КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Число	Содержание	ДЗ
15.09	Цели, задачи, содержание курса. Использование ДЗ в науках о Земле	
22.09	**Базовые принципы, понятия, ограничения**	
24.09	Базовые принципы, понятия, ограничения	
	Существующие съемочные системы, ТТХ, каталоги снимков	+
	Предварительная подготовка снимков	
	Предварительная подготовка снимков	
	Признаковое пространство объектов дешифрирования	+
	Классификация изображений (признаки, алгоритм, интерпретация)	+
	Дешифрирование (интерпретация) изображений	
	Интерполяция результатов полевых описаний	
	ДЗ в задачах динамики и функционирования ландшафтного покрова	
	Доклады по статьям 2010-2012 гг.	
	История и перспективы ДЗ	
25.12	Зачет	

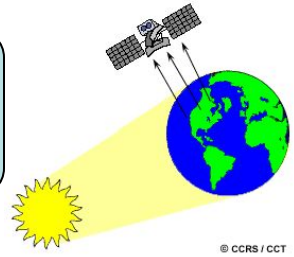
ОБЩАЯ СХЕМА

I.

ОБЪЕКТ ЗОНДИРОВАНИЯ (источник информации) → ПРИЕМНИК ИНФОРМАЦИИ

II.

ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ → ОБЪЕКТ ЗОНДИРОВАНИЯ (преобразование информации) → ПРИЕМНИК ИНФОРМАЦИИ



III.

ИСТОЧНИК И ПРИЕМНИК ИНФОРМАЦИИ ↔ ОБЪЕКТ ЗОНДИРОВАНИЯ (преобразование информации)

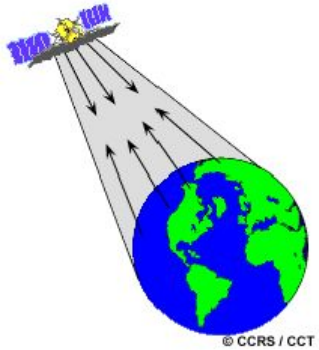
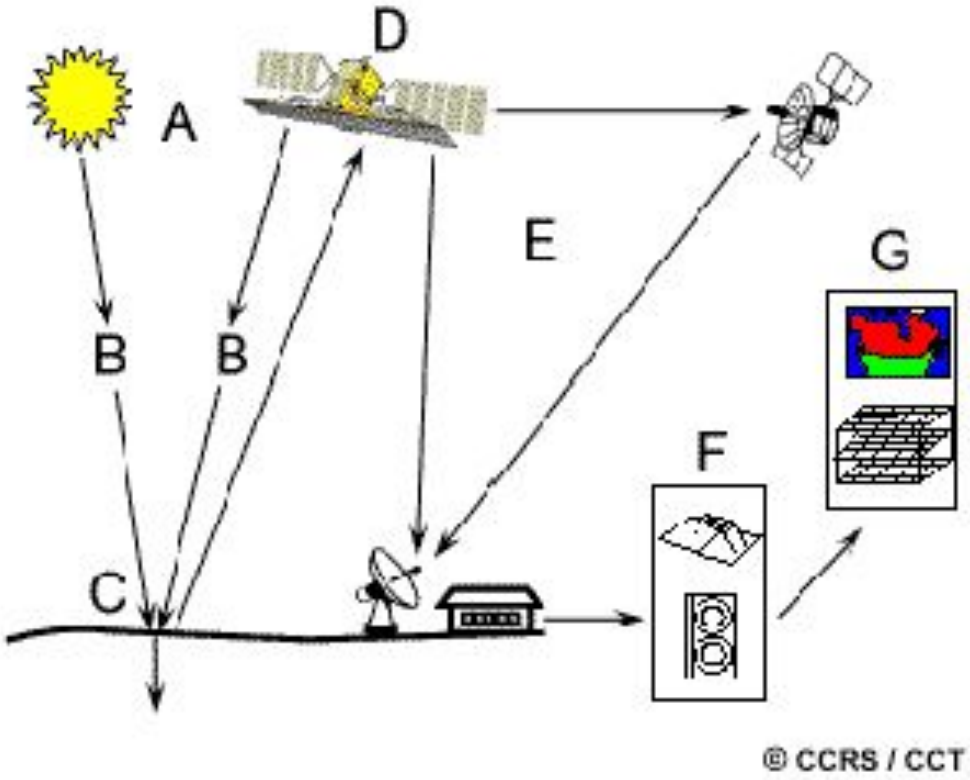


СХЕМА ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



A – источник излучения

B – взаимодействие с атмосферой (рассеивание, отражение, преломление)

C – взаимодействие с земной поверхностью, отражение

D – регистрация отраженного излучения сенсором спутника

E – передача записанного сигнала в приемный наземный центр

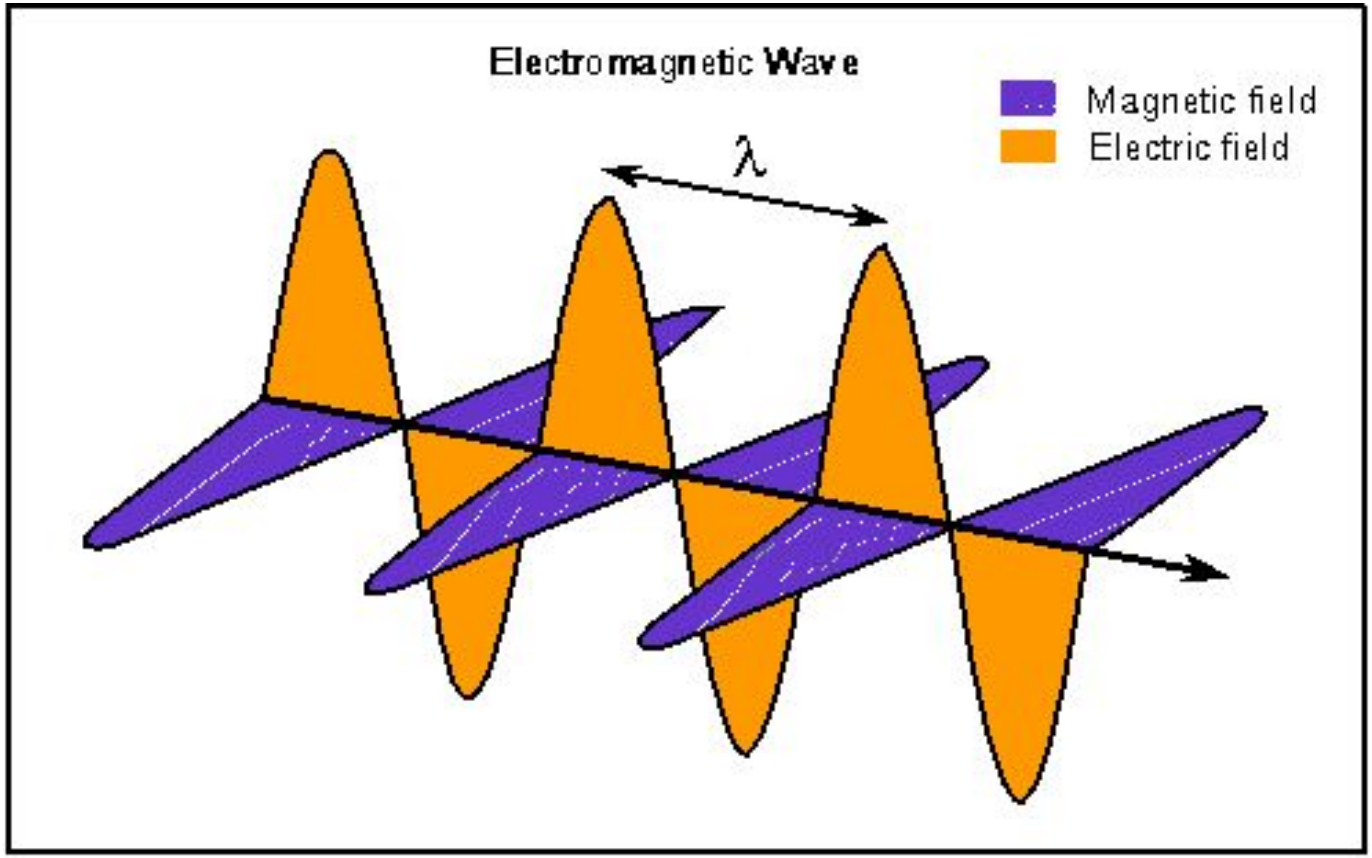
F – интерпретация и анализ полученных сигналов (данных)

G – использование информации

ПЕРЕНОСЧИК ИНФОРМАЦИИ

– ЭЛЕКТОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ (ДЛИНЫ ВОЛНЫ) и АМПЛИТУДЫ

ВОЛНОВАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РАДИАЦИИ

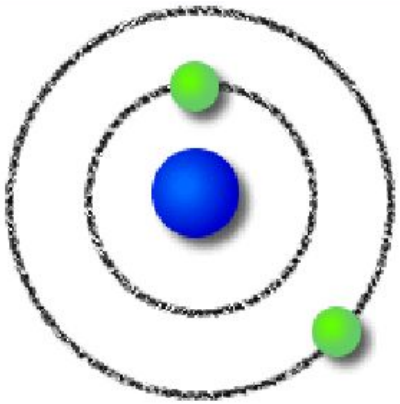


Альтернативы: звуковые, гравитационные, сейсмические волны,

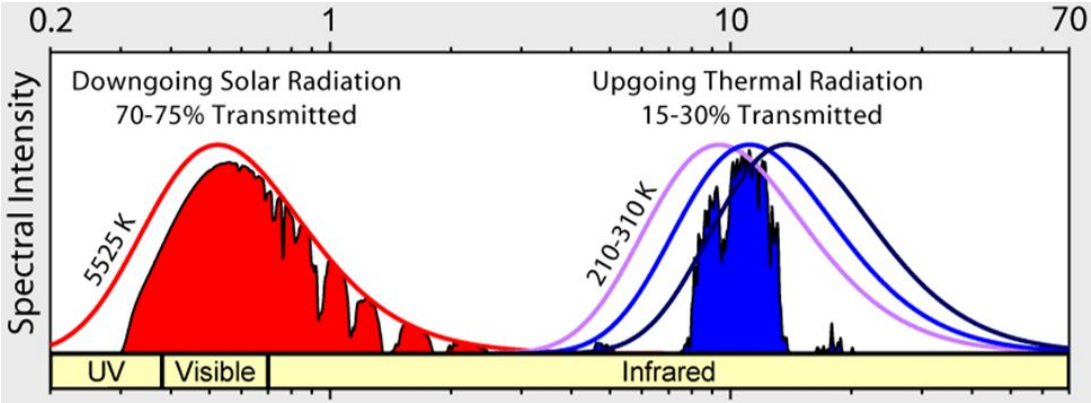
ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Излучение возбуждается движущимися с ускорением электрическими зарядами

1. МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ - электроны скачками переходят с одного энергетического уровня на другой внутри атомов: гамма-, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное, а в некоторых случаях и еще более длинноволновое излучение



2. МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ



Тепловое движение

Закон Стефана-Больцмана

$$M_\lambda = \sigma T^4$$

где **T** = температура Кельвина

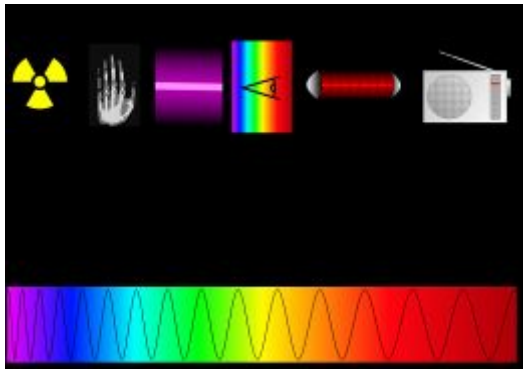
σ = 5.6697 x 10-8 Wm-2 K-4

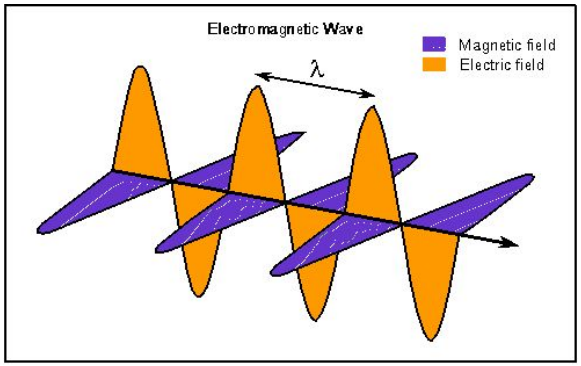
Чем **сильнее** нагрето тело,

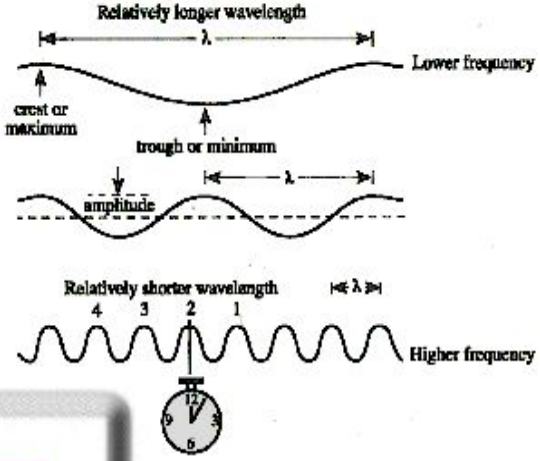
тем **выше частота** его излучения

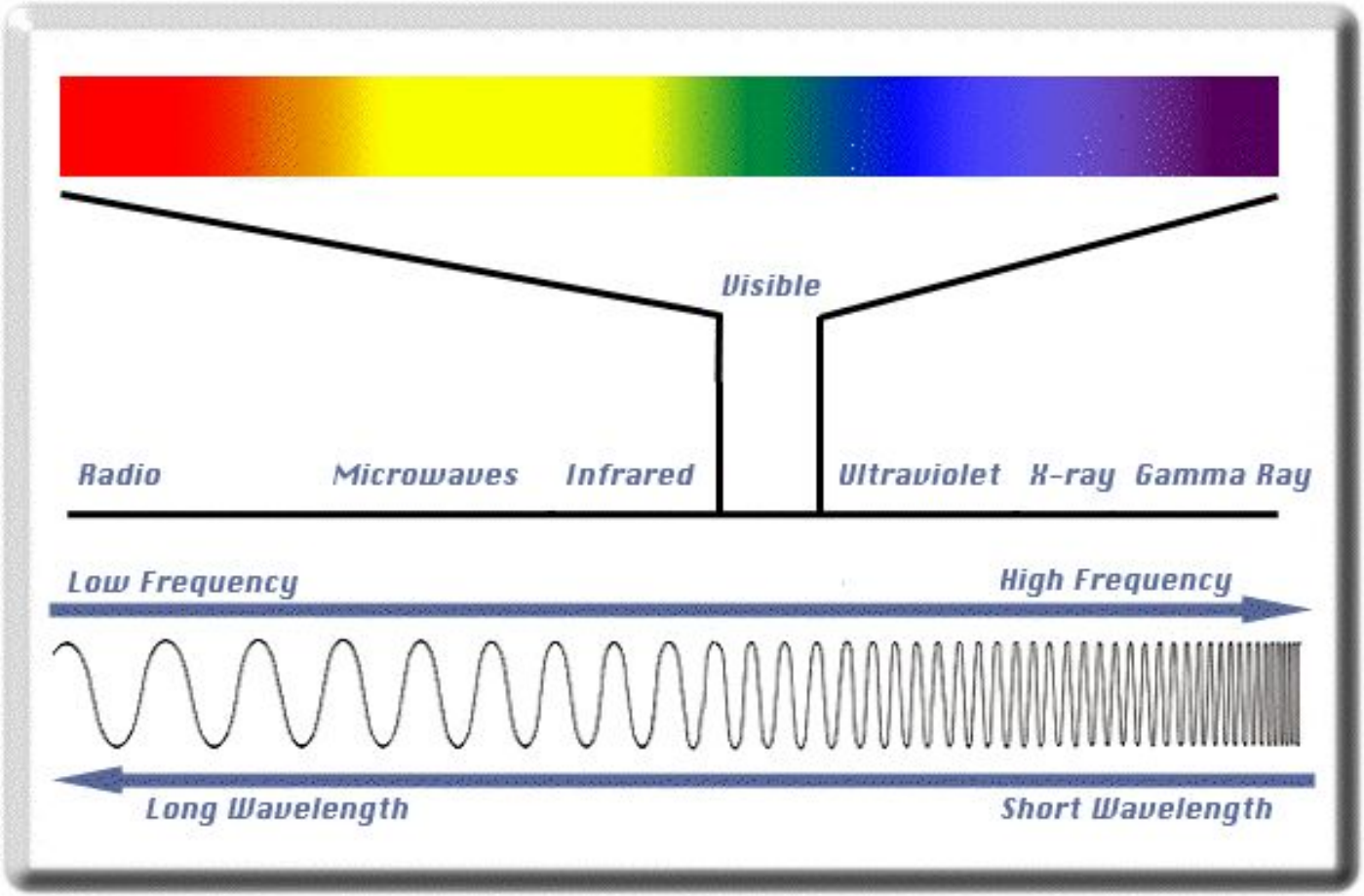
- физические, химические и биологические реакции

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР (*лат. - призрак*)







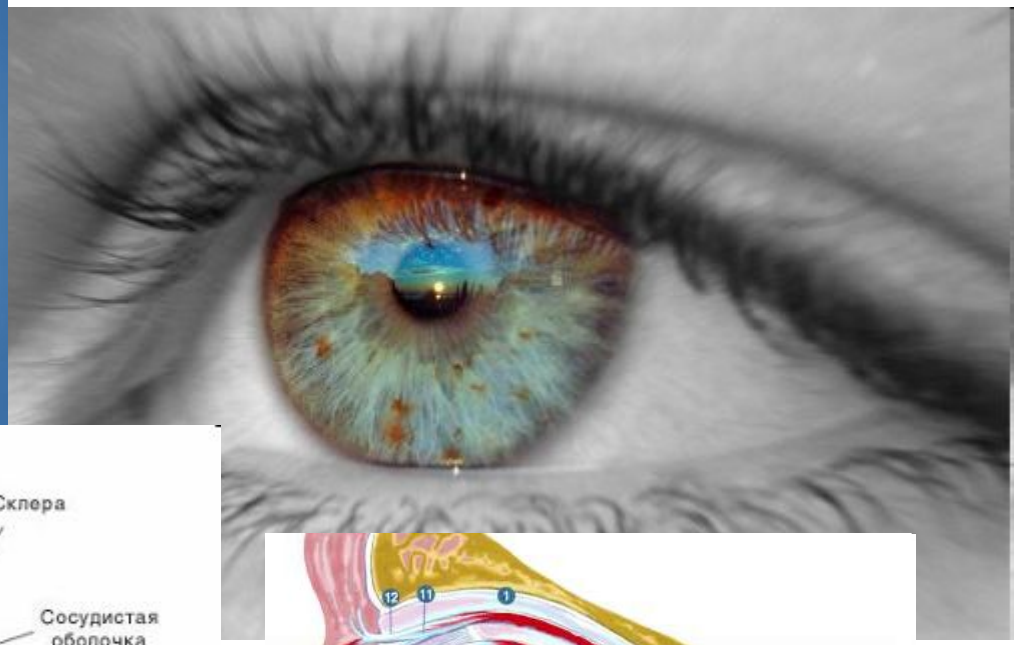


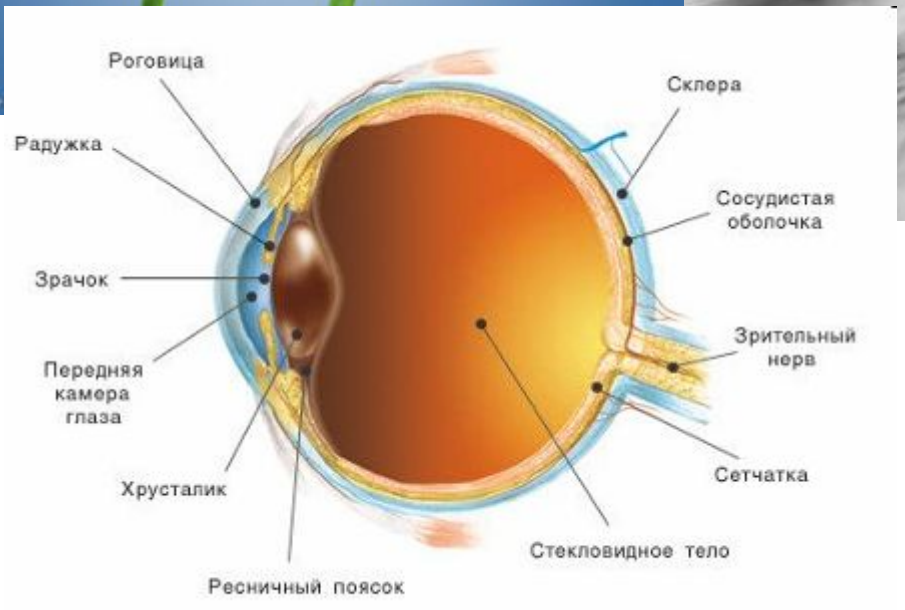
ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

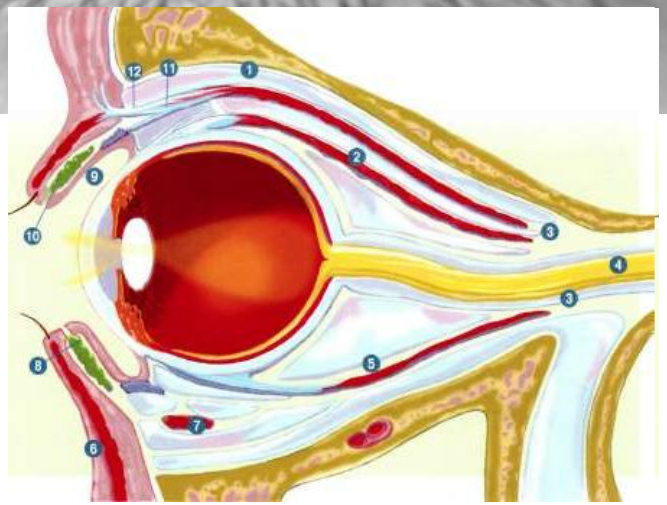
Светочувстви́тельность — способность вещества или материала изменять свои химические или физические свойства под действием света

БИОЛОГИЧЕСКИЙ

видимая зона спектра





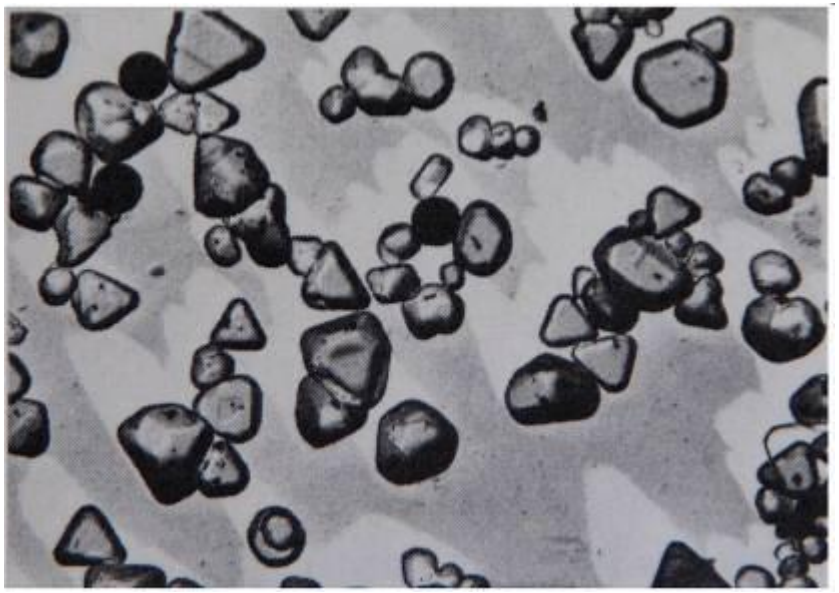


светочувствительные элементы - палочки и колбочки - нервные окончания зрительного нерва

ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Светочувстви́тельность — способность вещества или материала изменять свои химические или физические свойства под действием света

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ - восстановления металлического серебра из его галогеновых солей под действием света



Светочувствительные зерна галогенидов серебра фотопленки

Чем интенсивнее свет, тем больше образуется кристаллов металлического серебра черного цвета

