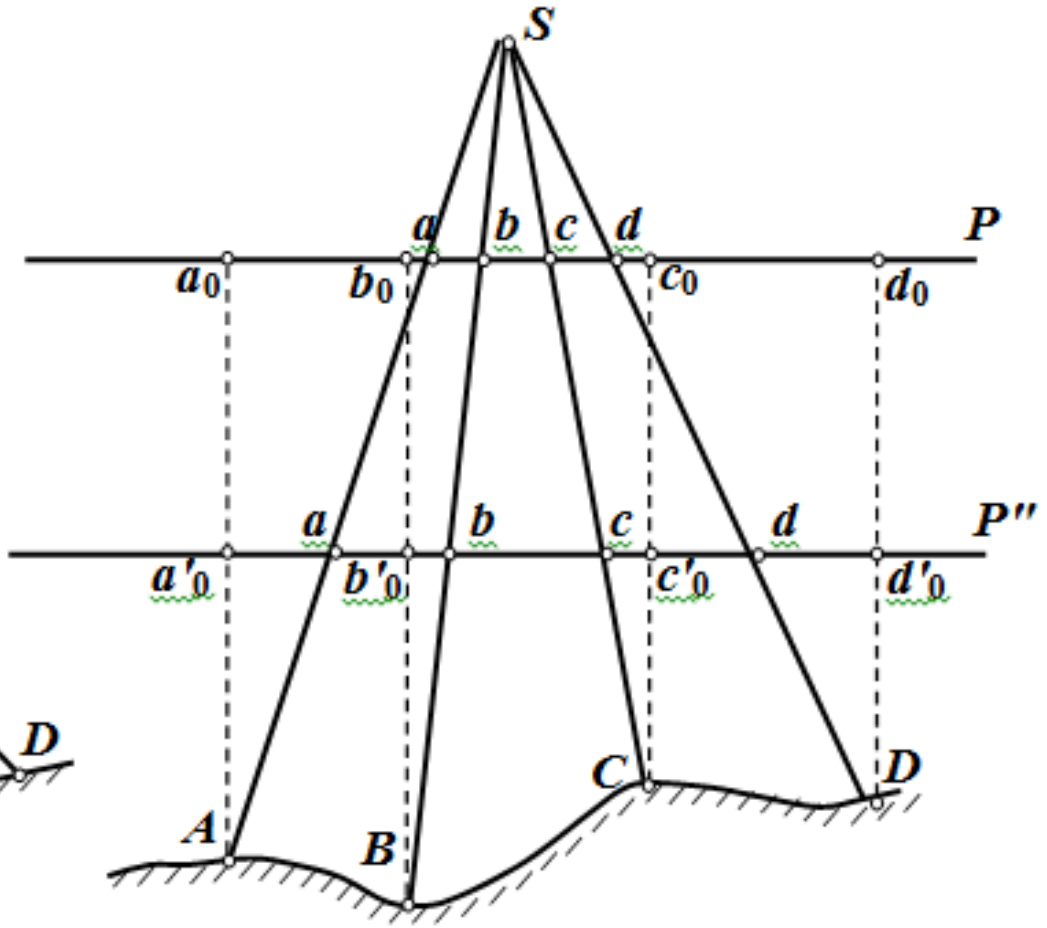


Рис.10

Центральная проекция снимка и ортогональная проекция плана

Изображение объекта на плоскости снимка, полученное в центральной проекции, называется перспективным изображением.

Если центр проектирования перенести на бесконечно большое расстояние относительно местности, то проектирующие лучи будут взаимно параллельны.

Их пересечение с перпендикулярной к ним плоскостью дает ортогональную проекцию точек местности. В топографии такая проекция (при условии, что проектирующие лучи отвесны) называется горизонтальной.

Отличие между ортогональной (горизонтальной) и центральной проекциями видно на рис. 10.

Точки местности A, B, C и D изображаются на плоскости P в центральной проекции в точках a, b, c, d, а в ортогональной проекции – в точках a_o, b_o, c_o, d_o.

При перемещении плоскости проекции в положение P'' взаимное положение точек a_o, b_o, c_o, построенных в ортогональной проекции, не нарушится. В то же время точки a', b', c', построенные в центральной проекции, свое взаимное положение изменят.

Для составления плана участка местности по его изображению на снимке необходимо перспективное изображение преобразовать в ортогональное.

