

Дистанционное зондирование Земли при эколого- геологических исследованиях

2. Физические основы ДЗЗ

Содержание

2.1. Электромагнитное излучение

Виды, диапазоны и спектр ЭМИ. Видимое излучение.
Инфракрасное излучение. Радиоизлучение

2.2. Влияние атмосферы на распространение излучения

Рефракция. Рассеяние.

2.3. Преобразование излучения отражающей поверхностью

Альбедо. Спектральный образ

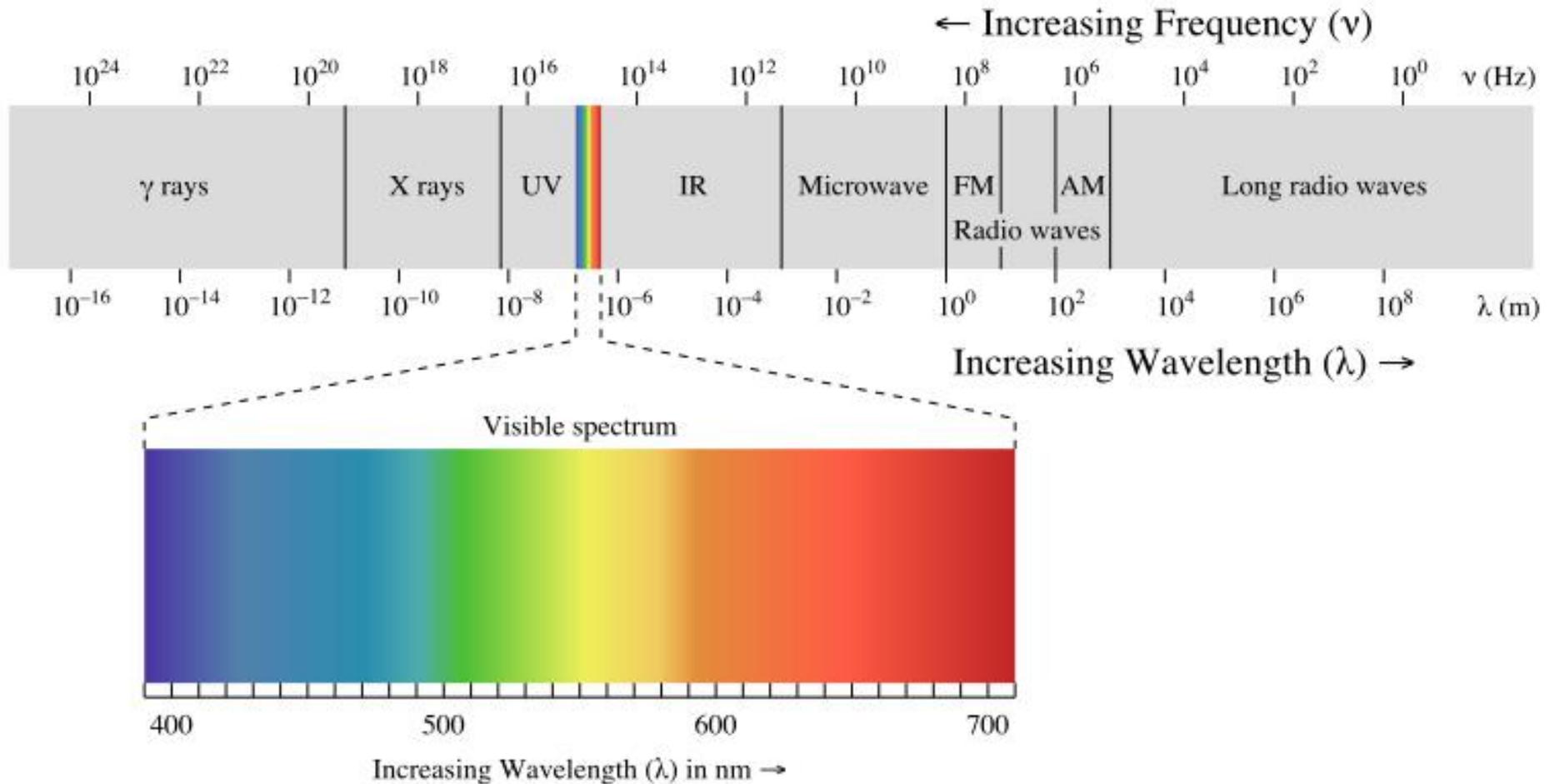
Виды электромагнитного излучения

- радиоволны,
- терагерцовое излучение,
- инфракрасное излучение,
- ВИДИМЫЙ свет,
- ультрафиолетовое излучение,
- рентгеновское излучение,
- жесткое (гамма-излучение).

Диапазоны электромагнитного излучения

Название диапазона		Длины волн, λ	Частоты, ν	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	более 10 км	менее 30 кГц	Атмосферные и магнитосферные явления. Радиосвязь.
	Длинные	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Средние	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткие	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракороткие	10 м — 1 мм	30 МГц — 300 ГГц	
Инфракрасное излучение		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях.
Видимое (оптическое) излучение		780—380 нм	429 ТГц — 750 ТГц	
Ультрафиолетовое		380 — 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14}$ Гц — $3 \cdot 10^{16}$ Гц	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов.