Проявитель – закрепляет соединения металлов серебра

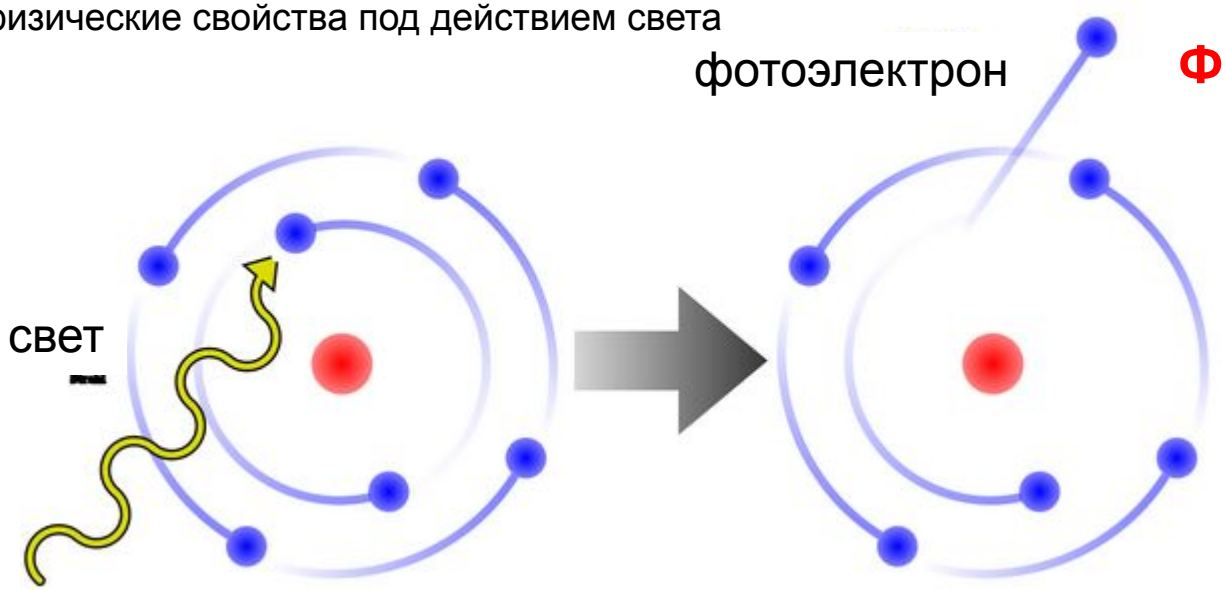
Фиксаж – переводит остатки солей серебра в водорастворимую форму

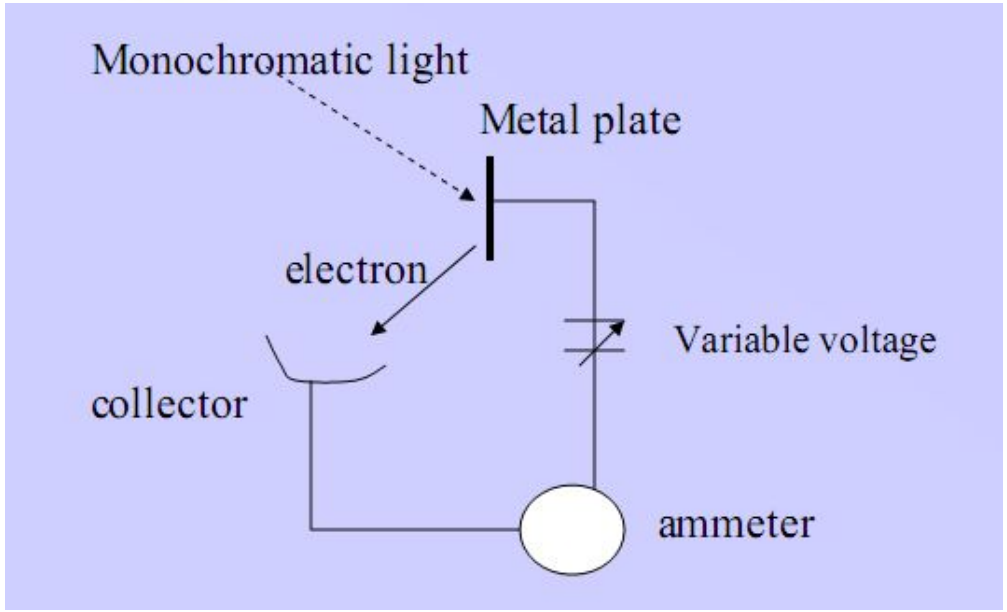
Размер кристаллов определяет светочувствительность и зернистость изображения

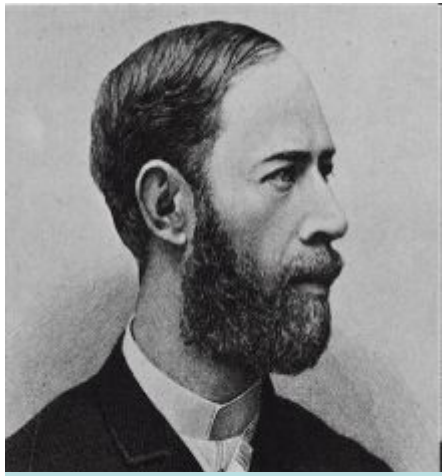
ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Светочувстви́тельность — способность вещества или материала изменять свои химические или физические свойства под действием света

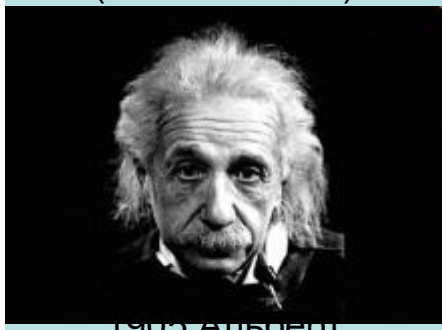
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ







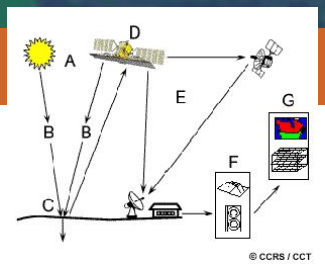
1887 Генрих Герц
(Heinrich Hertz)



1905 Альберт
Эйнштейн
(Albert Einstein)

преобразование световой энергии в электрическую

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЧЕРЕЗ ФИКСАЦИЮ ВЕЩЕСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ:

Изменение характеристик потока света при его взаимодействии с веществом: направления распространения, частоты, плоскости и амплитуды колебаний

ОТРАЖЕНИЕ, ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ (reflectance)

отражение излучения от облучаемой поверхности.

ПОГЛОЩЕНИЕ (absorption)

процесс поглощения излучения или его преобразования в другую форму

ПРОПУСКАНИЕ (transmittance)

прохождение излучения через вещество

$$\Phi_{i\lambda} = \Phi_{reflected} + \Phi_{transmitted} + \Phi_{absorbed}$$

ПРЕЛОМЛЕНИЕ (refraction)

изменение направления распространения света на границе двух сред

РАССЕИВАНИЕ (scattering)

отражение непредсказуемого характера

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Поток ПРИХОДЯЩЕГО (irradiance, incoming)

и ОТРАЖЕННОГО (exitance, outcoming) **излучения**

- абсолютные характеристики отражательной способности поверхности
- энергия потока пришедшего и отраженного излучения
- единицы измерения

$$W/(m^2 * ster * \mu m)$$

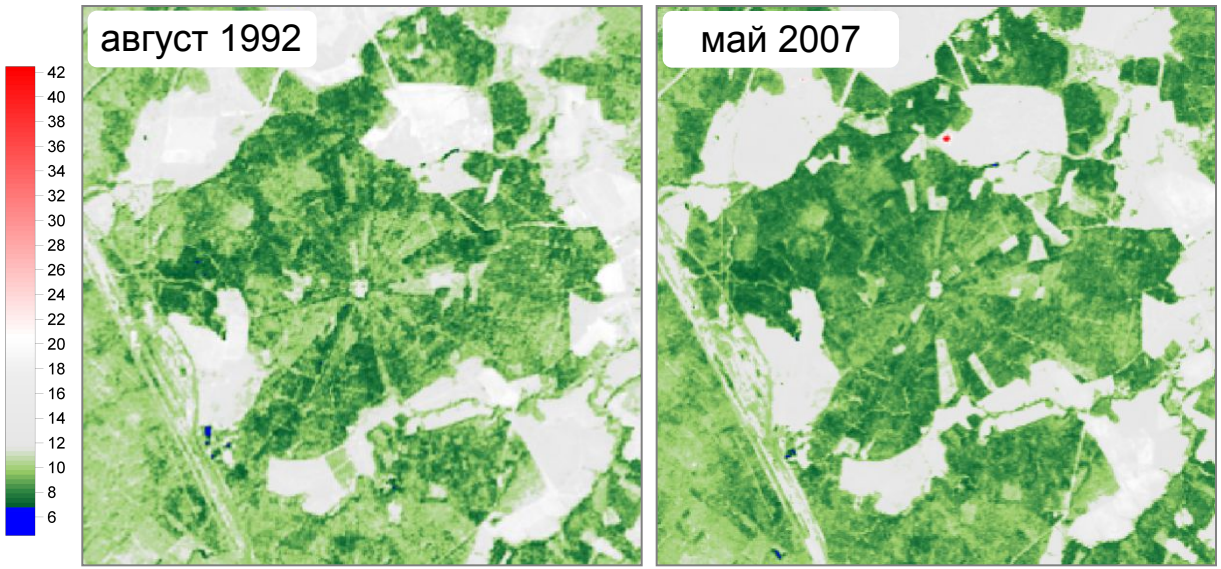
поток энергии (ватт) на стерадиан-квадратный метр на единицу измеряемой длины волны

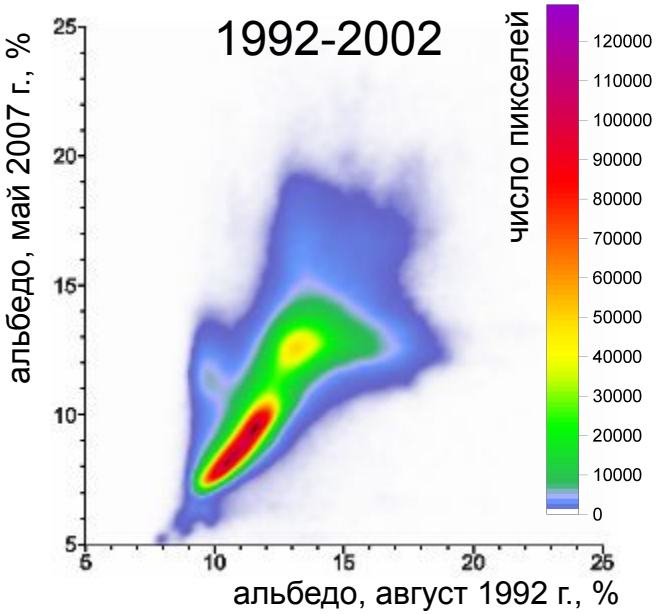
Коэффициент интегральной яркости или **альбе́до** (лат. *albus* - белый)

- относительная характеристика отражательной способности поверхности
- доля пришедшей радиации, отраженная поверхностью
- зависит от свойств облучаемой поверхности

$$\rho(\lambda) = \frac{G_{refl}(\lambda)}{G_{incid}(\lambda)}$$

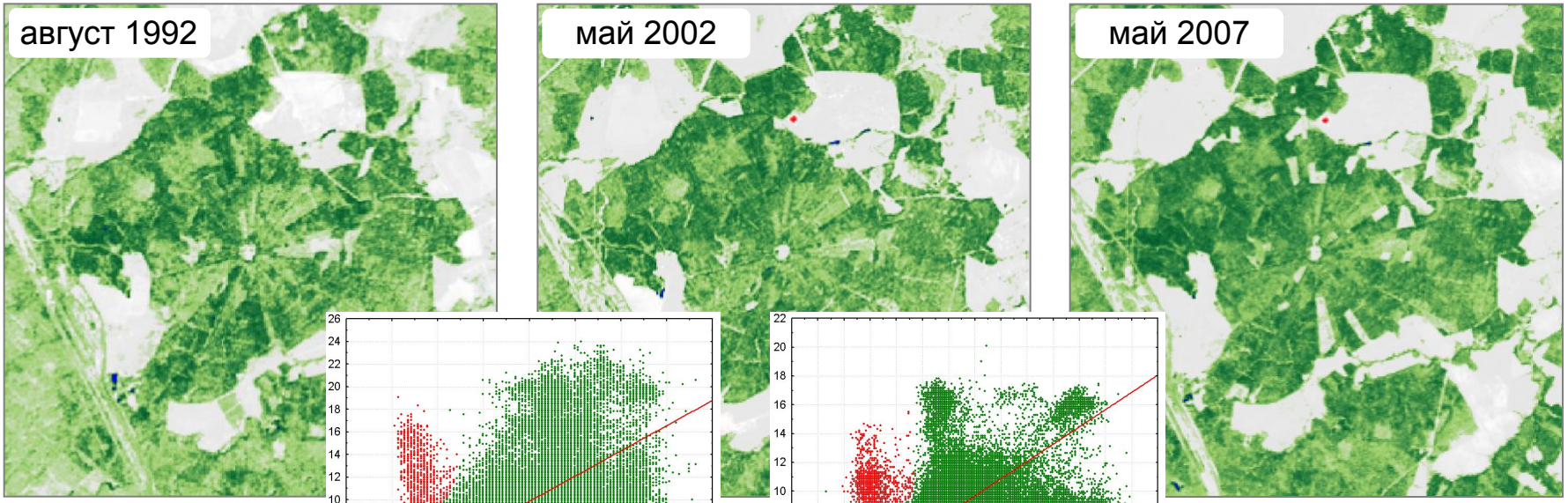
ОБЪЕКТ	A	ОБЪЕКТ	A
Снег свежевыпавший	1.00	Лес хвойный	0.05
Вода	0.03	Лес лиственный	0.07
Песок кварцевый	0.20	Дороги на суглинке и песке	0.20
Почва чернозем	0.03	Дороги на черноземе	0.08