Элементы и свойства центральной проекции

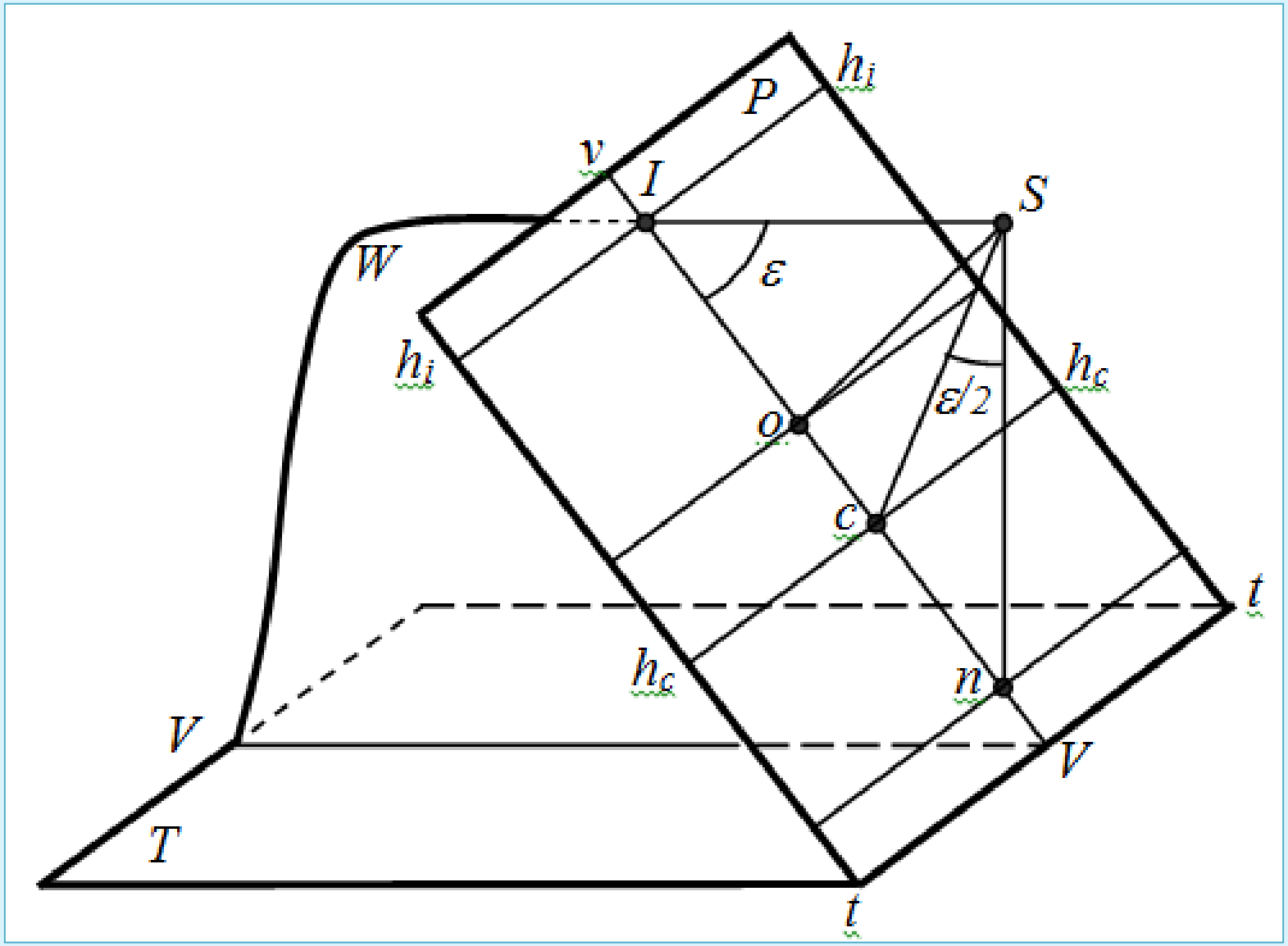


Рис. 11. Элементы центральной проекции

Элементы и свойства центральной проекции

Представление о элементах центральной проекции дает рис. 11, на котором изображены:

- ✓ Плоскость *T,* в которой располагаются точки местности, называется **плоскостью основания (плоскостью предмета).**
- ✓ Плоскость *P*, куда проектируются земные точки , называется **плоскостью изображения (картины) или плоскостью снимка.** Плоскости *T* и *P* бесконечны и ограничение их линиями является условным.
- ✓ Двухгранный угол ε между плоскостями снимка и основания – это **угол наклона снимка.** Он произволен, но если равен нулю, то снимок считается горизонтальным.
- ✓ *S* – **центр проекции**.
- ✓ Проектирующий луч *So*, перпендикулярный к плоскости снимка, называется **главным лучом.**
- ✓ Он должен совпадать с главной оптической осью фотокамеры, но в точности это не выполняется.
- ✓ Точка *o* пересечения главного луча с плоскостью снимка называется **главной точкой**, а расстояние *So* - его фокусным расстоянием *f*. Оно должно быть равно фокусному расстоянию фотокамеры.

Элементы и свойства центральной проекции

- ✓ Точка *n* пересечения отвесного проектирующего луча, с плоскостью снимка называется **точкой надира.** Она является изображением точки *N* местности, которая в момент фотографирования находилась на одной отвесной линии (на линии перпендикулярной основанию) с передней узловой точкой объектива фотокамеры.
- ✓ Вертикальная плоскость *W*, проходящая через точки *S*, *o*, *n* называется **плоскостью главного вертикала.**
- ✓ След *vv* плоскости *W* на снимке это его **главная вертикаль**, а след *VV* плоскости *W* на основании называется **линией направления съемки.**
- ✓ Горизонтальный проектирующий луч *SI*, лежащий в плоскости главного вертикала *W* , пересекает плоскость снимка в **главной точке схода** *I*.
- ✓ Точка *c* пересечения биссектрисы угла *Son* (ε) с плоскостью снимка называется **точкой нулевых искажений**. Она обладает важными свойствами, которые будут рассмотрены при изучении геометрической характеристики наклонного снимка. Точки *I*, *o*, *c* и *n* снимка располагаются на его главной вертикали.
- ✓ Линии *hh*, лежащие в плоскости *P* и перпендикулярные к главной вертикали, есть **горизонтали снимка**. Причем, $h_t h_t$ – **линия основания**. Это линия пересечения плоскости снимка с плоскостью основания.

Элементы и свойства центральной проекции

$h_c h_c$ - линия **неискаженного масштаба** – горизонталь, проходящая через точку нулевых искажений c;
$h_o h_o$ – **главная горизонталь**, она проходит через главную точку снимка o;
$h_i h_i$ – линия **действительного (истинного) горизонта** – линия пересечения снимка и горизонтальной плоскости (плоскости действительного горизонта), проходящей через центр проекции S.
Из анализа рис.11 следует справедливость следующих соотношений:

$$on = f \cdot \operatorname{tg}\varepsilon$$

$$oc = f \cdot \operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{2}$$

$$oJ = f \cdot \operatorname{ctg}\varepsilon$$

$$SJ = f / \sin\varepsilon$$

Элементы и свойства центральной проекции

Свойства центральной проекции.

1. Перспективным изображением любой точка местности, например, *A*, является точка *a* и притом единственная (рис. 12). Любой точке снимка, например, *a* соответствует бесчисленное множество точек местности *A*, A_1 и т.д.

2. Перспективным изображением любой прямой пространства, например *BC*, не проходящей через центр проекции, является прямая *bc*, и притом единственная. Но она изобразилась бы точкой, если бы располагалась на проектирующем луче, например прямая *DK* и точка *d* (или *k*). Любому отрезку на снимке, например *bc*, соответствует бесчисленное число отрезков местности *BC*, B_1C_1 и т.д.

3. Изображения любой системы взаимно параллельных прямых пространства, например *AB CD* и т.д., сходятся на снимке в одной точке *i*, которая называется **точкой схода** (рис.13).

Любая система прямых линий, параллельных плоскости снимка, имеет точку схода в бесконечности. Если параллельные прямые находятся на местности (в плоскости основания), то точка схода их изображений расположена на **линии** h_ih_i **действительного горизонта.**

Построение изображения семейства отрезков, лежащих в плоскости основания и параллельных линии направления съемки (или составляющих с ним угол φ), выполняют следующим образом.