Рентгеновские		10 нм — 5 пм	$3 \cdot 10^{16}$ — $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц.
Гамма		менее 5 пм	более $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад.

Спектр электромагнитного излучения



Диапазоны видимого излучения

Цвет	Диапазон длин волн, нм	Диапазон частот, ТГц	Диапазон энергии фотонов, эВ
Фиолетовый	380—440	790—680	2,82—3,26
Синий	440—485	680—620	2,56—2,82
Голубой	485—500	620—600	2,48—2,56
Зелёный	500—565	600—530	2,19—2,48
Жёлтый	565—590	530—510	2,10—2,19
Оранжевый	590—625	510—480	1,98—2,10
Красный	625—740	480—400	1,68—1,98

Диапазоны инфракрасного излучения

Аббревиатура	Длина волны	Характеристика
NIR	0.75–1.4 мкм	Определяется по поглощению электромагнитного излучения водой и обычно используются в оптоволоконке из-за низких потерь затухания в стекле. Усилители яркости изображения являются чувствительными к этой области спектра. Пример: прибор ночного видения.
SWIR	1.4-3 мкм	Поглощение электромагнитного излучения водой значительно возрастает при 1450 нм. Диапазон 1530 - 1560 нм преобладает в области дальней связи.
MWIR	3–8 мкм	Диапазон 3-5 мкм соответствует выбросу реактивного двигателя самолета, что позволяет делать самонаводящиеся ракеты.
LWIR	8–15 мкм	Диапазон, в котором датчики могут получить полностью пассивное изображение на основе тепловых выбросов, не требуя освещения, такого как солнце, луна или инфракрасный осветитель.
FIR	15 – 1,000 мкм	

