Министерство образования и науки Российской Федерации

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет

Факультет географии и экологии

Кафедра общей экологии

ДДЗЗ как источник информации для баз геоданных

Казань 2010 г.

Данные дистанционного зондирования – данные о поверхности Земли, объектах, расположенных на ней или в ее недрах, полученные в процессе съемок любыми неконтактными, т.е. дистанционными методами. По сложившейся традиции, к ДДЗ относят данные, полученные с помощью съемочной аппаратуры наземного, воздушного или космического базирования, позволяющей получать изображения в одном или нескольких участках электромагнитного спектра. Характеристики такого изображения зависят от многих природных условий и технических факторов. К природным условиям относятся сезон съемки, освещенность снимаемой поверхности, состояние атмосферы и т.д. К основным техническим факторам - тип платформы, несущей съемочную аппаратуру, тип сенсора; метод управления процессом съемки; ориентация оптической оси съемочного аппарата; метод получения изображения. Главные характеристики ДДЗ определяются числом и градациями спектральных диапазонов; геометрическими особенностями получаемого изображения (вид проекции, распределение искажений), его разрешением.

Дистанционное зондирование — не новый метод. В течение многих десятилетий человек поднимался над Землей, чтобы наблюдать ее с большого расстояния и узнать, таким образом, еще больше о ней. Для этой цели широко использовалась аэрофотосъемка, а со временем появились новые виды съемки, использующие для дистанционного зондирования фотографические датчики.

Благодаря последним достижениям в области искусственных спутников, несущих системы датчиков слежения за Землей, стало возможным использование огромного количества фотографий и других видов информации о поверхности Земли, которые помогут в решении таких задач, как снижение острой нехватки продуктов, управление и контроль за загрязнением окружающей среды, увеличение запасов естественных ресурсов и планирование роста городов. С точки зрения этих задач спутниковые данные имеют большое значение при условии, что их большой объем быстро и экономично будет сведен к полезной информации. Современные быстродействующие цифровые ЭВМ хорошо приспособлены для решения задач сокращения данных, а слияние таких вычислительных методов с новыми системами наблюдения уже позволило получать точную текущую информацию об окружающем нас мире. Результат синтеза — количественный метод дистанционного зондирования.

Для анализа данных дистанционного зондирования наиболее удобны географические информационные системы (ГИС), позволяющие эффективно работать с пространственно-распределенной информацией (картами, планами, аэрокосмическими изображениями, схемами в сочетании с текстом, таблицами и др.). С данными такого рода приходится иметь дело практически в любой сфере деятельности. Это может быть карта природных ресурсов, результаты экологического мониторинга территории, атлас земельного кадастра, план городских кварталов, схема движения транспорта и др. ГИС позволяет накапливать, интегрировать и анализировать информацию, оперативно находить нужные сведения и отображать их в удобной для использования форме, оценивать геометрические характеристики объектов (длину улицы, расстояние между городами).

Большую часть данных дистанционного зондирования составляют снимки, которые дают возможность получения сведений об объекте в виде изображений в цифровой (данные, передаваемые на наземную станцию по радиоканалам или фиксируемые на борту на магнитных носителях) или аналоговой (фотографии) формах. Цифровые данные представляют интегральное излучение площадки на земной поверхности, соответствующей элементу изображения – пикселу. Результаты измерения переводятся в дискретные безразмерные цифровые значения, соответствующие характеристикам отражательной способности. Записанные посредством регистрирующего устройства цифровые значения изменяются в пределах радиометрического битового диапазона, ширина которого зависит от характеристик датчика – обычно это интервал 0 – 255. На изображении эти значения соответствуют оттенкам серой шкалы: 0 представляет абсолютно черный объект, 255 – абсолютно белый объект, а промежуточные значения соответствуют различным оттенкам серого цвета. Всё многообразие объектов ландшафта Е.Л. Кринов разделил на четыре класса, каждый из которых отличается своеобразной кривой спектральной яркости ( например, 1 класс – горные породы и почвы, характеризуется увеличением спектральной яркости по мере приближения к красной области спектра). Изображения, полученные сканированием. Фотографические снимки необходимо для обработки переводить в цифровую форму. Для этого используют сканеры. В большинстве случаев для обработки аэрокосмических снимков используют растровые ГИС-пакеты, зональные изображения рассматривают в них как слои информации наряду с другими слоями БД.

ДДЗ – важнейший источник оперативной и современной информации о природной среде для тематических слоёв в ГИС, для поддержания данных в актуальном состоянии.