Элементы и свойства центральной проекции

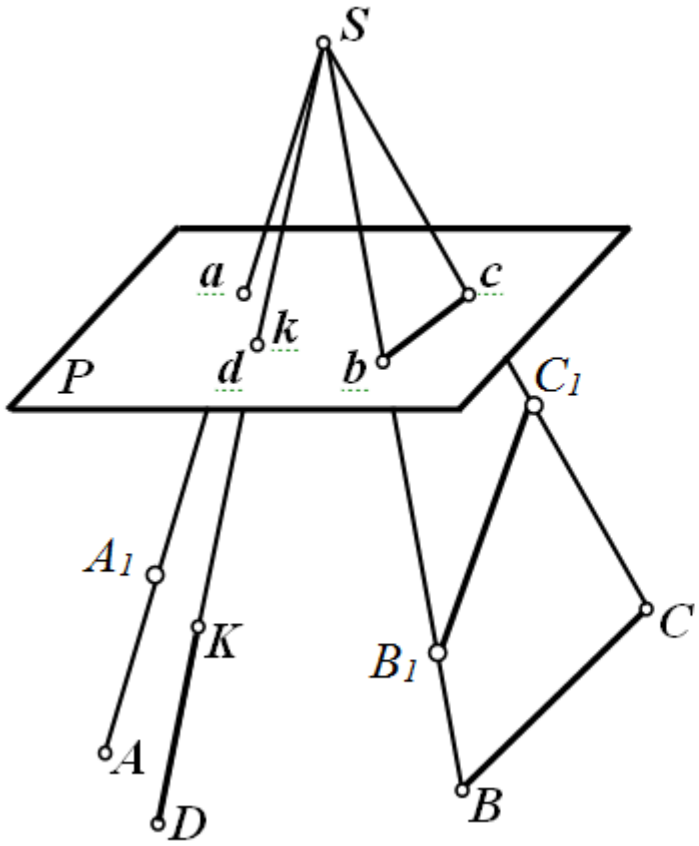


Рис.12

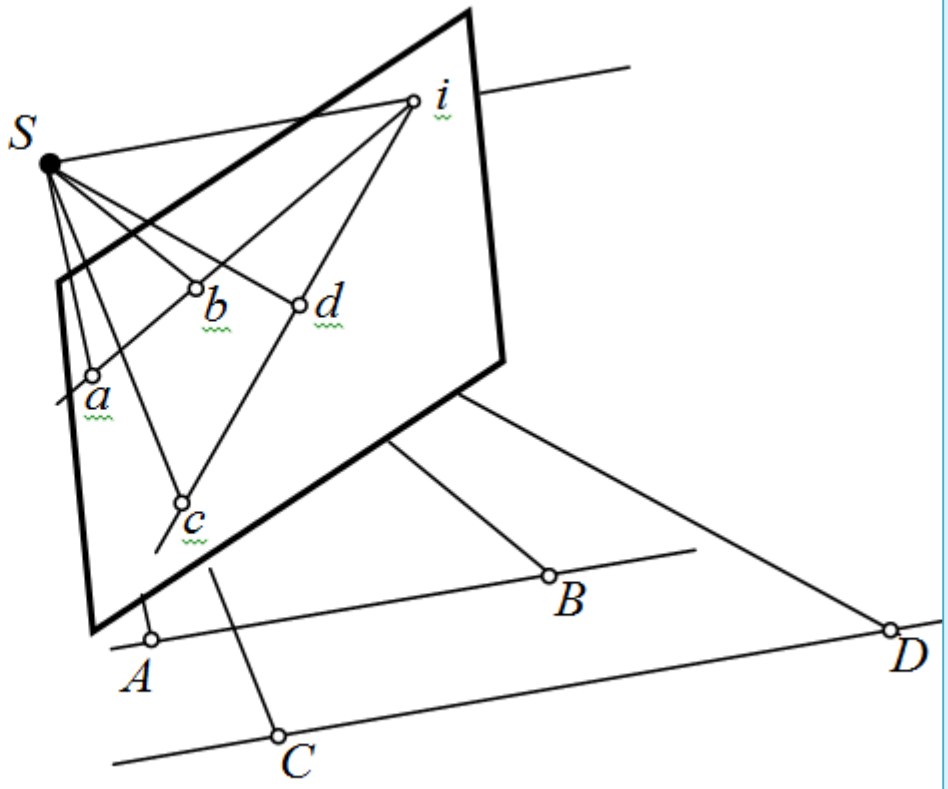


Рис.13

Элементы и свойства центральной проекции

Построение изображения семейства отрезков, лежащих в плоскости основания и параллельных линии направления съемки (или составляющих с ним угол φ), выполняют следующим образом.

