


Дистанционное зондирование Земли

Раздел 1. Дистанционное
зондирование.



Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- **Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)** – получение информации о поверхности Земли и объектах на ней, атмосфере, океане, верхнем слое земной коры бесконтактными методами, при которых регистрирующий прибор удален от объекта исследований на значительное расстояние.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Физическая основа дистанционного зондирования - функциональная зависимость между зарегистрированными параметрами собственного или отраженного излучения объекта и его биогеофизическими характеристиками и пространственным положением.
- С помощью дистанционного зондирования изучают физические и химические свойства объектов.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- В ДЗЗ выделяются два взаимосвязанных направления
 - естественно-научное (дистанционные исследования)
 - инженерно-техническое (дистанционные методы)
 - *remote sensing*
 - *remote sensing techniques*
- Предмет ДЗЗ, как науки - пространственно-временные свойства и отношения природных и социально-экономических объектов, проявляющиеся прямо или косвенно в собственном или отраженном излучении, дистанционно регистрируемом из космоса или с воздуха в виде двумерного изображения – снимка.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Методы ДЗ основаны на использовании сенсоров, которые размещаются на космических аппаратах и регистрируют электромагнитное излучение в форматах, существенно более приспособленных для цифровой обработки, и в существенно более широком диапазоне электромагнитного спектра.
- В ДЗ используют инфракрасный диапазон отраженного излучения, тепловой инфракрасный и радиодиапазон электромагнитного спектра.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование в географических информационных системах (ГИС).

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Структурная схема системы дистанционного зондирования.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- *Сцена* - это то, что находится перед датчиком; построение геологической модели сцены является в самом общем виде той целью, ради которой создается система. Наиболее часто используются излученные или отраженные электромагнитные волны, в последнем случае необходим *источник освещения*, пассивный (например. Солнце) или активный (лазеры, радиолокаторы и др.).

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- *Физические поля измеряются датчиками, входящими в состав высотного комплекса, который кроме измерений служит для первичной обработки и передачи данных на Землю. Данные, закодированные в электромагнитном сигнале или записанные на твердотельные носители (фотопленки, магнитные ленты и пр.), доставляются в наземный комплекс, в котором происходит их прием, обработка, регистрация и хранение.*

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- После обработки данные обычно переписываются в кадровую форму и выдаются в качестве *материалов дистанционного зондирования*, которые по традиции называются космическими снимками. Пользователь, опираясь на внешнюю базу знаний, а также собственный опыт, интуицию, проводит анализ и интерпретацию материалов ДЗ и создает *геологическую модель* сцены, которая и является формой регистрации решения поставленной проблемы. Достоверность модели проверяется сопоставлением, или *идентификацией* модели и сцены; идентификация замыкает систему и делает ее пригодной для прикладного пользования.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Идеальная схема дистанционного зондирования.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- Ни один источник не способен обеспечить однородность потока излучения как в пространстве, так и во времени.
- Из-за взаимодействия излучения с газами атмосферы, молекулами водяного пара и атмосферными частицами изменяется интенсивность излучения и его спектр.
- Одно и то же вещество при разных условиях может иметь разную спектральную чувствительность. В то же время, спектральная чувствительность разных веществ может совпадать.

Лекция 1. Введение в дистанционное зондирование Земли. Схема дистанционного зондирования.