Подробно: виды орбит искусственных спутников Земли. Параметры орбит. Для каких целей та или иная орбита ИСЗ будет давать преимущества.

Траектория движения искусственного спутника Земли называется его орбитой. Эллиптическая орбита, по которой вращается спутник (в точке S находится спутник, а в точке G— Земля), характеризуется следующими параметрами: *а = АО* и *b = ОС — большая и малая полуоси* эллипса; *е= (1 - b2/а2)1/2* — *эксцентриситет орбиты;* угол *HGS* — угловая координата *ν* радиуса-вектора (так называемая *истинная аномалия); фокальный параметр р = b2/а; р = К2/ут2М,* где *К—* момент количества движения спутника; *т —* масса спутника; *М=*5,976\*1027 г — масса Земли, у = 6,67-10 -14 м3/гс3 — гравитационная постоянная. К параметрам орбиты спутника относится также *период обращения Т —* время между двумя последовательными прохождениями одной и той же точки орбиты.

В общем случае плоскость орбиты пересекается с плоскостью экватора Земли по так называемой *линии узлов* . Точка *В,* в которой орбита пересекает плоскость экватора при движении спутника с юга на север, называется *восходящим узлом* орбиты, точка пересечения при движении спутника с севера на юг — *нисходящим узлом.* Положение восходящего узла определяется *долготой восходящего узла,* т.е. углом *Q,* между восходящим узлом и точкой весеннего равноденствия, отсчитываемым против часовой стрелки, если смотреть со стороны Северного полюса. Для линии узлов задают два угла в плоскости орбиты. Угол ω — угловое расстояние, отсчитываемое от восходящего узла в плоскости орбиты до *перигея орбиты H,* т.е. ближайшей к Земле точки орбиты спутника; со называют *аргументом перигея.* Угол *i* между плоскостью орбиты и плоскостью экватора, называемый *наклонением орбиты,* отсчитывается от плоскости экватора с восточной стороны восходящего узла орбиты, против движения часовой стрелки. По наклонению различают *экваториальные (i= 0°), полярные (i=90°)* и *наклонные* (0° < *i* < 90°, 90° < *i* < 180°) орбиты.

Спутники для дистанционного зондирования Земли запускают в основном на круговые орбиты. Такой спутник пролетает над различными участками Земли на одинаковой высоте, что обеспечивает равенство условий съемки.

Круговую орбиту, расположенную над экватором Земли (0° широты), находясь на которой искусственный спутник обращается вокруг планеты с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения Земли вокруг оси, и постоянно находится над одной и той же точкой на земной поверхности, называют геостационарной орбитой (ГСО). Орбита геостационарного ИСЗ — это круговая (эксцентриситет е = 0), экваториальная (наклонение *i* = 0°). Низкоорбитальные спутники (*H* < 1000 км) обычно выводятся на приполярные солнечно-синхронные орбиты. Эти орбиты имеют наклонение относительно экватора, близкое к 90°, обеспечивают съемку всей поверхности Земли, включая полярные области. Поворот орбиты относительно Земли синхронизован с вращением Земли относительно Солнца, так что в течение всего времени угол между плоскостью орбиты и направлением на Солнце постоянен. Это позволяет производить съемку приблизительно в один и тот же час местного времени в течение всего года. Наиболее удобное время для съемки — около 12 ч местного времени.

Каждая орбита обладает своими преимуществами и недостатками. Например, полярная и наклонная орбиты имеют существенный недостаток: так как спутник движется по этим орбитам, то для того, чтобы отслеживать положение спутника антенну нужно обязательно подстраивать для получения спутникового сигнала, для этого требуется специальное оборудование, которое стоит немалых денег: их очень сложно устанавливать и обслуживать.

Спутник же двигающийся по геостационарной орбите кажется неподвижным и как будто находится постоянно в одной точке. Это очень удобно для ретрансляции сигналов, так как не нужно регулировать положение рефлекторов антенн, направляя их на уходящий спутник. Именно геостационарную орбиту используют большинство спутников коммерческого назначения, также достоинствами этой орбиты являются возможность непрерывной круглосуточной связи в глобальной зоне обслуживания и практически полное отсутствие сдвига частоты. Экваториальная орбита (или геостационарная орбита) помимо положительных имеет и отрицательные характеристики: - невозможно передавать сигнал на приполярные районы Земли, так как угол местности очень мал; - из-за того, что несколько спутников на одной орбите могут находиться только на небольшом расстоянии друг от друга, то происходит перенасыщение геостационарной орбиты. Большая высота геостационарной орбиты также является недостатком, так как требуется много средств для вывода спутника на орбиту. Как уже было замечено ранее, спутник на геостационарной орбите неспособен обслуживать земные станции в приполярной области. Наклонная орбита позволяет решить эти проблемы, однако, из-за перемещения спутника относительно наземного наблюдателя необходимо запускать не меньше трех спутников на одну орбиту, чтобы обеспечить круглосуточный доступ к связи.