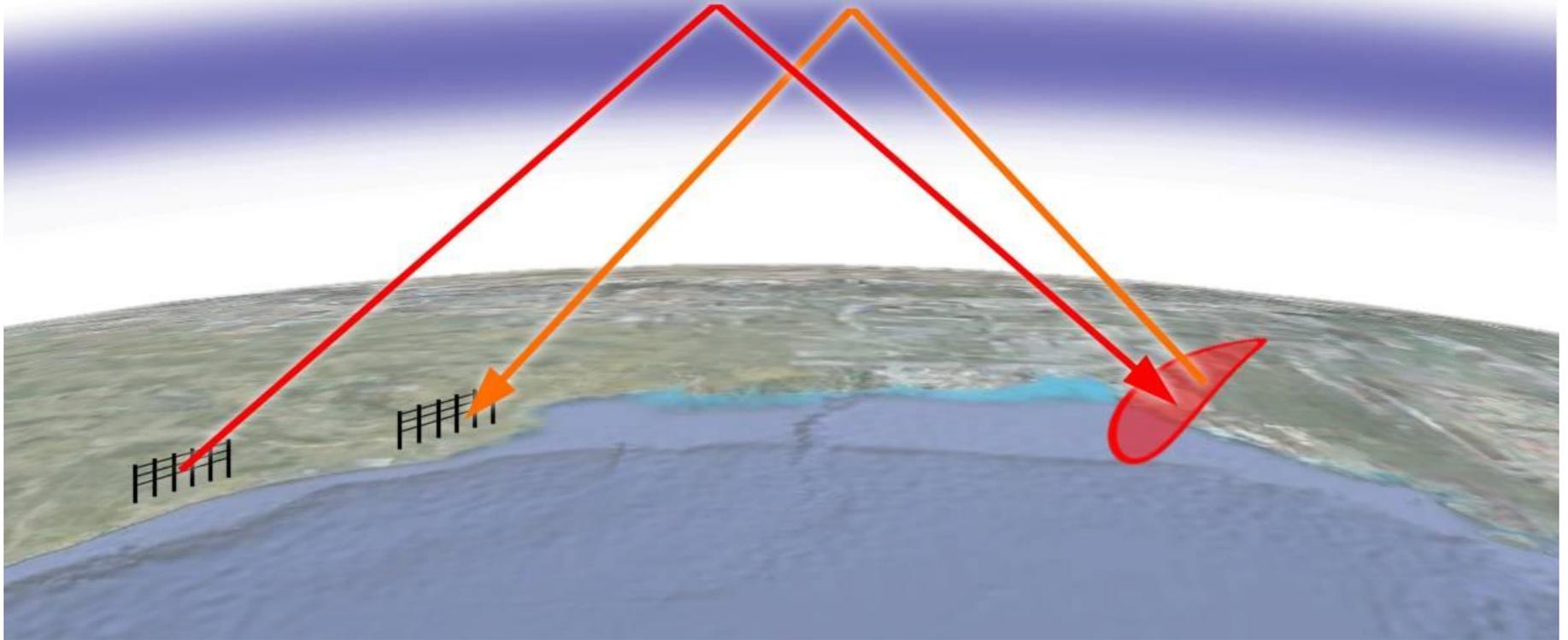
Диапазоны радиоизлучения

Обозн.	Длины волн	Диапазон частот	Название частот	Применение
ELF	100 Мм — 10 Мм	3—30 Гц	Крайне низкие (КНЧ)	Связь с подводными лодками, геофизические исследования
SLF	10 Мм — 1 Мм	30—300 Гц	Сверхнизкие (СНЧ)	Связь с подводными лодками, геофизические исследования
ULF	1000 км — 100 км	300—3000 Гц	Инфранизкие (ИНЧ)	
VLF	100 км — 10 км	3—30 кГц	Очень низкие (ОНЧ)	Связь с подводными лодками
LF	10 км — 1 км	30—300 кГц	Низкие (НЧ)	Радиовещание, радиосвязь
MF	1000 м — 100 м	300—3000 кГц	Средние (СЧ)	Радиовещание, радиосвязь
HF	100 м — 10 м	3—30 МГц	Высокие (ВЧ)	Радиовещание, радиосвязь, рации
VHF	10 м — 1 м	30—300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)	Телевидение, радиовещание, радиосвязь, рации
UHF	1000 мм — 100 мм	300—3000 МГц	Ультравысокие (УВЧ)	Телевидение, радиосвязь, Мобильные телефоны, рации, микроволновые печи
SHF	100 мм — 10 мм	3—30 ГГц	Сверхвысокие (СВЧ)	Радиолокация, интернет, спутниковое телевидение, радиосвязь, Беспроводные компьютерные сети, спутниковая навигация
EHF	10 мм — 1 мм	30—300 ГГц	Крайне высокие (КВЧ)	Радиоастрономия, высокоскоростная радиорелейная связь, метеорологические радиолокаторы, медицина