- На практике не существует идеального сенсора, с помощью которого можно было бы регистрировать все длины волн электромагнитного спектра.
- Из-за технических ограничений передача данных и их интерпретация иногда выполняются с задержкой по времени.
- Потребители могут не обладать необходимой информацией о параметрах сбора данных ДЗ и не иметь достаточного опыта для их анализа и дешифрирования.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Рисованные снимки
- Фотоснимки - наземная фототеодолитная съемка
- Аэрофотоснимки – аэрометоды.
- Понятие ДЗ появилось в XIX веке.
- Впоследствии, ДЗ начали использовать в военной области для сбора информации о противнике и принятия стратегических решений.
- После Второй мировой войны ДЗ стали использовать для наблюдения за окружающей средой и оценки развития территорий, а также в гражданской картографии.
- В 60-х годах XX века, с появлением космических ракет и спутников, дистанционное зондирование вышло в космос.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- 1960 год - запуск разведывательных спутников в рамках программ CORONA, ARGON и LANYARD.
- Программа *Mercury* - получены снимки Земли.
- Проект *Gemini* (1965-1966 гг.) - систематический сбор данных дистанционного зондирования
- Программа *Apollo* (1968-1975 гг.) - дистанционное зондирование земной поверхности и высадка человека на Луну
- Запуск космической станции *Skylab* (1973-1974 гг.), - исследования земных ресурсов
- Полеты космических кораблей многоразового использования(1981г.)
- Получение многозональных снимков с разрешением 100 метров в видимом и близком инфракрасном диапазоне с использованием девяти спектральных каналов.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Первый метеорологический спутник – США - 1 апреля 1960 года.
- Первый спутник для регулярной съемки больших участков земной поверхности - TIROS-1 (*Television and Infrared Observation Satellite*).
- В 1972 г. - первый специализированный спутник - ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*)(*Landsat*).
- в 1978 год - первый спутник со сканирующей системой SEASAT.
- 1985г. - Первый французский спутник серии SPOT
- 1988г. - Первый индийский спутник дистанционного зондирования - IRS (*Indian Remote Sensing*).

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Япония вывела на орбиту свои спутники JERS и MOS.
- с 1975 года - Китай периодически запускал собственные спутники, полученные ими данные до сих пор находятся в закрытом доступе.
- 1991 и 1995 - Европейский космический консорциум вывел на орбиту свои радарные спутники ERS.
- 1995 - Канада - спутник RADARSAT.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Время работы различных платформ дистанционного зондирования

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- ***Аэрокосмические снимки*** — основной результат аэрокосмических съемок, для выполнения которых используют разнообразные авиационные и космические носители. Это двумерное изображение реальных объектов, которое получено по определенным геометрическим и радиометрическим (фотометрическим) законам путем дистанционной регистрации яркости объектов и предназначено для исследования видимых и скрытых объектов, явлений и процессов окружающего мира, а также для определения их пространственного положения.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Аэрокосмические съемки делят на
 - ***пассивные***, которые предусматривают регистрацию отраженного солнечного или собственного излучения Земли;
 - ***активные***, при которых выполняют регистрацию отраженного искусственного излучения.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- **Авиационные и космические носители**

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Диапазон масштабов аэрокосмических снимков:
- от 1:1000 до 1:100 000 000
- Наиболее распространенные масштабы
 - аэрофотоснимков 1:10 000—1:50 000,
 - космических — 1:200 000—1:10 000 000.
- Аэрокосмические снимки
 - **аналоговые** (обычно фотографические)
 - **цифровые** (электронные).
- Изображение цифровых снимков образовано из отдельных одинаковых элементов — **пикселов** (от англ. *picture element* — *pixel*); яркость каждого пиксела характеризуется одним числом.

Лекция 2. История развития методов дистанционного зондирования.

- Свойства аэрокосмических снимков
 - Изобразительные
 - Радиометрические (фотометрические)
 - Геометрические.
- **Изобразительные** свойства характеризуют способность снимков воспроизводить мелкие детали, цвета и тоновые градации объектов.
- **Радиометрические** свидетельствуют о точности количественной регистрации снимком яркостей объектов.
- **Геометрические** характеризуют возможность определения по снимкам размеров, длин и площадей объектов и их взаимного положения.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- Принципиальная схема аэрокосмических исследований

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- Процесс получения и анализа данных дистанционного зондирования

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- Стереосъемка.
- Многозональная съемка. Гиперспектральная съемка.
- Многовременная съемка.
- Многоуровневая съемка.
- Многополяризионная съемка.
- Комбинированный метод.
- Междисциплинарный анализ.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Техника получения материалов дистанционного зондирования**
 - Аэрокосмическую съемку ведут в окнах прозрачности атмосферы, используя излучение в разных спектральных диапазонах – световом (видимом, ближнем и среднем инфракрасном), тепловом инфракрасном и радиодиапазоне.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- Классификация космических снимков по спектральным диапазонам и технологиям получения изображения

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Фотосъемка**
- Высокая степень обзорности, охват одним снимком больших площадей поверхности.
- Фотографирование во всем видимом диапазоне электромагнитного спектра, в отдельных его зонах, а также в ближнем ИК (инфракрасном) диапазоне.
- Масштабы съемки зависят от
 - **высоты съемки**
 - **фокусного расстояния объектива.**
- В зависимости от наклона оптической оси получение плановых и перспективных снимков земной поверхности.
- КС с перекрытием 60% и более. Спектральный диапазон фотографирования охватывает видимую часть ближней инфракрасной зоны (до 0,86 мкм).