Для каких целей используются различные орбиты ИСЗ? Спутниковое телевидение является новым и качественным форматом скоростной передачи данных с помощью специального оборудования, к которому подключается обычный телевизор. Вся информация, как визуальная (видео), так и аудио, синхронно передаются от передающего центра к потребителю через искусственный спутник Земли, расположенный на геостационарной орбите от станции вещания на космический спутник. Посредством него вся информация равномерно распределяется между приемниками абонентов. Для передачи сигнала используется цифровой стандарт, что позволяет многократно увеличить количество транслируемых каналов и избавится от помех. Для спутниковой ретрансляции телевизионных передач в основном используют два вида спутников: спутники, обращающиеся на вытянутых эллиптических орбитах, и спутники, размещенные на геостационарной орбите. Использование ИСЗ, расположенный на геостационарной орбите, исключает необходимость непрерывного наведения приемной антенны на спутник. Благодаря неизменному расстоянию до спутника стабилизируется уровень входного сигнала. Связь может осуществляться круглосуточно и без перерывов, необходимых для перехода с одного ИСЗ на другой(в 1965 году в СССР для этих целей использовали три спутника, движущихся по эллиптической орбите). Наконец, облегчается энергоснабжение аппаратуры, так как спутник почти постоянно освещается Солнцем. К недостаткам геостационарной орбиты относятся плохое обслуживание приполярных областей Земли и необходимость расположения космодрома на экваторе, иначе для выведения спутника на такую орбиту требуется значительное увеличение мощности ракеты-носителя. Тем не менее эти недостатки окупаются простотой и дешевизной большого числа земных станций. Но самое главное - это возможность осуществления непосредственного приема телевизионных передач телезрителями с геостационарного спутника без промежуточного наземного ретранслятора.

Множество спутников располагается на наклонных или полярных орбитах. При этом требуемая мощность передатчика не так высока, и стоимость вывода спутника на орбиту ниже. Однако такой подход требует не только большого числа спутников, но и разветвленной сети наземных коммутаторов. Подобный метод используется операторами Iridiumи Globalstar. С операторами персональной спутниковой связи конкурируют операторы сотовой связи.

Главным недостатком экваториальных орбит является задержка сигнала. Спутники на экваториальных орбитах оптимальны для систем радио- и телевизионного вещания, где задержки в 250 мс (в каждом направлении) не сказываются на качественных характеристиках сигналов. Системы радиотелефонной связи более чувствительны к задержкам, а поскольку суммарная задержка в системах данного класса составляет около 600 мс (с учетом времени обработки и коммутации в наземных сетях), даже современная техника эхоподавления не всегда позволяет обеспечить связь высокого качества. В случае "двойного скачка" (ретрансляции через наземную станцию-шлюз) задержка становится неприемлемой уже более чем для 20% пользователей.

В соответствии с высотой орбиты системы спутниковой связи делятся на:

- Низкоорбитальные - (700 — 1 500) км;

- Среднеорбитальные - (5 000 — 15 000) км;

- Высокоорбитальные — от 15 000 и выше. Низкоорбитальные ССС используются для телефонной двусторонней связи, так как при этом происходит наименьшая задержка сигнала (не проявляется эффект реверберации). Кроме того, низкоорбитальные ССС используются для оптической разведки и связи с объектами малой энергетической емкости, например, с аварийными буями.

Среднеорбитальные ССС используются, в основном, для систем радиовещания и ТВ или для двусторонней факсимильной, ТЛГ, пейджинговой связи и обмена данными. Также для телеметрических систем слежения за автомобилями, поездами с передачей от них телеметрической информации. То есть, в тех системах, где задержка сигнала не оказывает существенного влияния на качество работы каналов связи.

Высокоорбитальные ССС, чаще всего, используются для передачи телевизионных и радиовещательных программ. Кроме того, данные системы связи используются для систем односторонней ТЛГ, ФАКС, пейджинговой связи и обмена данными.

Примеры спутников, использующих различные виды орбит.