Некоторые диапазоны РЛС

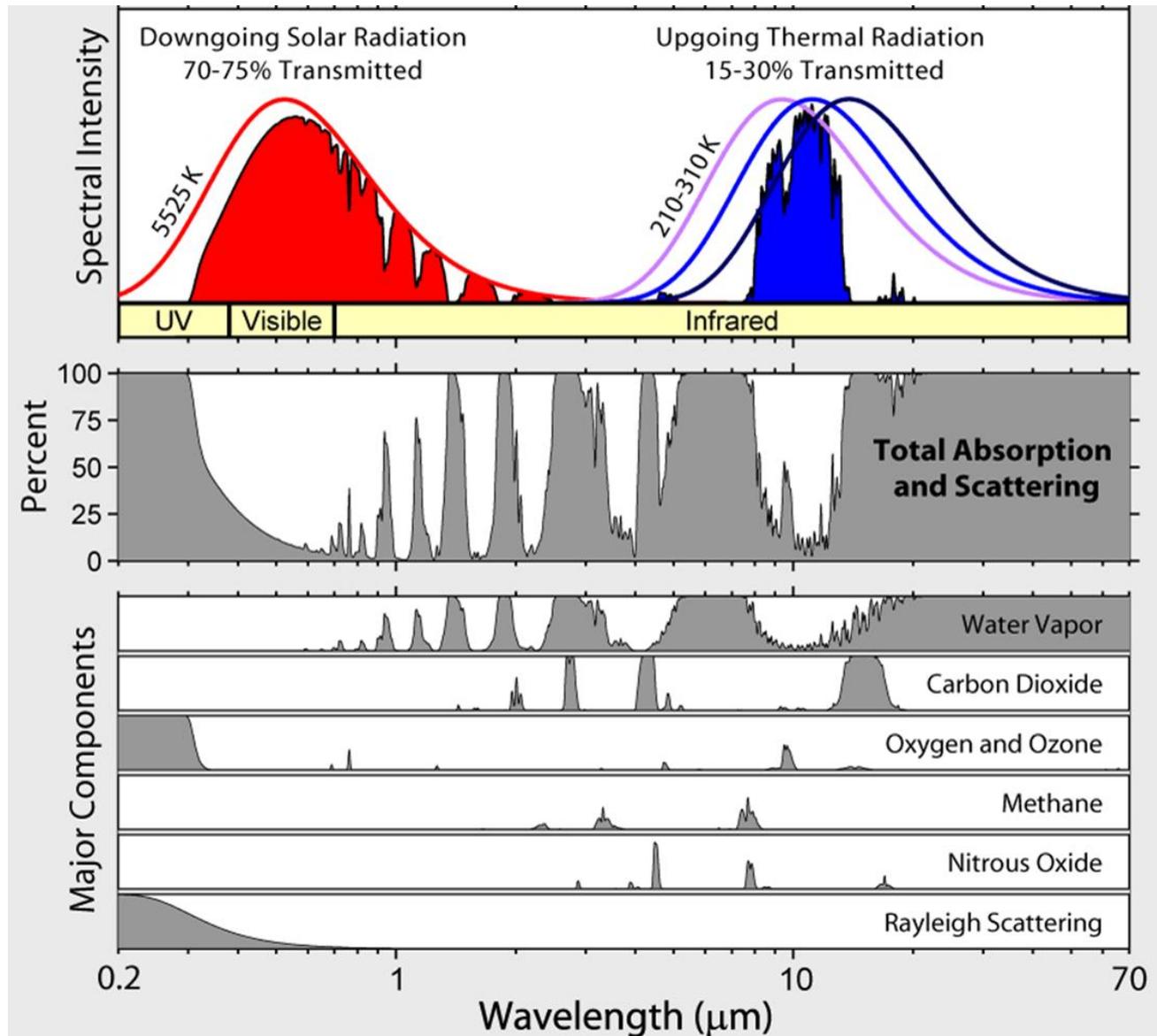
Диапазон	Этимология	Частоты	Длина волны	Примечания
HF	high frequency	3—30 МГц	10—100 м	радары береговой охраны, «загоризонтные» РЛС
VHF	very high frequency	50—330 МГц	0,9—6 м	обнаружение на больших дальностях, исследования Земли
UHF	ultra high frequency	300—1000 МГц	0,3—1 м	обнаружение на больших дальностях (например, артиллерийского обстрела), исследования лесов, поверхности Земли
L	Long	1—2 ГГц	15—30 см	наблюдение и контроль за воздушным движением
S	Short	2—4 ГГц	7,5—15 см	управление воздушным движением, метеорология, морские радары
C	Compromise	4—8 ГГц	3,75—7,5 см	метеорология, спутниковое вещание, промежуточный диапазон между X и S
X		8—12 ГГц	2,5—3,75 см	управление оружием, наведение ракет, морские радары, погода, картографирование среднего разрешения; в США диапазон 10,525 ГГц ± 25 МГц используется в РЛС аэропортов
Ku	under K	12—18 ГГц	1,67—2,5 см	картографирование высокого разрешения, спутниковая альтиметрия
K	kurz — «короткий»	18—27 ГГц	1,11—1,67 см	использование ограничено из-за сильного поглощения водяным паром, поэтому используются диапазоны Ku и Ka. Диапазон K используется для обнаружения облаков, в полицейских дорожных радарх (24,150 ± 0,100 ГГц).
Ka	above K	27—40 ГГц	0,75—1,11 см	Картографирование , управление воздушным движением на коротких дистанциях, специальные радары, управляющие дорожными фотокамерами (34,300 ± 0,100 ГГц)
V		40—75 ГГц	4,0—7,5 мм	медицинские аппараты КВЧ, применяемые для физиотерапии
W		75—110 ГГц	2,7—4,0 мм	сенсоры в экспериментальных автоматических транспортных средствах, высокоточные исследования погодных явлений