1. Отрезки продолжают до пересечения с линией основания картины. Полученные точки, принадлежат двум плоскостям – плоскости основания и плоскости снимка (картины).
2. На плоскости снимка находят положение главной точки схода J, и строят линию h_ih_i перпендикулярную главной вертикали (линию действительного горизонта).
3. Через центр проекции S проводят луч, параллельный заданным отрезкам. Он будет расположен в плоскости действительного горизонта. Пересечение этого луча с линией h_ih_i определяет точку схода J' изображений отрезков.
4. Соединяют прямыми линиями точку J' с точками, полученными на линии основания картины. Эти линии на снимке есть изображение лучей, идущих от линии основания картины, через заданные отрезки и до бесконечности.
5. Проводят проектирующие лучи через точки, ограничивающие отрезки. Их пересечение с построенными на снимке линиями и определяет искомое изображение.

По этому правилу и построены изображения прямых, параллельных направлению съемки (рис.14) и прямой, составляющей с направлением съемки угол φ (рис.15).

Элементы и свойства центральной проекции

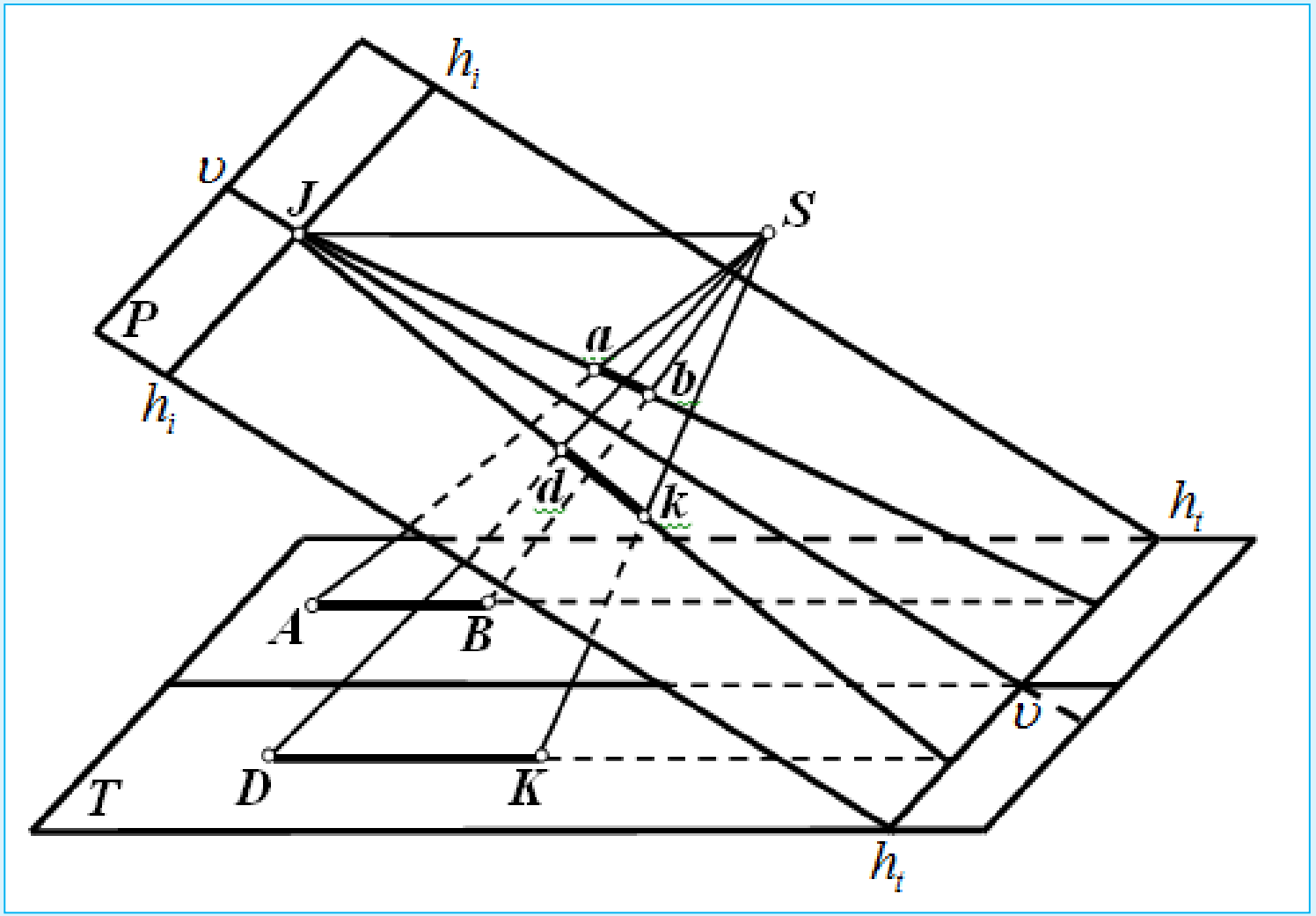


Рис.14

Элементы и свойства центральной проекции

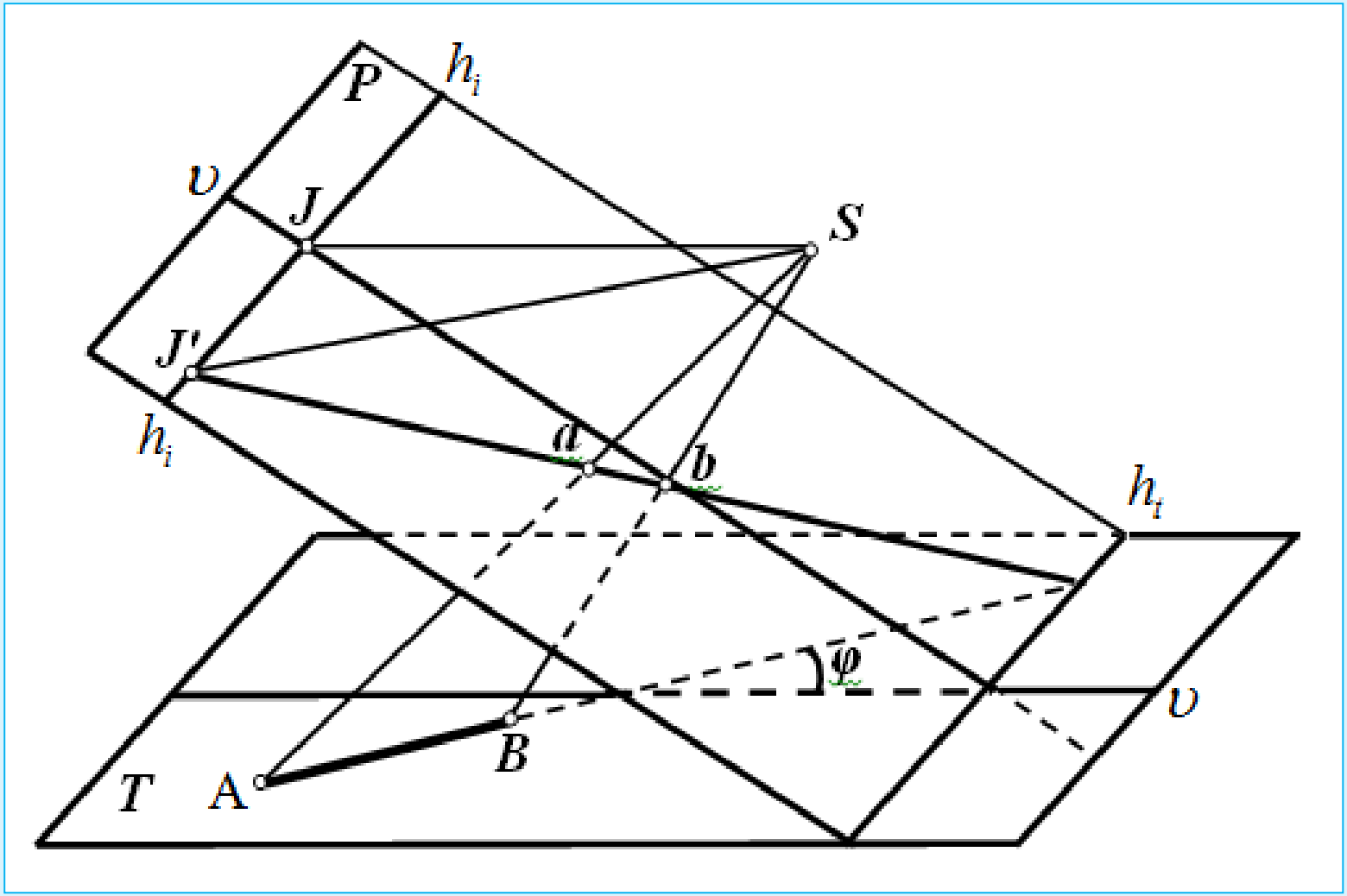


Рис.15

Элементы и свойства центральной проекции

Точка схода изображений вертикальных (отвесных) прямых совпадает с точкой надира *n* (рис. 16).