*Спутник NOAA (США)*

Метеорологические и природоведческие спутники NOAA имеют длину 4,18 м, диаметр 1,88 м, массу на орбите 1030 кг Круговая орбита имеет высоту 870 км, один виток спутник совершает за 102 мин. Площадь солнечных батарей спутника 11,6 м2, мощность батарей не менее 1,6 кВт, но со временем батареи деградируют из-за воздействия космических лучей и микрометеоров. Для нормальной работы спутника необходима мощность не менее 515 Вт. Спутник движется по полярной орбите.

В настоящее время на орбите функционируют несколько спутников. Сканер AVHRR спутника NOAA-14 с цилиндрическим сканированием имеет 8-дюймовую (20 см) оптическую систему Кассегрена, сканирование осуществляется путем вращения с частотой 6 об/с зеркала из бериллия. Угол сканирования ±55°, полоса обзора около 3000 км. Из-за кривизны Земли зона радиовидимости спутника составляет ±3400 км, поэтому за один проход спутника удается получить информацию с поверхности около 3000x7000 км.

На спутнике установлена аппаратура НIRS для определения температуры в тропосфере на разных высотах (вертикальные профили атмосферы) в полосе обзора 2240 км. Для этого HIRS содержит автоматический сканирующий спектрофотометр ИК-диапазона, использующий свойство углекислого газа изменять положение и ширину линии поглощения на длинах волн порядка 14—15 мкм в зависимости от давления. Этот же прибор позволяет оценивать общее содержание озона ОСО в столбе атмосферы по поглощению теплового излучения от поверхности Земли и атмосферы на длине полны 9,59 мкм. И вертикальные профили, и ОСО вычисляются на приемном конце путем решения обратных задач.

Кроме указанной аппаратуры на спутник установлены: прибор SSU для исследования стратосферы; микроволновый прибор MSU для измерения температурных профилей стратосферы; аппаратура поиска и спасения по международной программе Kocnac/SARSAT; система ARGOS для сбора метеорологической и океанографической информации с автоматических метеостанций, морских буев и воздушных шаров; некоторые другие приборы. ARGOS позволяет следить за миграцией крупных животных и птиц, если к их телу прикреплены специальные малогабаритные передатчики.

В настоящее время в эксплуатации находятся спутники серии «Тирос-N» и «NOAA», которые являются ядром системы глобального сбора метеорологических данных со спутников. Они удовлетворяют потребности США, став надежной орбитальной системой, своевременно и регулярно передающей обзорную информацию.

*Спутник «Pecypc-O1» (Россия)*

Высота орбиты 650 км, период обращения 97,4 мин, угол наклонения орбиты 97°,97. Сканер МСУ-СК с конической разверткой имеетскоростьсканирования 12,5 дуг/с; разрешение 150x250 м; полоса обзора 600 км; спектральные каналы: 0,5-0,6 мкм (зеленый участок спектра), 0,6-0,7 мкм (красный участок), 0,7-0,8 мкм (красный и ближний ИК), 0,8-1,1 мкм (ближний ИК), 10,5-12,5 мкм (тепловой, в этом канале разрешение 500 м). Сигнал каждого канала квантуется на 256 уровней. Масса сканера 55 кг. Движется по геоцентрической орбите.

На спутнике «Ресурс-01» установлены также два сканера МСУ-Э с линейной разверткой, содержащие по 3 линейки на ПЗС по 1000 пикселов (по одной на каждый из 3 спектральных каналов). Разрешение 35x45 м, скорость сканирования 200 строк/с; полоса обзора каждого сканера 45 км; если включены оба сканера, то полоса обзора составляет 80 км, так как полосы обзора перекрываются. Над одной и той же точкой поверхности спутник пролетает один раз в 14 дней. Чтобы повысить регулярность приема, предусмотрено отклонение оси сканера на ±30° от надира в направлении, перпендикулярном направлению снижения спутника. Это позволяет смешать полосу обзора на ±400 км. Спектральные каналы сканера: 0,5-0,59; 0,61-0,69; 0,7-0,89 мкм. Масса прибора 23 кг. Результаты измерений передаются по радиоканалу на частоте около 8 ГГц со скоростью 7,68 Мбит/с, мощность бортового передатчика 10 Вт.

Используется для метеорологических целей, а также для обнаружения лесных пожаров.

*Спутник LANDSAT-5 (США)*

Высота орбиты 705 км, наклонение орбиты 98,2°, период обращения 98 мин. Нал одной и той же точкой поверхности пролетает один раз в 16дней приблизительно в9ч45 мин местного времени. Установлены 2 сканера с цилиндрической разверткой.