Рефракция



Принцип действия загоризонтных радиолокаторов ОТН-В. Схематично изображено ионосферное отражение лучей от ионосферы (области земной атмосферы на высотах 60-150 км). Дальность действия таких радаров может достигать 3000 км

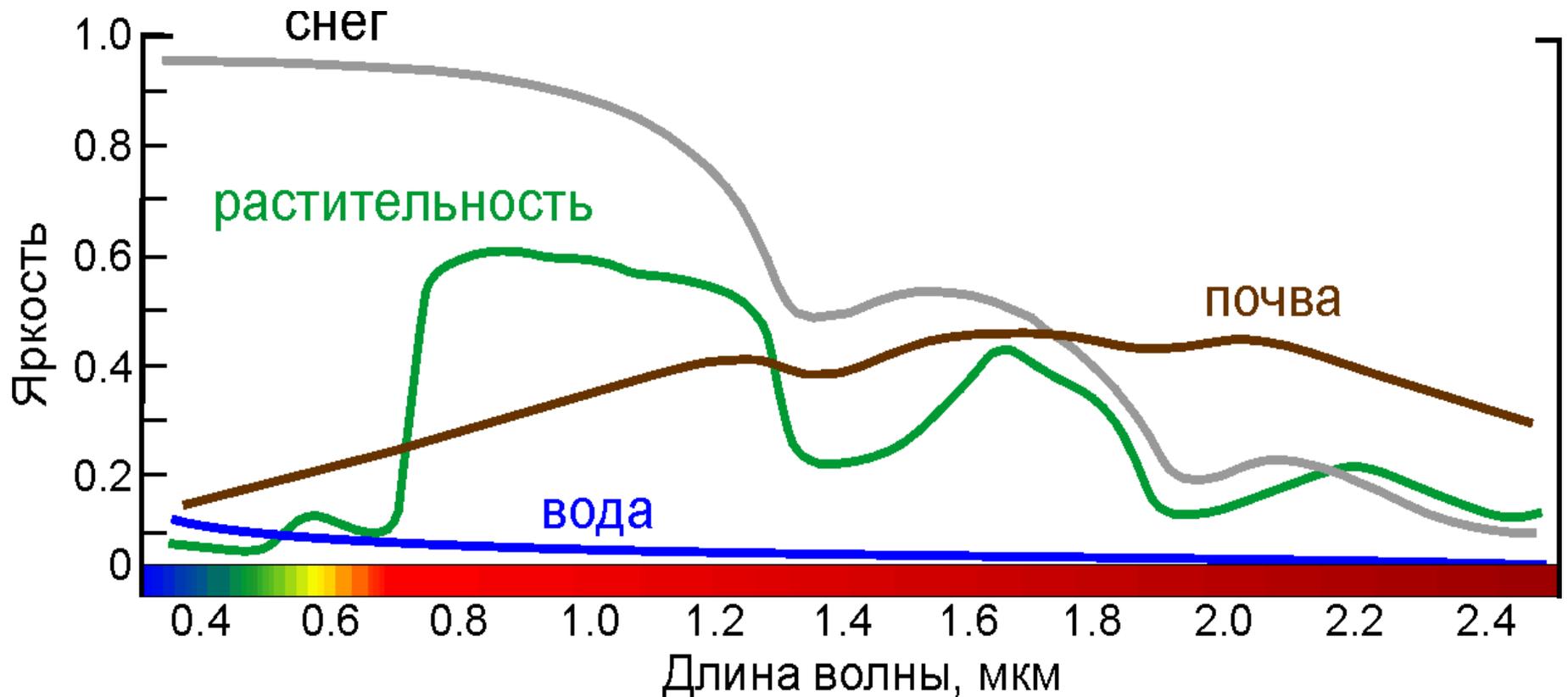