Пересечение B_o отрезка *AB* с плоскостью снимка находится на следе вертикальной плоскости, проходящей через прямую *AB* и параллельной плоскости главного вертикала.

Поэтому отрезок NB_o есть изображение бесконечного отвесного луча, идущего из точки B_o.

Проекции точек *A* и *B* принадлежат этому отрезку, значит для их построения достаточно провести проектирующие лучи. Аналогичным образом на рис. 16 построено изображение вертикальной прямой *DK*. Решение задачи можно было начать и с построения точки *A*, которая принадлежит плоскости основания.

Возможны и другит приемы построения изображений параллельных линий.

Элементы и свойства центральной проекции

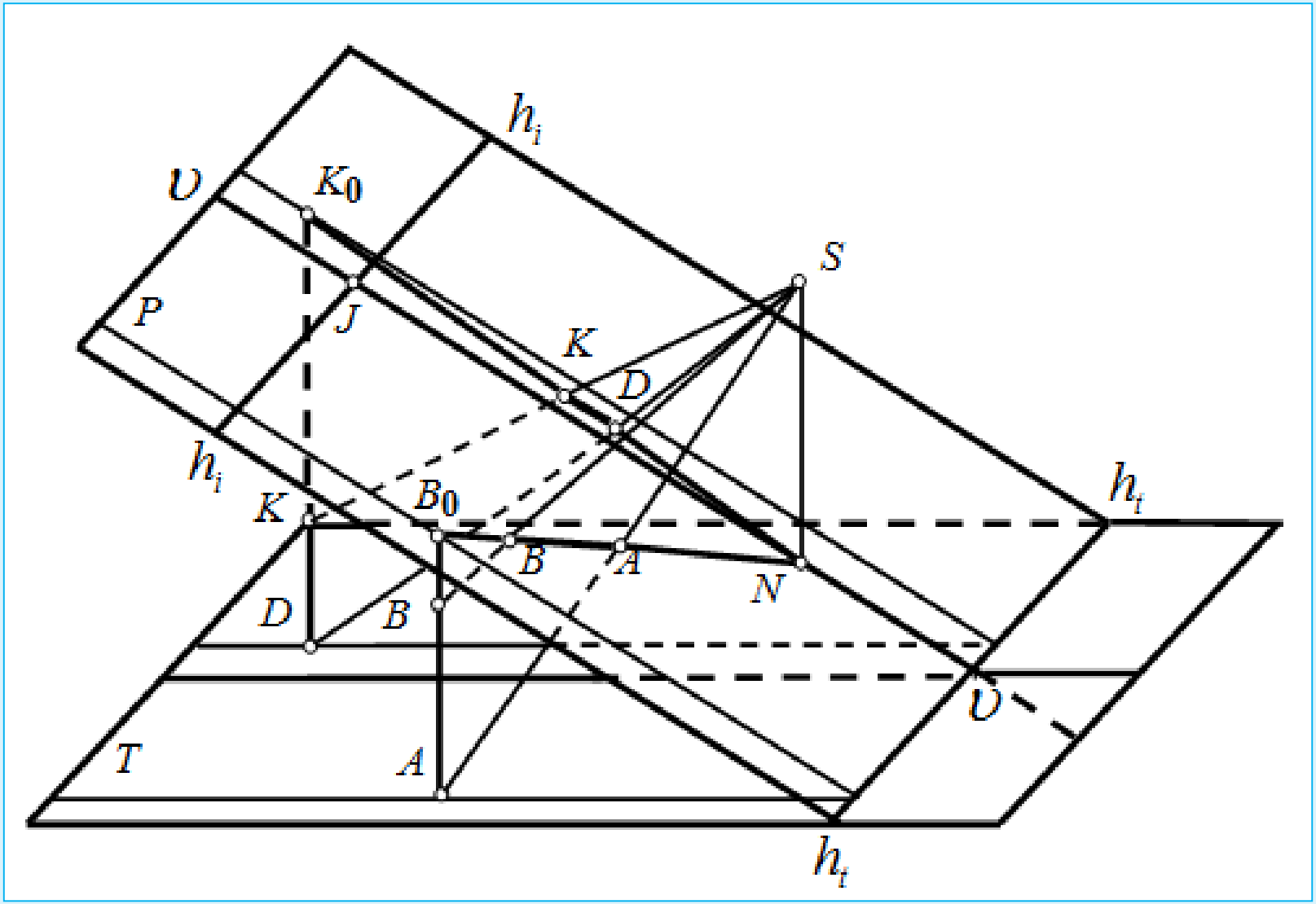
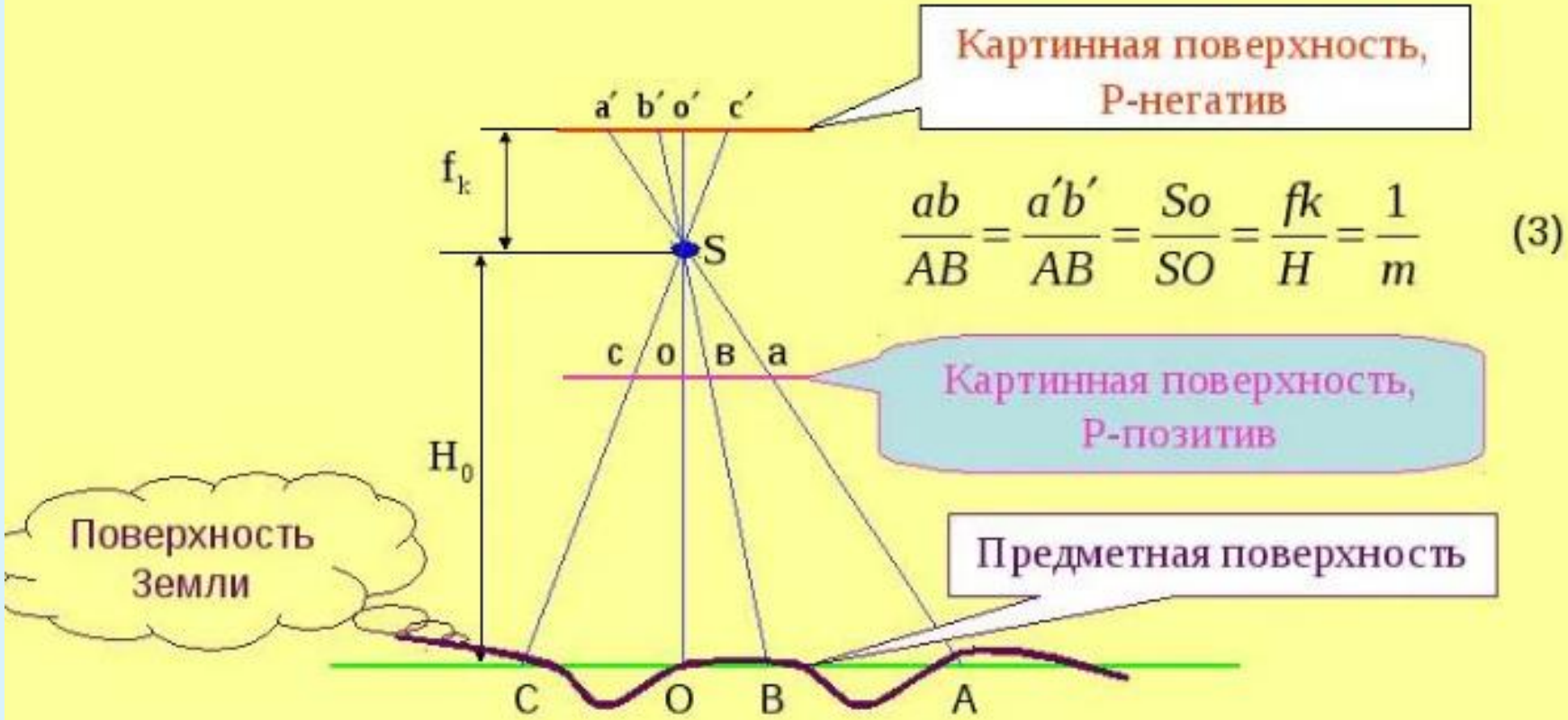


Рис.16

Свойства аэроснимков

Схема центральной проекции АФА



$$\frac{ab}{AB} = \frac{a'b'}{AB} = \frac{So}{SO} = \frac{fk}{H} = \frac{1}{m} \qquad (3)$$