


Дистанционное зондирование Земли

Раздел 1. Дистанционное
зондирование.

A decorative graphic element consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (teal, white, and light blue) extending from the right side of the slide towards the center.

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.
- Многополяризованная 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 - пикселами.
-

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)**