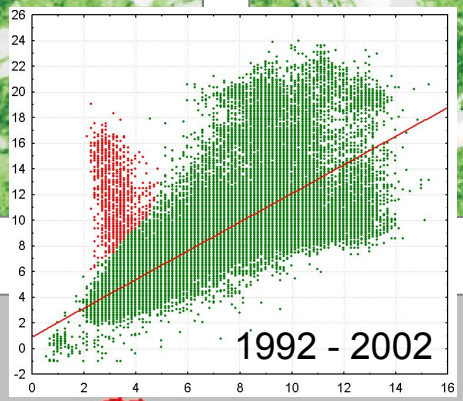


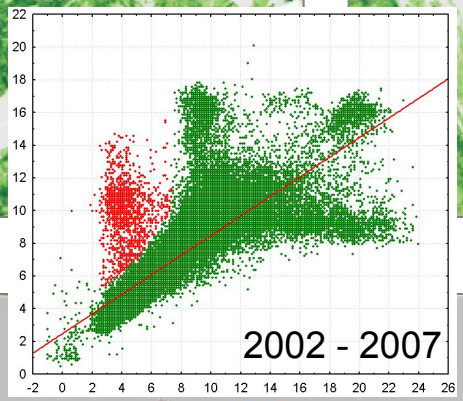


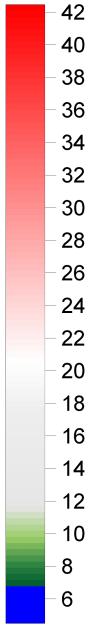
Коэффициент интегральной яркости или **альбе́до** (лат. *albus* - белый)

ЛЕСНИЧЕСТВО «КРУГИ»
ИЗМЕНЕНИЯ АЛЬБЕДО ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ 1992-2002-2007 гг.

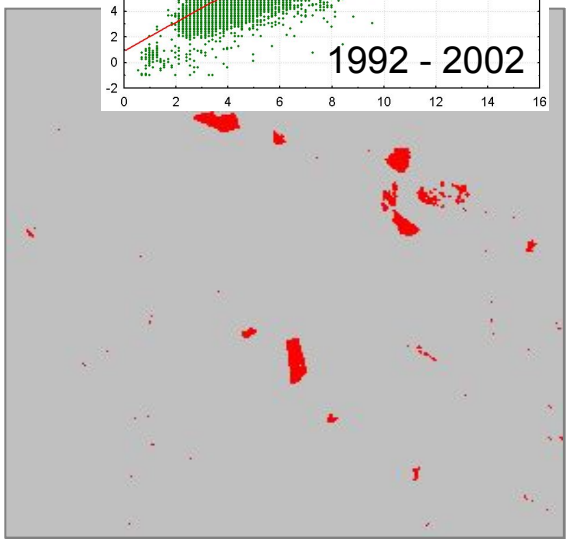


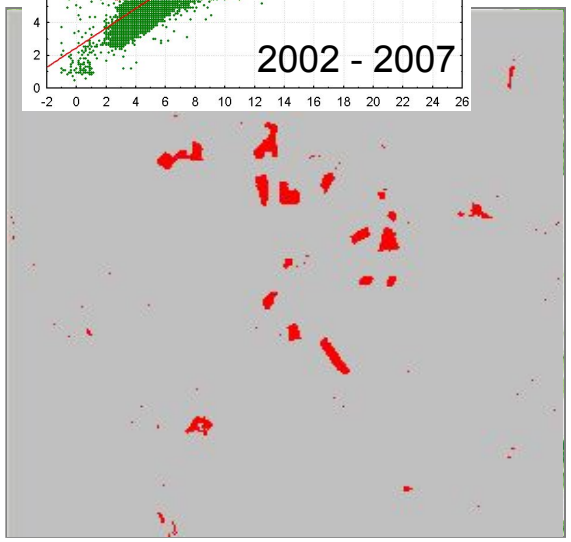






ПЛОЩАДЬ ВЫРУБОК 132 ГА





ПЛОЩАДЬ ВЫРУБОК 93 ГА

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЯРКОСТЬ

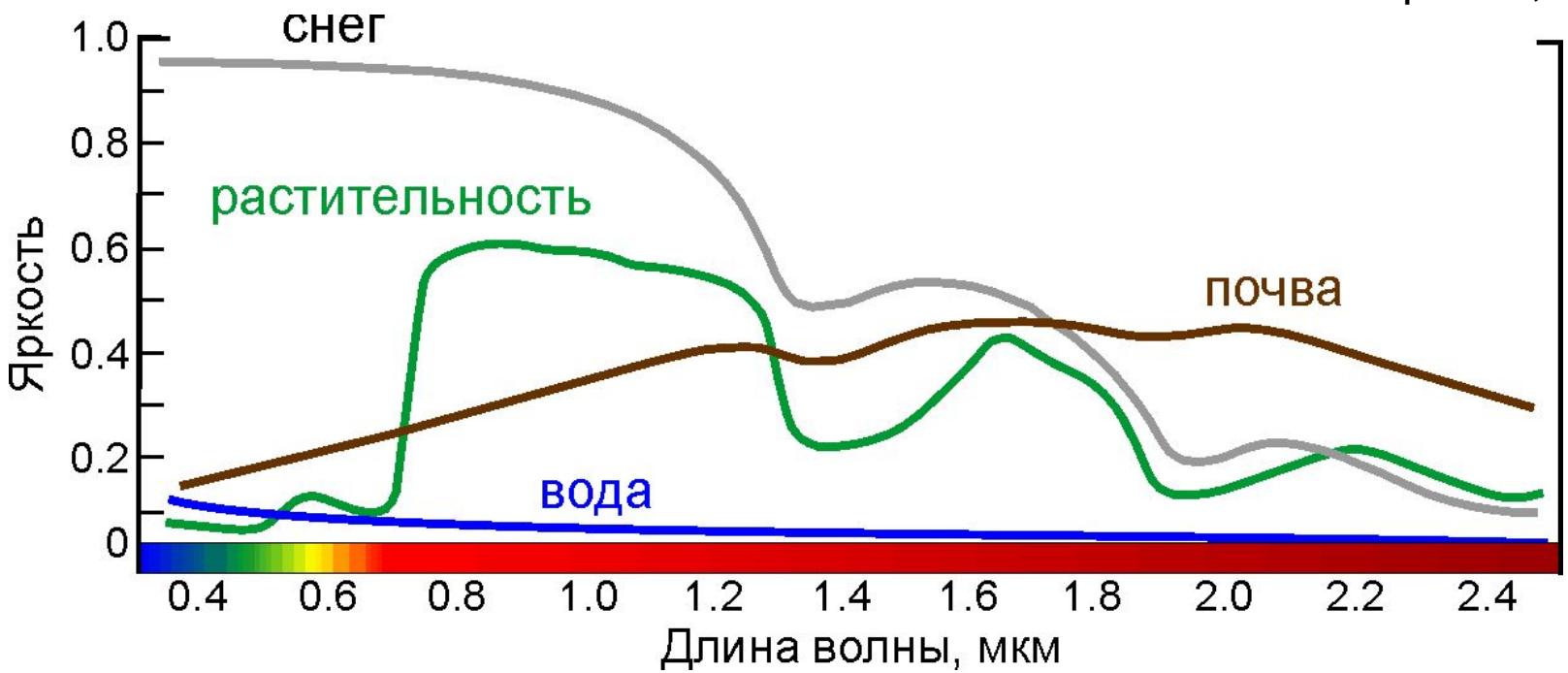
Коэффициент спектральной яркости (*reflectance*)

- относительная характеристика отражательной способности поверхности
- доля пришедшей радиации, отраженная поверхностью, в данной зоне спектра
- зависит от длины волны и свойств облучаемой поверхности

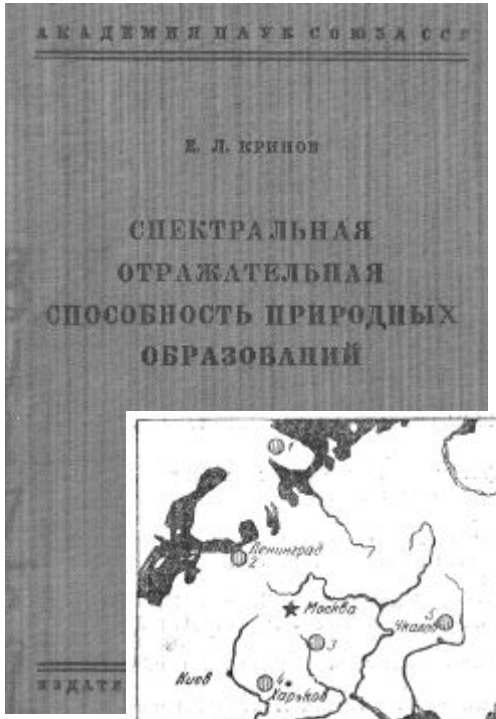
Кривая спектральной яркости (спектрального образа)

- график значений коэффициентов спектральной яркости различных зон спектра

Кринов, 1947



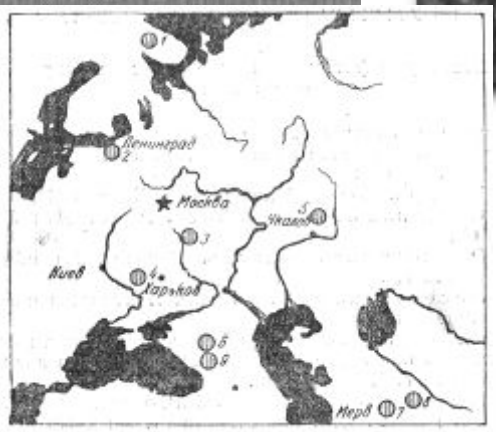
Кринов Е.Л. Спектральная отражательная способность природных образований. М.-Л. Изд-во АН СССР. 1947