LandSat 7 — последний из спутников дистанционного зондирования Земли, запущенный в 1999 году в рамках программы Landsat. Спутник находится на полярной орбите, и пролетает над всей поверхностью планеты.

*Спутник SPOT-З (Франция)*

Орбита почти круговая высотой 820 км с наклонением 98,7°, период обращения 101 мин. На спутнике установлены два сканера HVR с линейной разверткой, фотоприемниками служат 1728-элементные ПЗС-линейки, ориентированные перпендикулярно движению спутника, цветоделение осуществляется с помощью призм. Он находится на околополярной геостационарной орбите.

Долгосрочной целью этого проекта является инвентаризация невозобновляемых и медленно возобновляемых ресурсов, таких, как минералы и ископаемые топлива, водные запасы, наблюдение за состоянием сельского хозяйства и атмосферы. Программа ориентирована на возможность опознавать, прогнозировать и в ряде случаев контролировать некоторые процессы, относящиеся к океанографии, климатологии, эрозии почвы и загрязнению воды, а также следить за потенциально опасными природными явлениями, такими, как наводнения, засуха, штормы, землетрясения и извержения вулканов.

*Спутник ERS (Европейское космическое агентство)*

Высота орбиты 798x782 км с наклонением 98,54° и периодом обращения 100,67 мин. В состав бортовой аппаратуры включена радиолокационная станция микроволнового зондирования AMI (Active Microwave Instrument), которая обеспечивает три режима работы.

Хотя первоначально спутник ERS-1 был разработан для наблюдений за океаном и льдами, он очень быстро доказал свою многосторонность и по отношению к суше. В сельском и лесном хозяйстве, в рыболовстве, геологии и картографии специалисты работают с данными, представляемыми спутником. Поскольку ERS-1 после трех лет выполнения своей миссии он все еще работоспособен, ученые имеют шанс эксплуатировать его вместе с ERS-2 для общих заданий, как тандем. И они собираются получать новые сведения о топографии земной поверхности и оказывать помощь, например, в предупреждении о возможных землетрясениях.

*Спутник «Океан-О» (Россия—Украина)*

Высота орбиты 667 км, период обращения 97,98 мин, угол наклонения орбиты 98,03°. На спутнике установлены две некогерентные РЛС ВО, антенны которых направлены соответственно влево и вправо от направления движения спутника. Полоса обзора каждой РЛС 455 км, угол падения излучаемых электромагнитных волн на подстилающую поверхность 20,48°. Пространственное разрешение в среднем 1,3 км поперек направления движения спутника и 2,5 км вдоль него.

*Метеорологические спутники*

Ведут непрерывную трансляцию цифровых снимков очень низкого разрешения (несколько километров) всего полушария. Это геостационарные спутники Meteosat (Европейское космическое агенство), GMS (Япония), GOES (США), INSAT (Индия).

Большинство спутников дистанционного зондирования в настоящее время летает по полярным орбитам. Это означает, что спутник летит к северу на одной стороне Земли, пролетает вблизи полюса, а затем летит к югу на второй половине орбиты. Полярные орбиты существенно ниже чем геостационарные. Приборы размещаемые на полярноорбитальных носителях обеспечивают лучшее пространственное разрешение и позволяют получать высококачественные данные дистанционного зондирования.

Полярные орбиты в основном применяются для запуска на них спутников военного (разведывательные) и гражданского (научного, сельскохозяйственного) назначений, потому что космические аппараты на таких орбитах выполняют работы по дистанционному зондированию Земли и предназначены для получения информации о планете и припланетном атмосферном слое. Такие спутники при дистанционном зондировании из космоса используются для изучения и контроля природных ресурсов Земли, исследования динамики природных процессов и явлений, сбора информации о состоянии территорий на поверхности планеты и прочих задач.

дистанционный зондирование спутник орбита

Список использованной литературы

1. Баранов Ю.Б., Берлянт A.M., Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Серали-нас Б.Б., Филиппов Ю.А. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. - М.: ГИС-Ассоциация, 1999. -204 с.

2. Дейвис Ш.М., Ландгребе Д.А., Филлипс Т. Л. и др. Дистанционное зондирование: количественный подход. Под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис. Пер. с англ. М., Недра, 1983, с. 415. —Пер. нзд. США, 1978, 396 с.

3. Кашкин В.Б., Сухинин А.И.Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. - М.: Логос, 2001.-264 с.

4. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. *Учебное пособие для вузов I* Под ред. *Г С. Кондратенкова.* — М.: «Радиотехника», 2005. — 368 с.

5. http://www.prosputnik.ru/ - http://www.radiomaster.net/