

Лекция № 3

Тема: Основные типы космических снимков

Цель: сформировать представление о типах космических снимков, раскрыть сущность каждого типа.

1. Снимки в видимом и ближнем инфракрасном (световом) диапазоне
2. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне
3. Снимки в радиодиапазоне

Осуществление космической съемки возможно благодаря способности объектов излучать или отражать электромагнитное излучение (рис. 1).

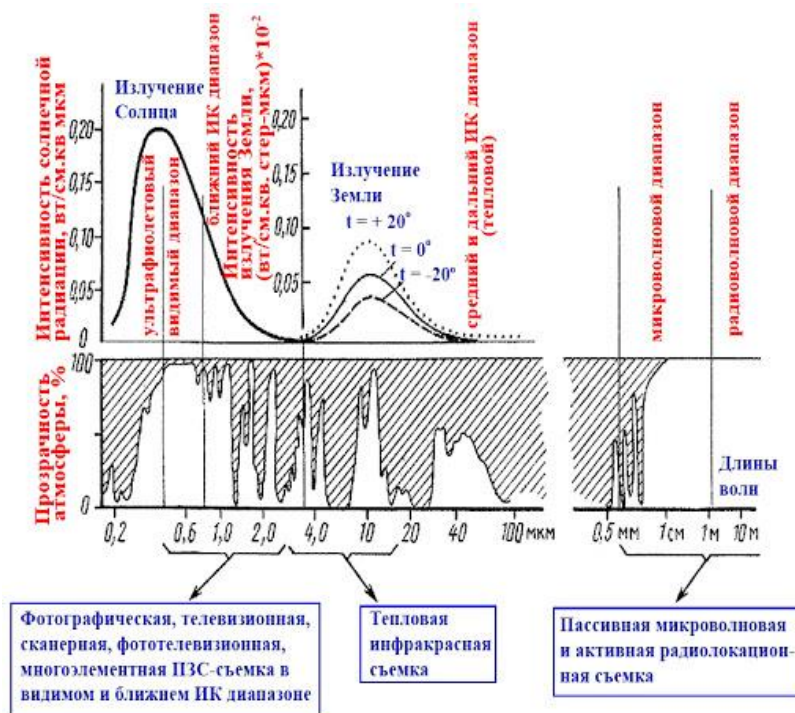


Рис. 1. Физические основы дистанционного зондирования

По спектральному диапазону космические снимки подразделяются на три основные группы:

- снимки в видимом и ближнем инфракрасном (световом) диапазоне,
- снимки в тепловом инфракрасном диапазоне,
- снимки в радиодиапазоне.

Электромагнитные волны классифицируются по их длине. Участок оптических волн (0,001 — 1000 мкм) включает ультрафиолетовый (меньше 0,4 мкм), видимый (0,4 — 0,8 мкм) и инфракрасный (ИК) диапазоны. Видимый диапазон, в котором глаз различает цветовые оттенки, делят на зоны с обозначением цветов: фиолетовый (390 — 450 нм), синий (450 — 480 нм), голубой (480-510 нм), зеленый (510 — 550 нм), желто-зеленый (550

—575 нм). желтый (575— 585 нм), оранжевый (585 — 620 нм) и красный (620 — 800 нм). Диапазон ИК разделяется на поддиапазоны: ближний (меньше 1,5 мкм), средний (1,5 — 3 мкм) и дальний или тепловой (больше 3 мкм) ИК. Видимый, ближний и средний ИК-диапазоны объединяют в общий световой диапазон, для которого используется единая регистрирующая аппаратура.

Вид съемки определяет и технологию формирования изображения. По виду съемки снимки делятся на фотографические, фототелевизионные, сканерные, много элементные ПЗС-снимки, тепловые инфракрасные, радиометрические, радиолокационные, микроволновые радиометрические.

Съемки в световом диапазоне

Этот спектральный диапазон включает видимый, ближний и средний ИК-диапазоны и на него приходится большая часть солнечной энергии. Съемка в световом диапазоне возможна благодаря прозрачности атмосферы в этой части спектра (окно прозрачности). Однако большое препятствие создается облачностью. Кроме того, сказывается рассеивающее влияние атмосферы — больше всего оно влияет на съемку в коротковолновой (голубой) части спектра. Поэтому изображение в голубой зоне спектра часто может быть малоконтрастными и качество снимков зависит во многом от технологии их получения.

Фотографические снимки — снимки, полученные с помощью фотоаппарата, находящегося на борту авиационного или космического носителя и обработанные после приземления спускаемого аппарата. В зависимости от использования фотоматериалов фотоснимки подразделяются на черно-белые, цветные, спектро-иальные, многозональные, синтезированные.