Евгений Леонидович Кринов

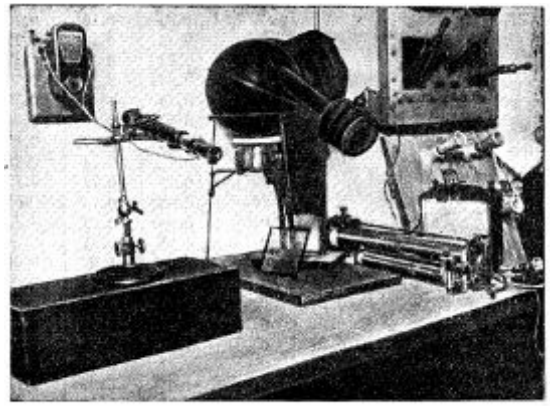
1906-1984

Фиг. 11. Спектрографирование горизонтально расположенных образований

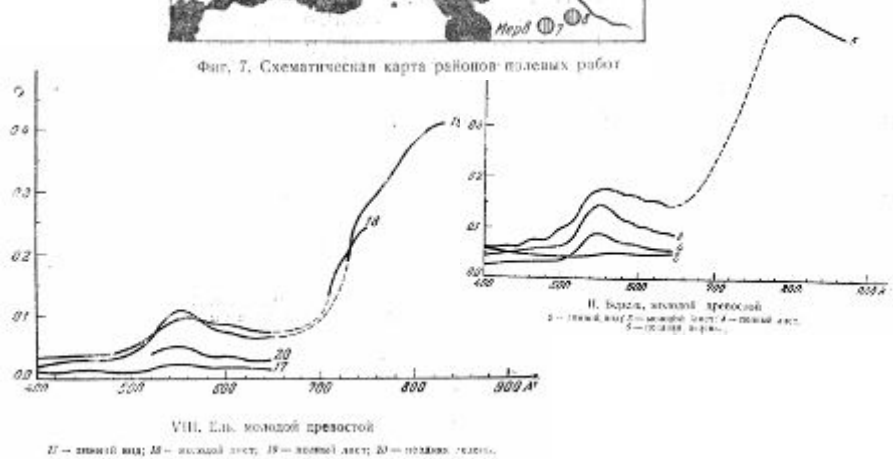


Фиг. 7. Схематическая карта районов полевых работ

370 объектов



Фиг. 5. Установка с шаром Тейлора для измерений коэффициентов отражения

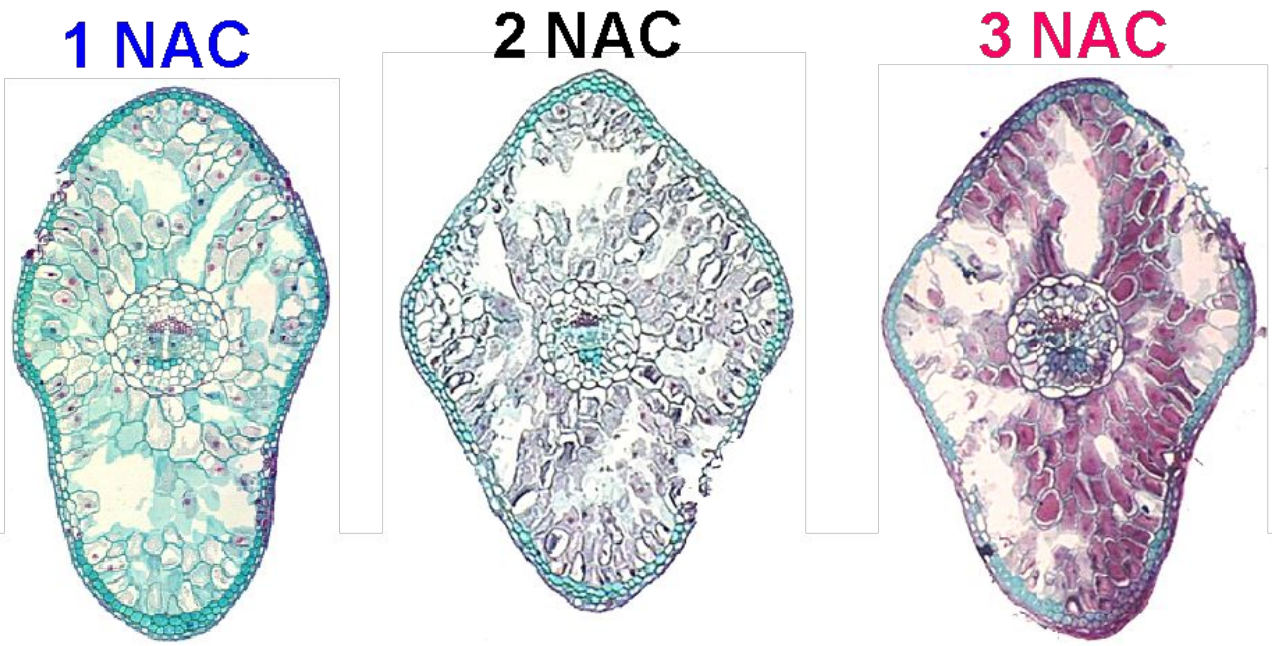


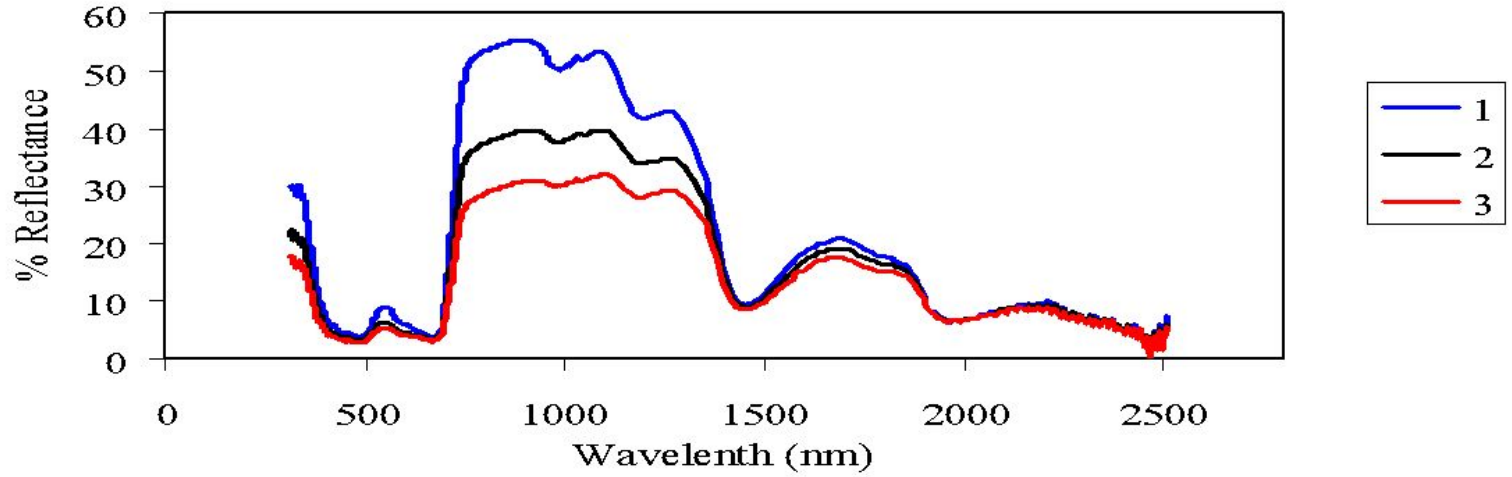
VIII. Ель молодой древостой

http://www.tunguska.ru/history/persone/krinov/

Толчельников Ю.С. Оптические свойства ландшафта применительно к аэросъемке. Ответственный редактор Ковда В.А.. Л. Изд-во Наука. 1974г. 252с.

ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК

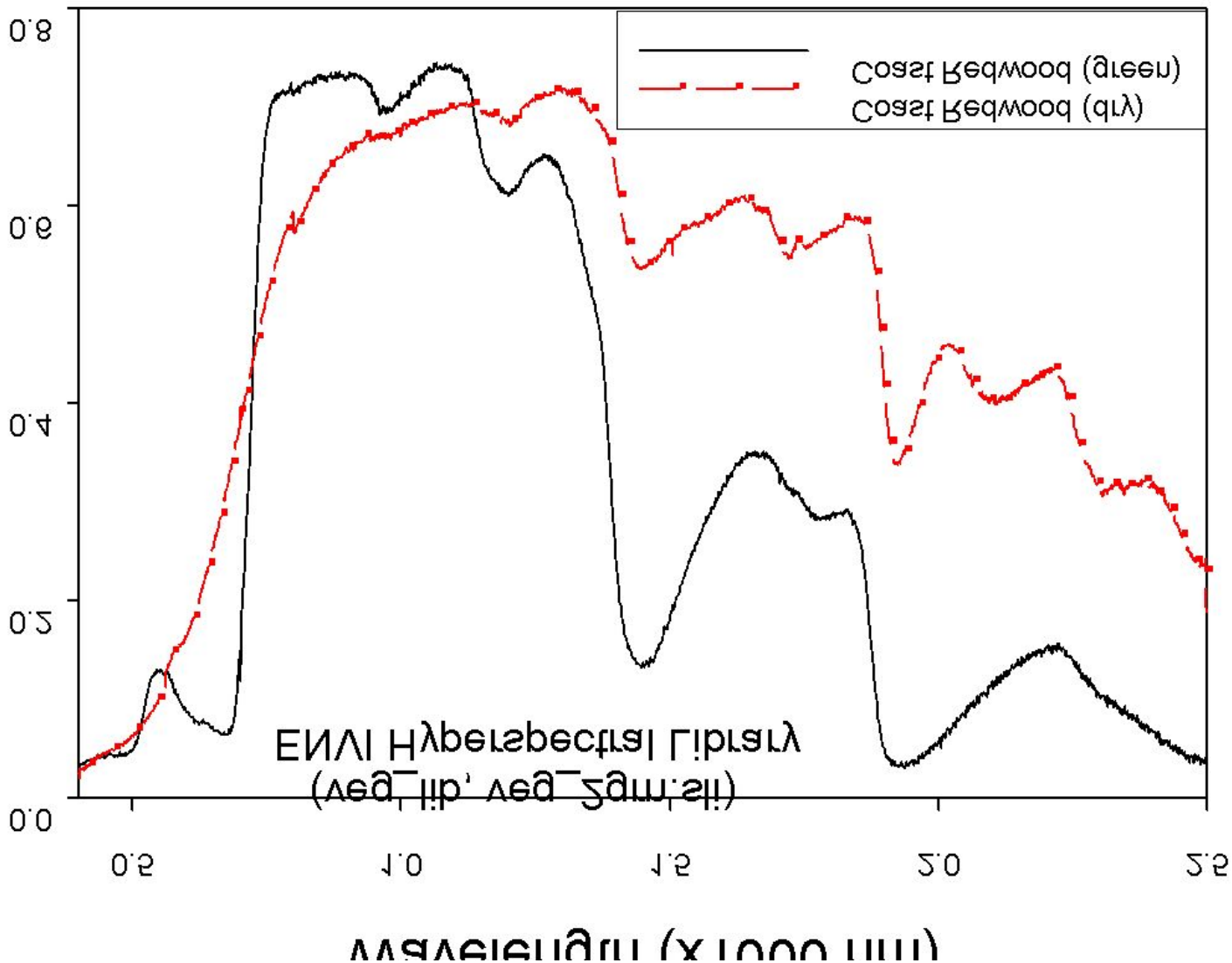




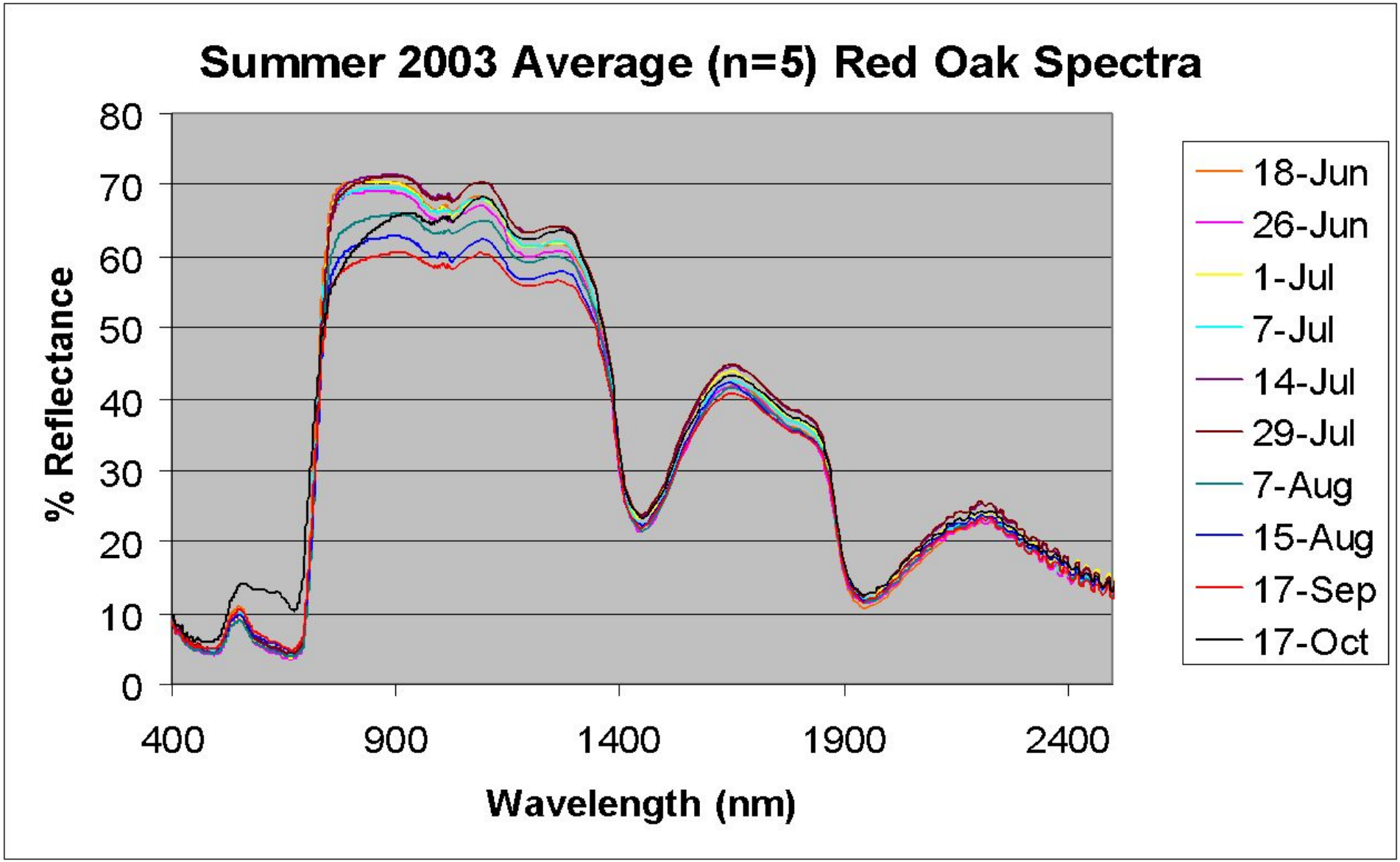
Barry Rock, et al., in preparation, Norway spruce species