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Сканерная съемка**
- Наиболее часто используются многоспектральные оптико-механические системы - сканеры, установленные на ИСЗ различного, назначения.
- Изображения, состоящие из множества отдельных, последовательно получаемых элементов.
- «сканирование» - развертка изображения при помощи сканирующего элемента, поэлементно просматривающего местность поперек движения носителя и посылающего лучистый поток в объектив и далее на точечный датчик, преобразующий световой сигнал в электрический. Этот электрический сигнал поступает на приемные станции по каналам связи. Изображение местности получают непрерывно на ленте, составленной из полос - сканов, сложенных отдельными элементами - пикселями.
-

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Сканерная съемка**
- Сканерные изображения можно получить во всех спектральных диапазонах, но особенно эффективным является видимый и ИК-диапазоны.
- Важнейшей характеристикой сканера являются угол сканирования (обзора) и мгновенный угол зрения, от величины которого зависят ширина снимаемой полосы и разрешение. В зависимости от величины этих углов сканеры делят на точные и обзорные.
- У точных сканеров угол сканирования уменьшают до $\pm 5^\circ$, а у обзорных увеличивают до $\pm 50^\circ$. Величина разрешения при этом обратно пропорциональна ширине снимаемой полосы.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Радиолокационная съемка**
- Получение изображений земной поверхности и объектов, расположенных на ней, независимо от погодных условий, в дневное и ночное время благодаря принципу активной радиолокации.
- Технология была разработана в 1930-х гг.
- Радиолокационная съемка Земли ведется в нескольких участках диапазона длин волн (1 см - 1 м) или частот (40 ГГц- 300 МГц).
- Характер изображения местности на радиолокационном снимке зависит от соотношения между длиной волны и размерами неровностей местности: поверхность может быть в разной степени шероховатой или гладкой, что проявляется в интенсивности обратного сигнала и, соответственно, яркости соответствующего участка на снимке.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Тепловые съемки**
- Основана на выявлении тепловых аномалий путем фиксации теплового излучения объектов Земли, обусловленного эндогенным теплом или солнечным излучением.
- Инфракрасный диапазон спектра электромагнитных колебаний условно делится на три части (в мкм):
 - ближний (0,74-1,35), средний (1,35-3,50), дальний (3,50-1000).
- Солнечное (внешнее) и эндогенное (внутреннее) тепло нагревает геологические объекты по-разному. ИК-излучение, проходя через атмосферу, избирательно поглощается, в связи с чем тепловую съемку можно вести только в зоне расположения так называемых "окон прозрачности" - местах пропускания ИК-лучей.
- Опытным путем выделено четыре основных окна прозрачности (в мкм): 0,74-2,40; 3,40-4,20; 8,0-13,0; 30,0-80,0.

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Космические снимки**
- Три основных способа передачи данных со спутника на Землю.
- прямая передача данных на наземную станцию.
- полученные данные сохраняются на спутнике, а затем передаются с некоторой задержкой по времени на Землю.
- использование системы геостационарных спутников связи TDRSS (*Tracking and Data Relay Satellite System*).

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Цифровые данные. Схематичное представление преобразования исходных данных в значения пикселей.**

Лекция 3. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных

- **Форматы записи данных**
 - **Формат BIP** (*Band Interleaved by Pixel*).
 - **Формат BIL** (*Band Interleaved by Line*).
 - **Формат BSQ** (*Band Sequential*).
- **Формат BIP (L — строка, P — пиксел, B — канал)**
- **Формат BIL (L — строка, P — пиксел, B — канал)**
- **Формат BSQ (L — строка, P — пиксел, B — канал)**