Рассеяние солнечного излучения атмосферой



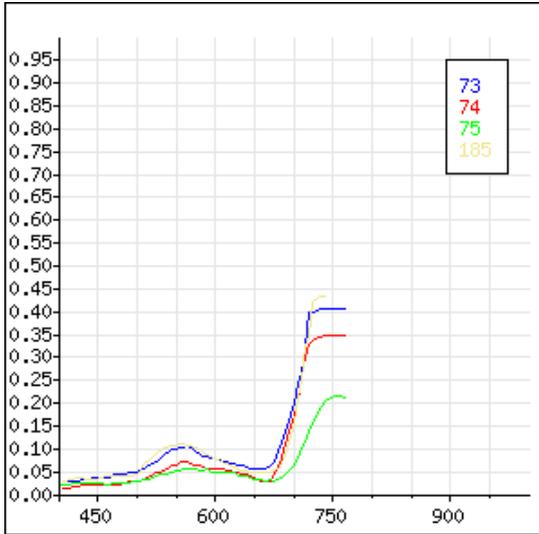
Альбедо некоторых природных объектов

Объект	Альбедо	Объект	Альбедо
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

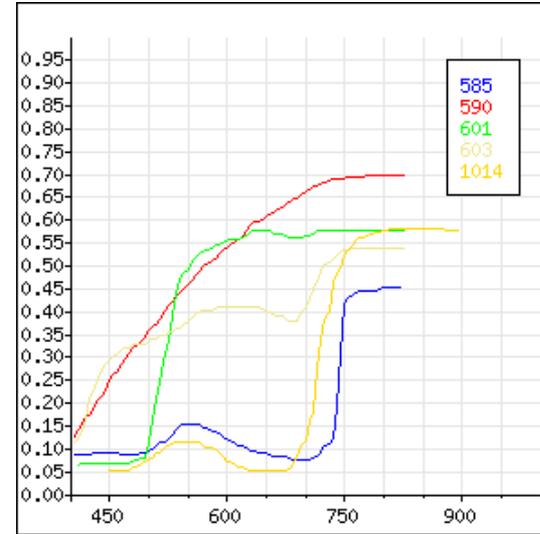
Спектральный образ некоторых природных объектов