Leaf water content

Shortwave infrared bands (SWIR)



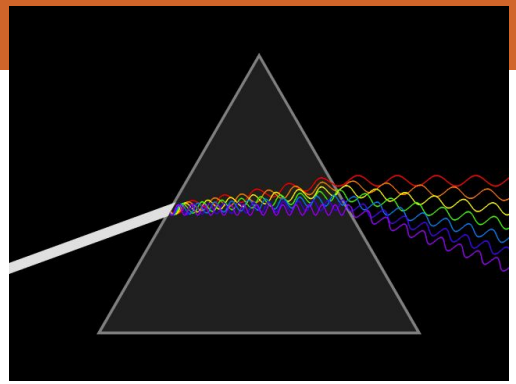
СЕЗОННЫЙ ХОД ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ



From Stephen Hales, in preparation

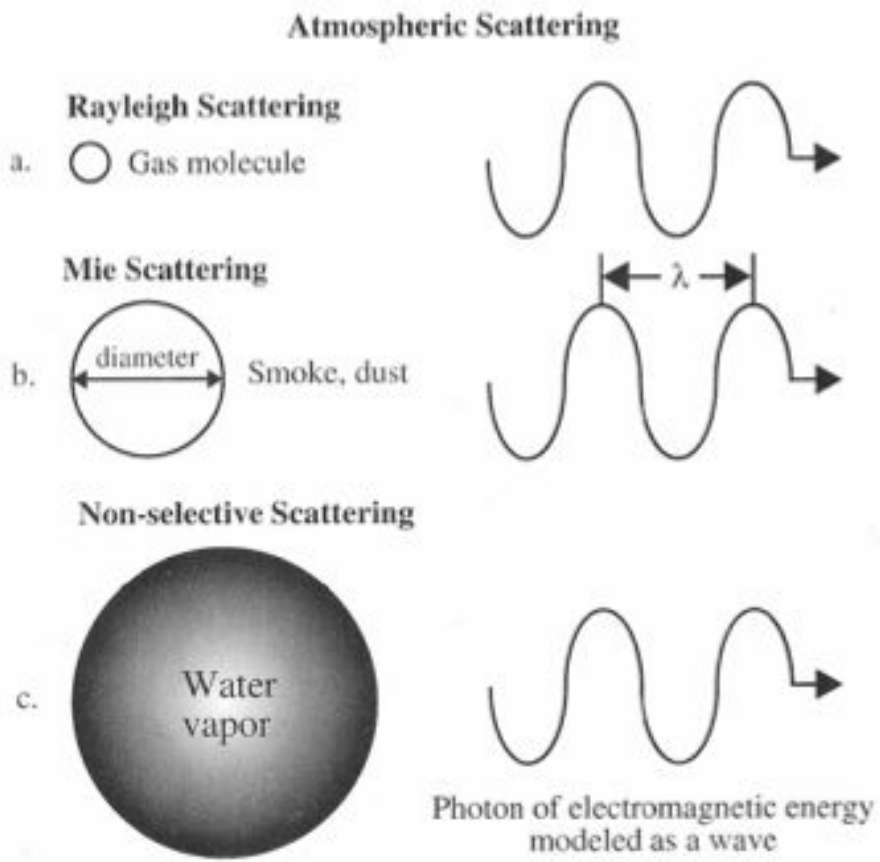
CANADA

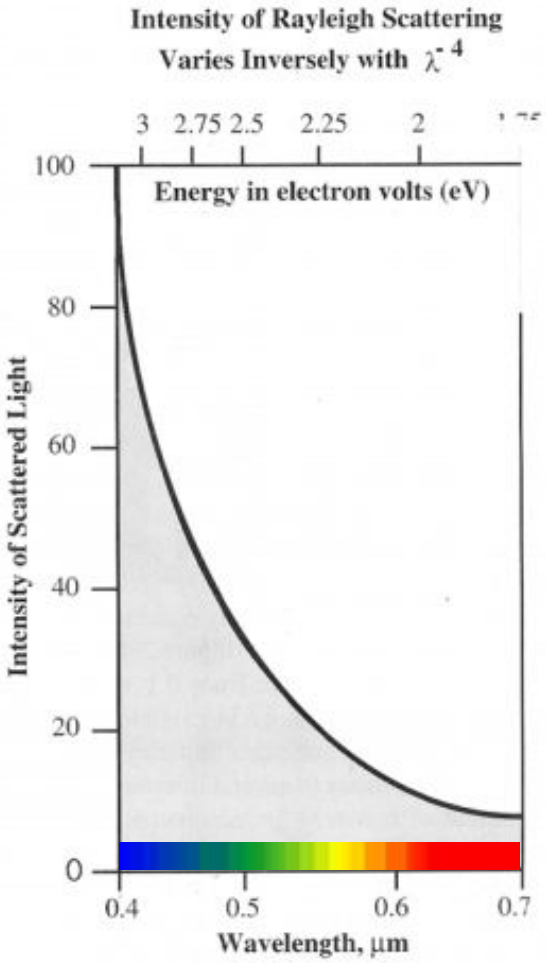
ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРЫ



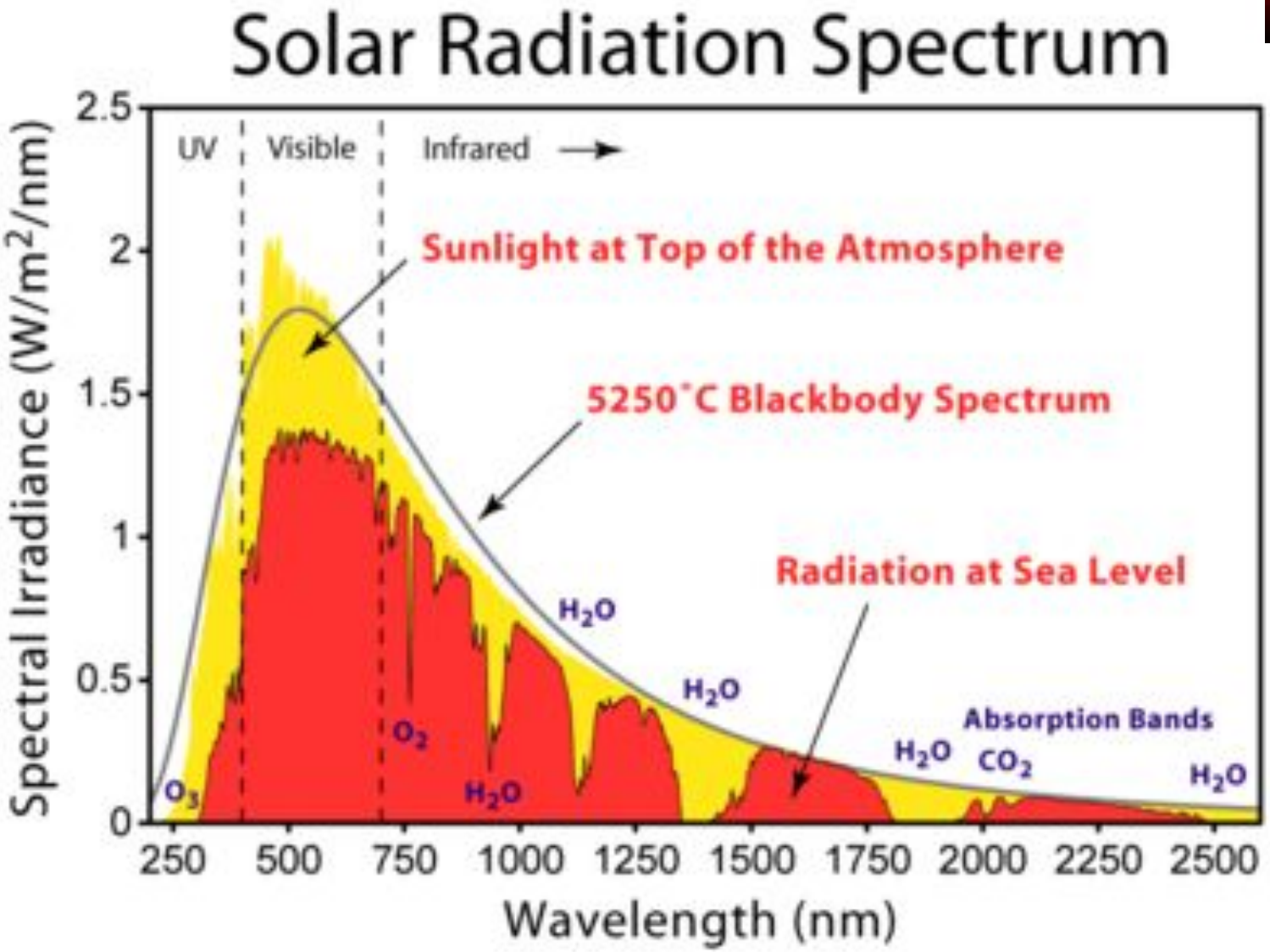
РЕФРАКЦИЯ – преломление излучения в разных слоях атмосферы, различающихся плотностью, температурой, влажностью

РАССЕЯНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ – отражение и поглощение излучения вещественным составом атмосферы