Для получения *цветных снимков* используют двух-и трехслойные фотоматериалы (синий, красный, зеленый).

Спектрозональные снимки также получают на двух-трехслойных фотоматериалах, но на таких пленках отсутствует слой, чувствительный к синей зоне спектра, поскольку коротковолновые лучи сильно рассеиваются атмосферой, вместо него помещен слой, чувствительный к ИК-лучам. Такие снимки позволяют подчеркнуть различия предметов, которые отличаются по яркости в ближней ИК-области, обеспечивают хорошее цветовое разделение изучаемых объектов, но они дают изображение в преднамеренно искаженных (ложных) цветах.

Черно-белая фотография. Эти снимки еще можно **назвать однозональными**. Излучение регистрируется в одной, но достаточно широкой зоне спектра. Обычно съемка ведется в видимой части спектра.

Многозональные снимки получают с помощью специальных фотоаппаратов, имеющих от 4-х до 6-ти объективов. Каждый объектив снабжен определенным светофильтром и ведет съемку в определенной зоне спектра. В результате на одну и ту же территорию приходится б зональных

снимков, каждый из которых содержит изображение в заданном спектральном диапазоне, что облегчает анализ и интерпретацию фотоизображения.

Из многозональных снимков можно получить цветные снимки, которые называют *синтезированными*. При этом каждому зональному снимку с помощью светофильтра придают определенный цвет а затем соединяют изображения. Цвета на снимке могут соответствовать реальности либо быть ложными.

Телевизионные снимки получают с помощью телевизионной камеры, установленной на борту носителя, в интервалах между экспозициями изображение считывается электромагнитным лучом, и передается по радиоканалам на Землю, что обеспечивает оперативное получение снимков пользователем одновременно с процессом съемки.

Геометрические искажения телевизионных снимков зависят от наклона оси съемочной камеры относительно поверхности земли, а разрешающая способность определяется освещенностью местности и техническими параметрами съемки [41, 50].

Свойства телевизионных снимков различаются, они могут быть узко- и широкополосными, иметь разные устройства развертки в оптическом канале или в канале формирования радиосигнала, разные видеоусилители и т. и. Телевизионные снимки могут охватывать полосу местности шириной от 1 до 2 тыс. км, в зависимости от высоты полета и фокусного расстояния объектива. Изображение всей планеты получают с высокоорбитальных спутников, но они содержат мало подробностей и по своему разрешению сильно уступают фотографическим снимкам.

Телевизионная съемка проводится в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра. Чаще всего получают плоские черно-белые или цветные изображения, реже используется аппаратура для получения стереоскопического изображения.

Сканерная съемка обеспечивает, как и телесъемка, оперативное слежение за объектами. Сканирующим элементом является *качающееся зеркало*. Оно просматривает местность поперек движения космического аппарата. Зеркало посылает излучение в объектив, далее — на фотоприемник, где луч преобразуется в электрический импульс, который по радиоканалам передается на Землю. Наземная аппаратура преобразует полученный сигнал в изображения на фотопленках или магнитных носителях.

Колебание зеркала создает *строку* изображения, сканерное изображение получают за счет сложения отдельных строк по мере продвижения космического аппарата. Просмотр полосы местности путем сканирования называется *строчной разверткой*. Внешне снимки, полученные с помощью сканеров, отличаются наличием растровых полос, которые на снимках хорошего разрешения заметны лишь при увеличении.

Масштаб снимка вдоль линии движения аппарата остается неизменным, но вдоль строки изменяется, он уменьшается к ее краям, что приводит к геометрическим искажениям, которые могут быть устранены обработкой снимков на ЭВМ. Важная особенность скайер-ной съемки — поступление информации со спутника в цифровой форме, что облегчает ее компьютерную обработку. По качеству сканерная съемка уступает фотографической, так как разрешение сканерных снимков несколько меньше.

Чаще всего используют многозональную сканерную съемку. В этом случае применяется несколько зеркал, при этом каждое зеркало воспринимает определенную зону спектра.

Многоэлементные ПЗС-снимки. Дальнейшее повышение разрешения при оперативной съемке связано с внедрением приборов с зарядовой связью (ПЗС); сканеры, которые используют ПЗС, называют еще электронными сканерами.