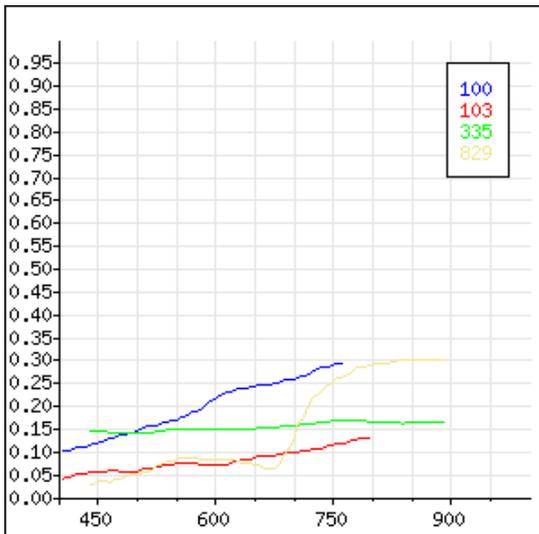
Спектральный образ некоторых природных объектов



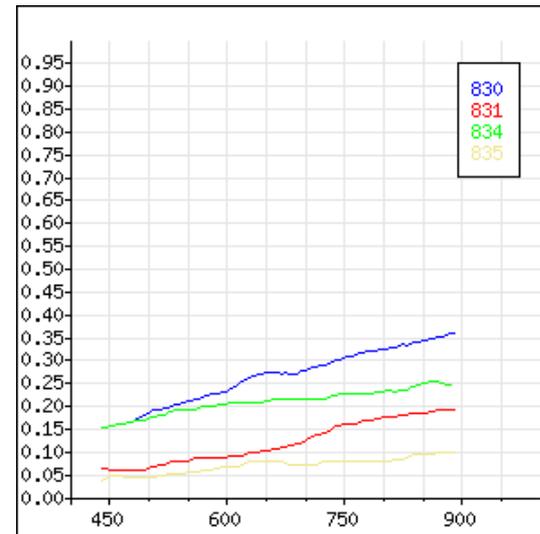
- 73 - Берёза
- 74 - Осина
- 75 - Сосна
- 185 - Дуб



- 585 - Зеленый лист кукурузы
- 590 - Слой стеблей созревшей пшеницы
- 601 - Подсолнечник (цветы)
- 603 - Гречиха (цветы)
- 1014 - Здоровые листья картофеля



- 100 - Среднеподзолистая слабокультуренная супесчаная распаханная почва бореального пояса
- 103 - Торфяная распаханная почва верхового болота
- 335 - Пашня. Светлокаштановая почва
- 829 - Стерня, 11 августа



- 830 - Грунтовая дорога, сухая
- 831 - Грунтовая дорога, мокрая
- 834 - Шоссе с асфальтовым покрытием, сухое
- 835 - Шоссе с асфальтовым покрытием, мокрое

Липецк. Март 2013 г. Синяя зона



Липецк. Март 2013 г. Зелёная зона



Липецк. Март 2013 г. Красная зона



Липецк. Март 2013 г. Ближняя ИК зона



Липецк. Март 2013 г. Средняя ИК зона



Липецк. Март 2013 г. Дальняя ИК зона



Регистрация смешанного сигнала

Основная проблема ДДЗ

Сенсор регистрирует смешанный сигнал (от объекта, других объектов, от атмосферы)

Требуется разделить составные части регистрируемого сенсором сигнала