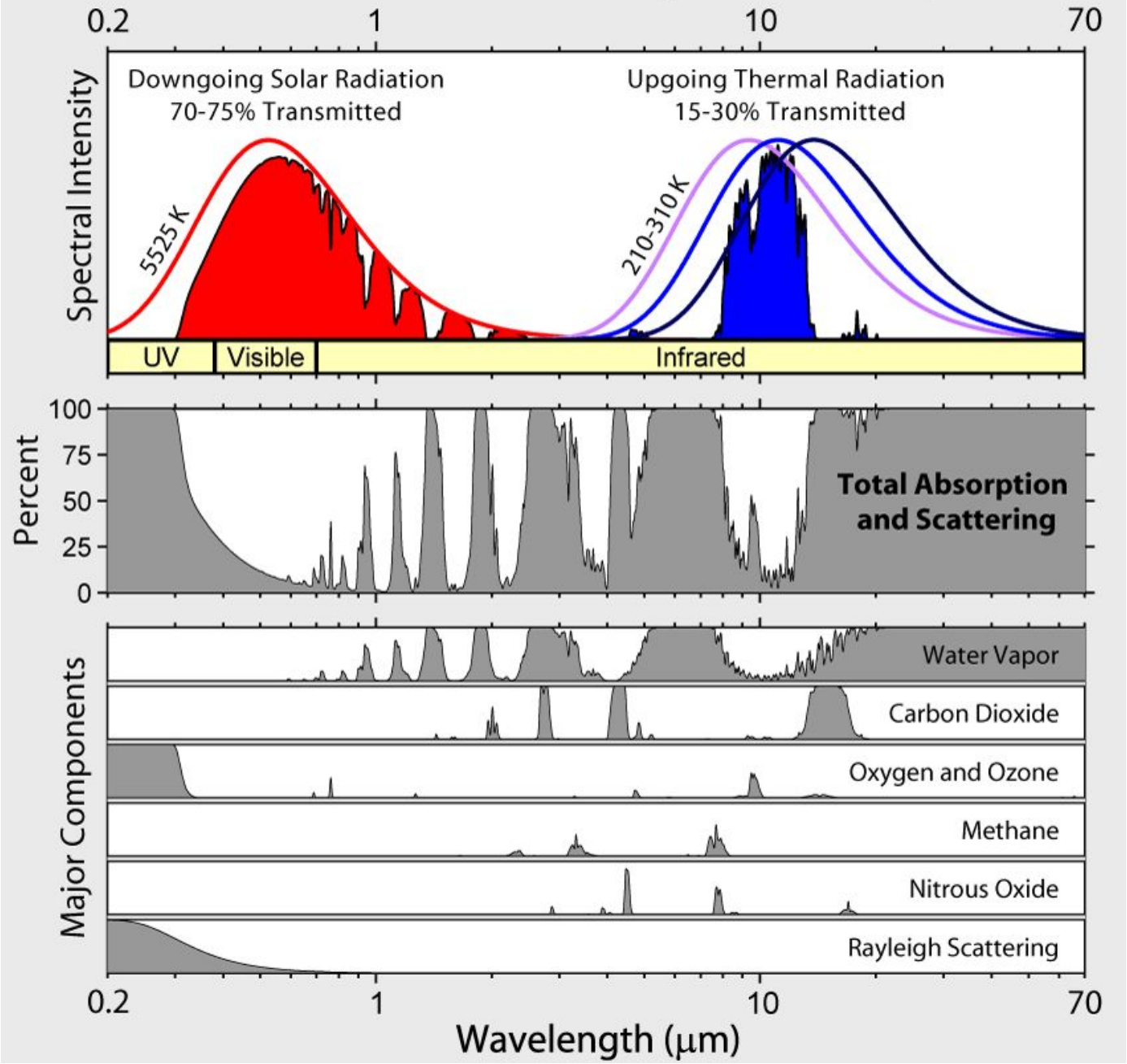




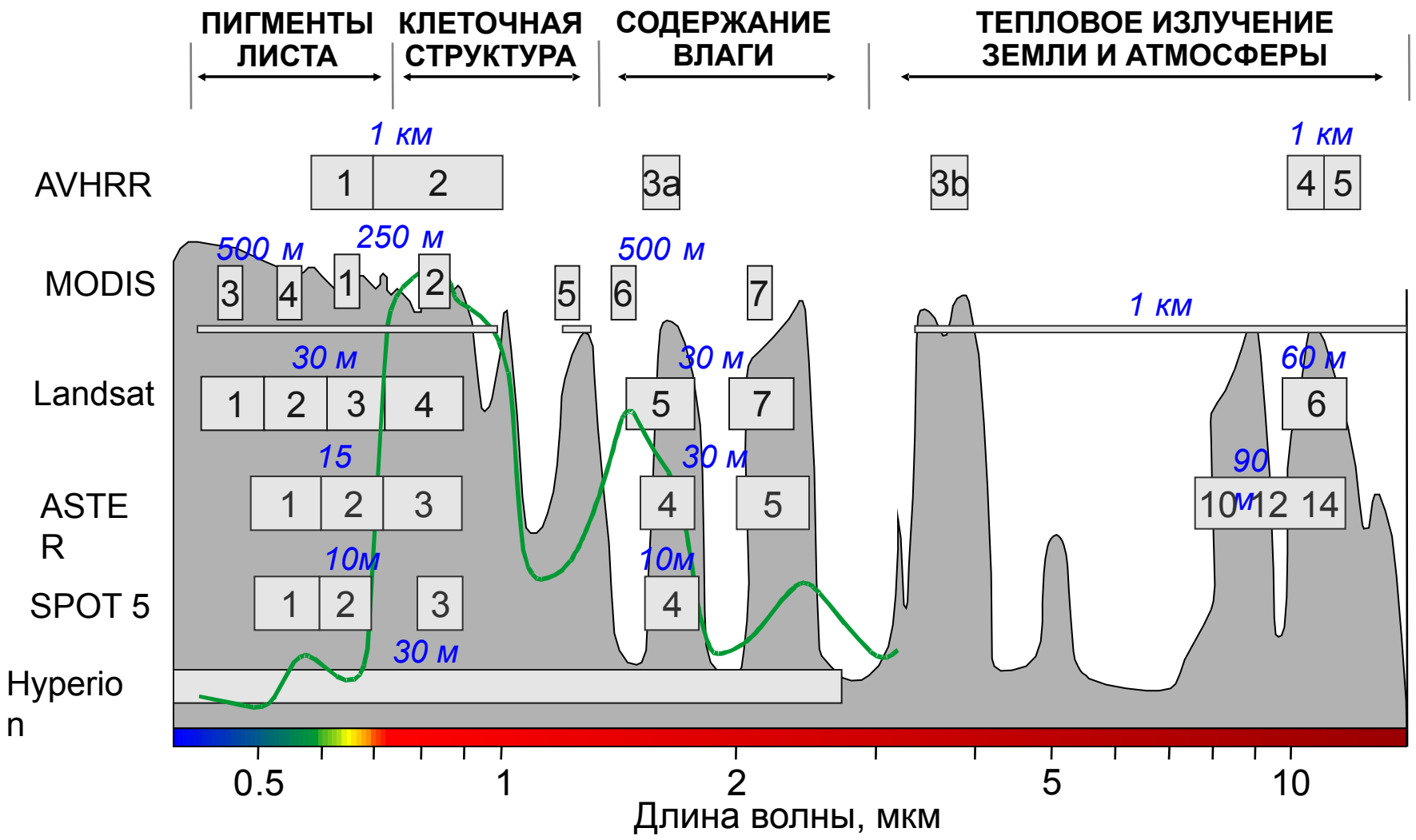
ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРЫ



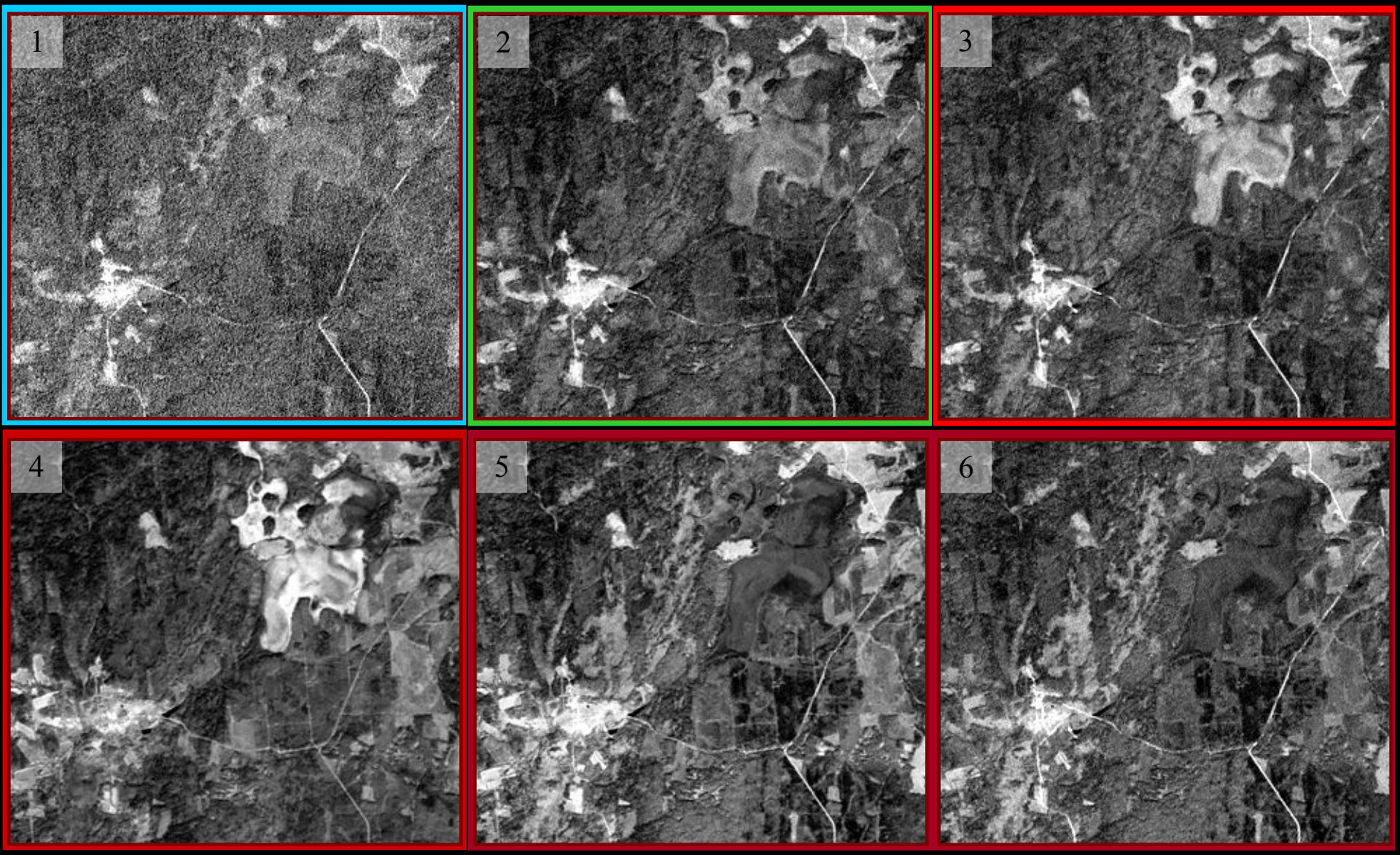
ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРЫ

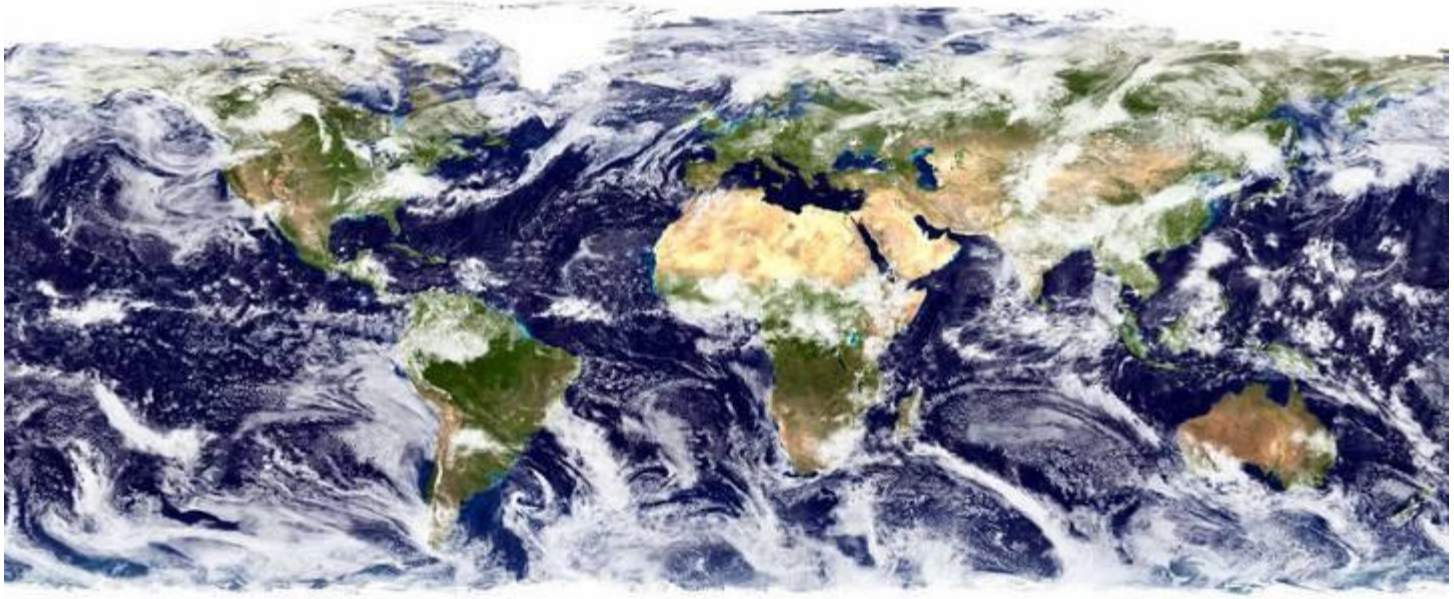


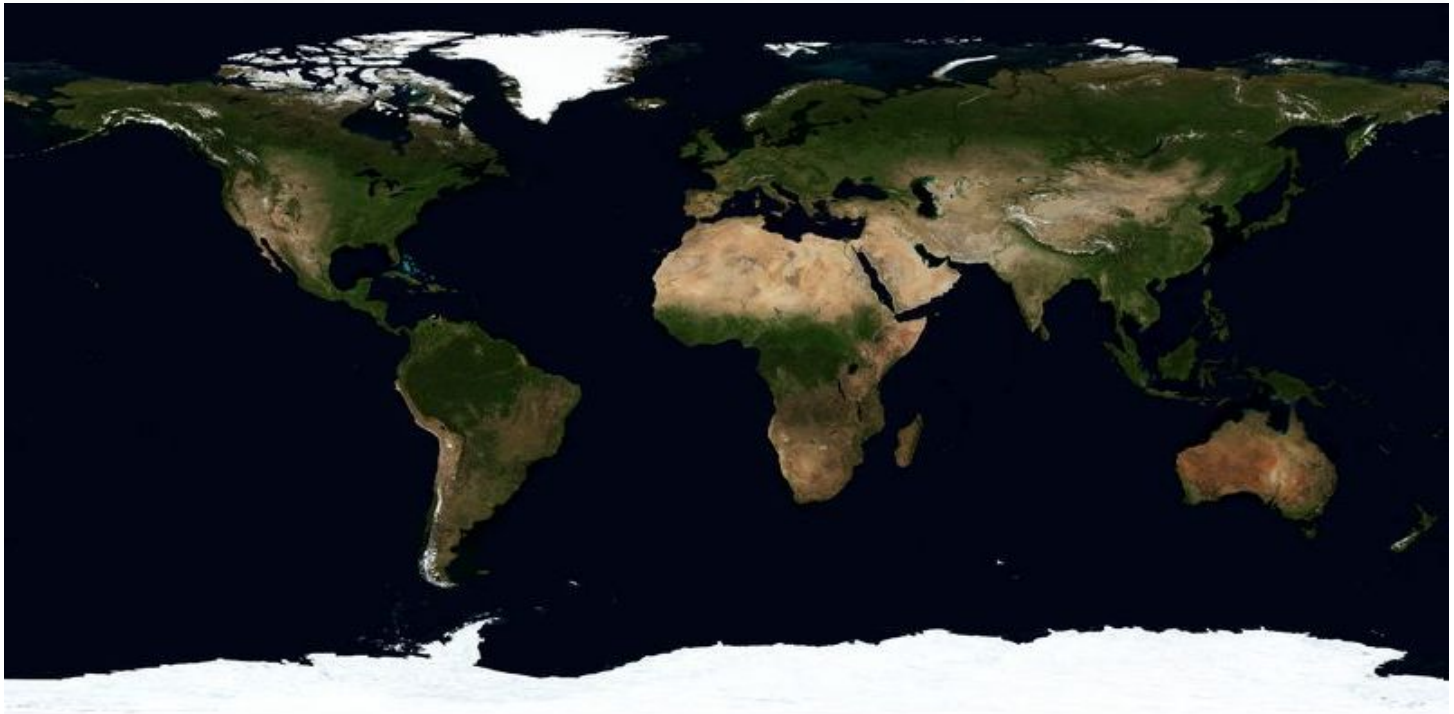
ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРЫ и СПЕКТРАЛЬНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ СРЕДСТВ ДЗ



СЪЕМКА в ШЕСТИ ЗОНАХ СПЕКТРА (LANDSAT 7)

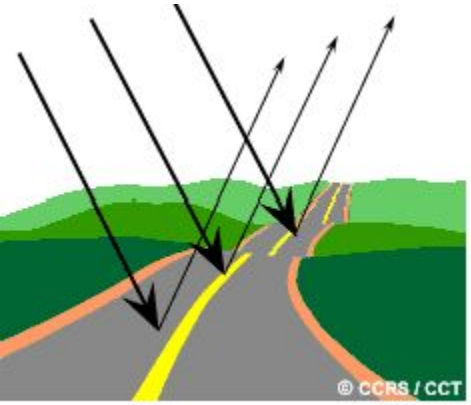


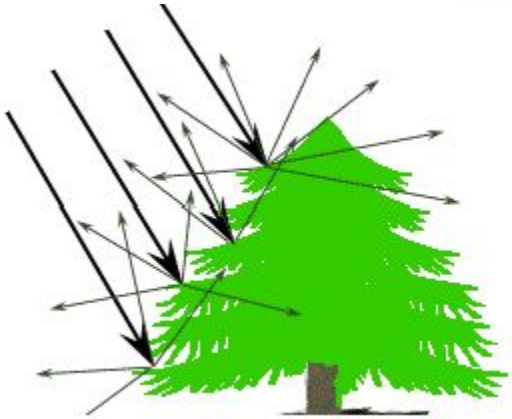




ИНДИКАТРИСА ОТРАЖЕНИЯ

- полярная диаграмма коэффициентов яркости объекта по разным направлениям
- угол падения = углу отражения (для абсолютно гладкой поверхности)
- ассиметрия индикатрис возрастает с увеличением расчлененности отражающей поверхности
- зависит от длины волны и свойств облучаемой поверхности





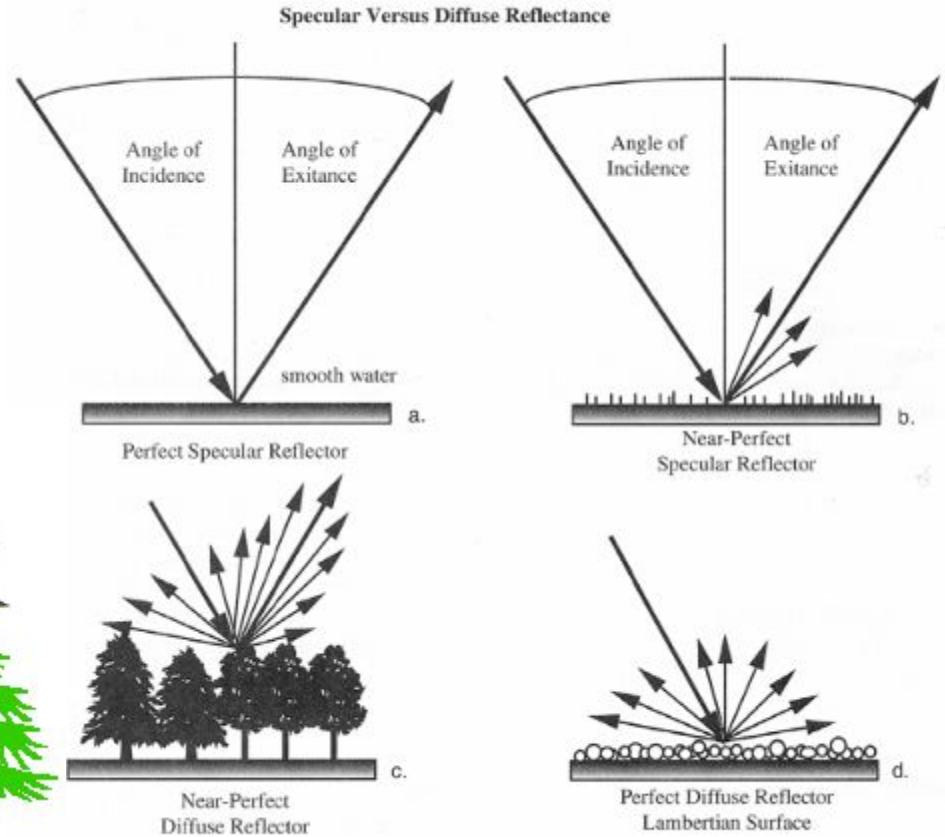


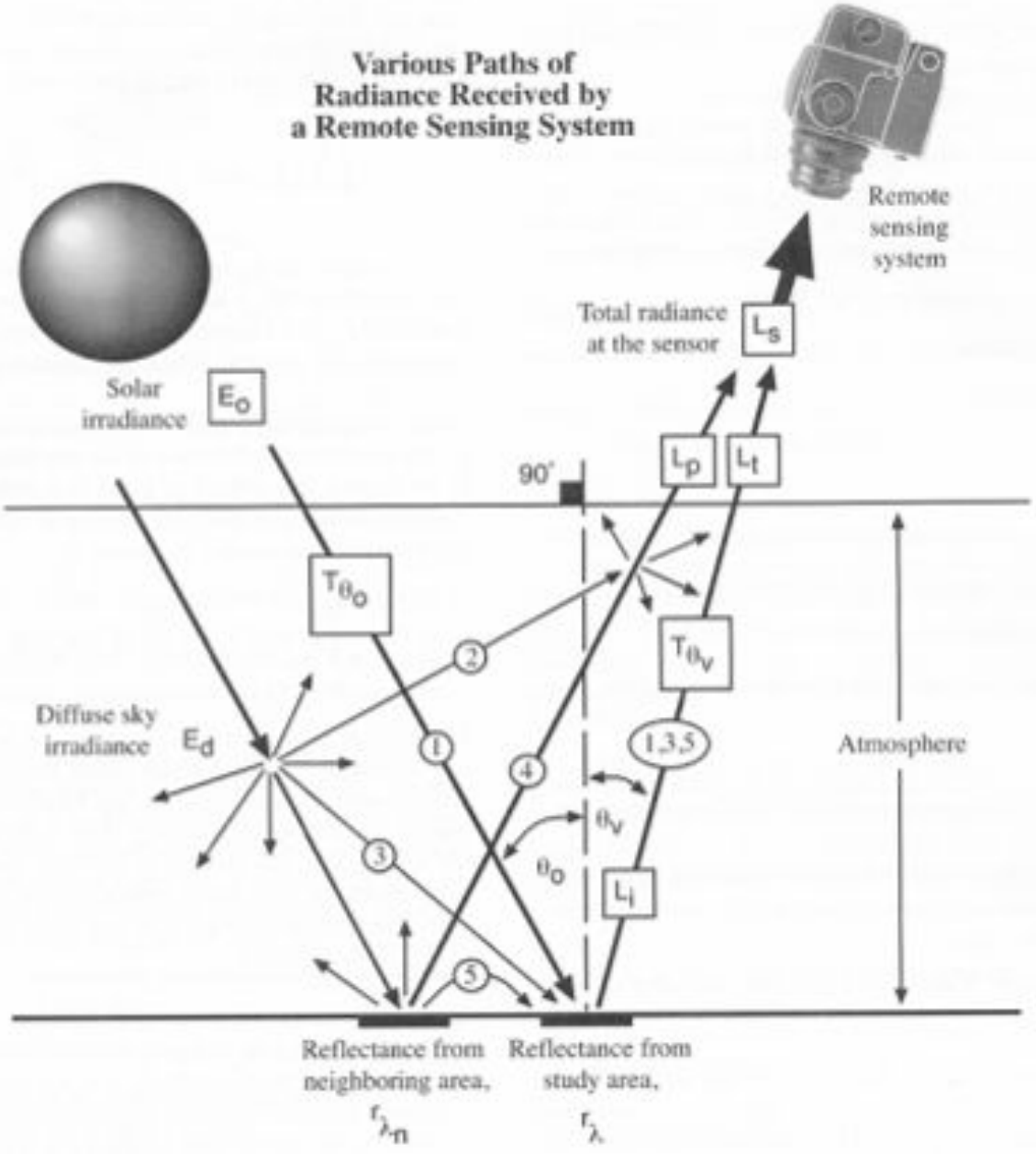
Figure 2-16 The nature of specular and diffuse reflectance.

ПРОБЛЕМЫ ДДЗ, раз

Сенсор регистрирует
СМЕШАННЫЙ СИГНАЛ

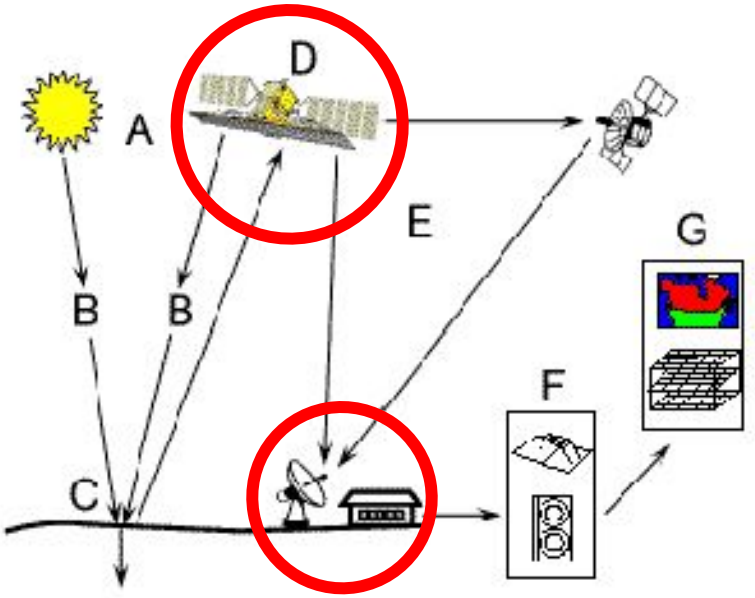
- от объекта,
- других объектов,
- от атмосферы

КАК разделить составные части регистрируемого сенсором сигнала ???



В СЛЕДУЮЩИЙ РАЗ …

Число	Содержание	ДЗ
15.09	Цели, задачи, содержание курса. Использование ДЗ в науках о Земле	
22.09	**Базовые принципы, понятия, ограничения**	
24.09	Базовые принципы, понятия, ограничения	
	Существующие съемочные системы, ТТХ, каталоги снимков	+
	Предварительная подготовка снимков	
	Предварительная подготовка снимков	
	Признаковое пространство объектов дешифрирования	+
	Классификация изображений (признаки, алгоритм, интерпретация)	+
	Дешифрирование (интерпретация) изображе	
	Интерполяция результатов полевых описани	
	ДЗ в задачах динамики и функционирования	
	Доклады по статьям 2010-2012 гг.	
	История и перспективы ДЗ	
25.12	Зачет	



© CCRS / CCT