ПЗС представляет собой линейку или матрицу, состоящую из нескольких тысяч миниатюрных (10 — 20 мкм) светочувствительных элементов-детекторов. Их малые размеры обеспечивают высокое разрешение подобных снимков. Линейный ряд детекторов (линейка ПЗС) обеспечивает строку снимка, накопление строк происходит за счет движения носителя аппаратуры. Такая аппаратура, по сравнению со сканерной съемкой, не имеет колеблющегося или вращающегося элемента конструкции, поэтому позволяет получать снимки с лучшими геометрическими свойствами. Важным достоинством этого вида съемки также является возможность настройки детекторов на заданный спектральный диапазон, вплоть до монохроматического.

Съемки в тепловом диапазоне

Этот диапазон достаточно широк и охватывает зону от 3 до 1000 мкм. Но большая часть его лучей не пропускается атмосферой. Имеются только три окна прозрачности с длинами волн 3 — 5, 8 — 14, 30 — 80 мкм, первые два из которых и используются для съемки. Пространственное разрешение снимков первоначально измерялось в километрах, сейчас — до сотен метров. Температурное разрешение составляет десятые доли градусов. Съемку можно вести ночью — на затененной стороне Земли а также в условиях полярной ночи. Облачность мешает съемке, так как в этом случае регистрируется температура верхней кромки облаков, а не земной поверхности.

Тепловые снимки можно рассматривать как псевдо-цветные, поскольку в них фактически осуществляется сдвиг спектрального диапазона в зону видимого спектра, в результате холодные объекты выглядят светлыми, а теплые — темными.

Съемка в тепловом диапазоне обычно дополняет другие виды съемки, так как работает в «своем» спектральном диапазоне. Она используется при изучении различных явлений, связанных с выделением тепловой энергии,

например, при мониторинге лесных пожаров, тепловых или атомных электростанций.

Съемки в радиодиапазоне

Для дистанционного зондирования может быть использован ультракоротковолновый диапазон радиоволн с длинами волн 1мм— 10 м (точнее 1мм— 1м). Он называется сверхвысокочастотным (СВЧ) в отечественной литературе и микроволновым в американской. Этот диапазон в значительной степени свободен от влияния атмосферы.

Различают *пассивную радиометрию*, при которой фиксируется собственное излучение Земли (получают *радиометрические снимки*) и *активную радиометрию*, когда фиксируется отраженное искусственное излучение (получают *радиолокационные снимки*).

Пассивная радиометрическая съемка осуществляется с помощью микроволновых радиометров, которые регистрируют микроволновое излучение. По сигналам радиоизлучения строится радиометрический снимок, на котором изображаются объекты, характеризующиеся различными излучательными свойствами в заданном диапазоне. Например, излучение металлов очень незначительно, излучение растительности и сухой почвы характеризуется коэффициентом ОД воды — 0,3. Радиометрические снимки позволяют выявить почвы с различной влажностью, воды с разной степенью солености, определить степень промерзания грунтов, возраст морских льдов и т. п.

Метод пассивной радиометрии перспективен, но пока находится в стадии разработки и применяется ограниченно.

Для получения радиолокационных снимков на но-сители устанавливается активный источник радиоизлучения с антенной, действующий по принципу просмотра местности поперек маршрута. Посылаемый к Земле сигнал по-разному отражается поверхностью и улавливается регистрирующей аппаратурой. На полученных снимках отражается шероховатость поверхности, микрорельеф, состав пород.

Радиолокационные снимки могут применяться в океанологических исследованиях для изучения волнения и приповерхностных ветров, в геологии для поиска линз подземных вод, в сельском хозяйстве — для изучения состояния растительности, а также для картографирования земель и др.

Пассивная и активная радиосъемка отличается от остальных видов съемки своей всепогодностью в силу того, что атмосфера абсолютно прозрачна для волн этого диапазона. Она может проводиться в любое время суток.

Вопросы:

1. Физические основы получения снимков.
2. Спектр электромагнитных излучений.

3. Как классифицируются материалы дистанционного зондирования по спектральному диапазону?
4. В чем заключаются преимущества сканерной съемки перед фотографической?
5. Физические основы и природные условия получения снимков.

Литература:

1. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. — Академический Проект, 2005. — 352 с.
2. Краснощёков А.Н., Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Геоинформационные системы в экологии: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2004. – 152с.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.
4. А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. Пермь, 2020. – 191 б. (<http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchukpermi-nova-tematicheskoe-de-shifrovaniye-i-intepretatsiya-kosmicheskikh-snimkov.pdf>.)
5. Савиных В.П., Малинников, В.А., Сладкопевцев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса. – М.:, Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии', 2000. – 224 с.