



Лекция 13: МАТЕРИАЛЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ОБРАБОТКИ

Вопросы: 13.1. Основные типы космических снимков.

13.2. Предварительная обработка материалов дистанционного зондирования.

13.3. Понятие о машинно-визуальном и автоматизированном дешифрировании. Преобразование исходных изображений при машинно-визуальном и автоматизированном дешифрировании.

13.4. Методы классификации изображений. Алгоритмы классификации изображений.

13.5. Использование программного комплекса «ENVI» для обработки данных дистанционного зондирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров, А.С. Средства получения цифровых снимков и методы их фотограмметрической обработки / Назаров А.С. – Минск: учеб. центр повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы. 2009. – 263 с.

Вопрос 13.1 Основные типы космических снимков

Характеристика основных типов космических снимков

Фотографические снимки – снимки, полученные с помощью фотоаппарата, находящегося на борту авиационного или космического носителя и обработанные после приземления спускаемого аппарата.

Они делятся (в зависимости от использования (фотоматериалов) на

- черно-белые
- цветные
- спектрзональные
- многозональные
- синтезированные.

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

Спектрзональные снимки получают на двух-трехслойных фотоматериалах, но на таких пленках отсутствует слой, чувствительный к синей зоне спектра, вместо него помещен слой, чувствительный к ИК-лучам. Такие снимки обеспечивают хорошее цветовое разделение изучаемых объектов, но дают изображение в преднамеренно ложных цветах.

Многозональные снимки получают с помощью специальных фотоаппаратов, имеющих от 4 до 6 объективов. Каждый объектив ведет съёмку в определенной зоне спектра. В результате на одну и ту же территорию приходится 6 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.

Сканерные снимки, получаемые при оптико-механическом сканировании в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне и передаваемые по радиоканалам, как и фотографические, отображают оптические характеристики объектов, но такую съёмку отличает оперативность, вплоть до получения изображений в реальном масштабе времени. В отличие от фотографических, сканерные снимки представляют дискретные изображения, детальность которых определяется размером пиксела. Пространственное разрешение сканерных снимков долгое время было существенно ниже, чем фотографических, измерялось километрами, но в последние годы их получают с разрешением 15–30 м. Охват снимков варьирует от 180 км до 2–3 тыс. км.

Сканерные снимки поступают с метеорологических и ресурсных спутников и используются для оперативных целей (прогноз погоды, гидрологические прогнозы) и тематического картографирования. Как правило, сканерные снимки – многозональные.

ПЗС-снимки, получаемые с помощью оптико-электронных сканеров с линейными ПЗС-приемниками излучения и передаваемые со спутников по радиоканалам, характеризуются высоким разрешением. Как и фотографические снимки, они регистрируют оптические характеристики исследуемой территории.

Высокая чувствительность детекторов и их миниатюрные размеры вместе с использованием длиннофокусных объективов обеспечивают высокое разрешение, которое составляет от первых десятков метров (10–45 м) до метра и даже менее. Таким образом, теперь эти снимки по разрешению достигли лучших фотографических снимков. Однако охват снимков невелик – 40–70 км, а у снимков наиболее высокого разрешения – всего 10–15 км. Наилучшим разрешением отличаются панхроматические снимки, а разрешение многозональных снимков в 2–4 раза хуже.

ПЗС-снимки делают с ресурсно-картографических спутников и специализированных спутников для детальной съёмки; используют их для тематического и топографического картографирования.

Снимки в тепловом ИК диапазоне. Этот диапазон достаточно широк и охватывает зону от 3 до 1000 мкм. Имеются только три окна прозрачности 3–5; 8–14; 30–80 мкм, первые два и используются для съёмки. Пространственное разрешение снимков – до сотен метров. Температурное разрешение составляет десятые доли градусов. Съёмку можно вести ночью на затемненной стороне Земли, а также в условиях полярной ночи. Тепловые снимки можно рассматривать, как псевдоцветные, так как в них фактически

осуществляется сдвиг спектрального диапазона в зону видимого спектра, в результате холодные объекты выглядят светлыми, а теплые - темными.

Съёмка в тепловом диапазоне обычно используется при изучении различных явлений, связанных с выделением тепловой энергии, например, при мониторинге лесных пожаров, тепловых или атомных электростанций.

Снимки в радиодиапазоне. Для дистанционного зондирования может быть использован ультракоротковолновый диапазон радиоволн с длинами волн 1 мм – 10 м (точнее 1 мм – 1 м). 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**).

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 носителе устанавливается активный источник радиоизлучения с антенной, действующей 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 подземных вод, в сельском хозяйстве – для изучения состояния растительности, а также для картографирования земель.

Вопрос 13.2 Предварительная обработка материалов дистанционного зондирования

Цифровые снимки, полученные с помощью съёмочных систем, поступают в центры приема информации, где и проходят первичную обработку, содержание которой зависит от типа съёмочной системы, качества данных и включает сенсорную, геометрическую и радиометрическую коррекцию. В некоторых случаях отдельные элементы первичной обработки, выполняются непосредственно на борту спутника. Практически все поставщики информации заинтересованы в том, чтобы иметь возможность предложить пользователю готовую продукцию. Поэтому общий смысл предварительной обработки заключается в том, чтобы освободить пользователя от необходимости учета тонкостей конструкции съёмочной системы, исправления дефектов изображения, возникающих из-за

её локальных отказов или неисправностей, а также перемещения носителя по орбите.

Геометрическая коррекция изображения выполняется с целью преобразования его к виду, позволяющему выполнять измерительные действия и последующую фотограмметрическую обработку.

К числу таких операций относятся:

- формирование участка местности, называемого сценой, из отдельных строк или матриц панорамы с учетом их перекрытия (сшивка изображения);
- восстановление пропущенных по какой-либо причине строк изображения;
- восстановление отдельных пикселей изображения при случайном выпадении отдельных детекторов;
- преобразование изображения с целью устранения ошибок, вызванных перемещением носителя в процессе формирования строки, изменения углового положения сенсора и др.

Формирование сцены выполняется с учетом конструктивных особенностей съёмочной аппаратуры, зачастую формирующей перекрывающиеся на заданную величину изображения. Причем, это могут быть перекрывающиеся строки пикселей либо прямоугольных матриц, каждая из которых представляет собой несколько линеек.

Восстановление пикселей или целых строк изображения выполняется при их утрате при съёмке или передаче изображения и сводится к присвоению пропущенным пикселям яркостей либо соседних пикселей, либо каким-либо образом вычисленных с учетом яркостей окружающих пикселей. Эта операция, конечно, не восстанавливает пропущенную информацию, а лишь облегчает использование изображений.

Преобразования с целью устранения искажений космических снимков выполняются с целью придания изображенным на нем объектам местности правильной формы, искаженной вследствие перемещения спутника во время экспонирования строки, вращения Земли, ее сферичности.

В некоторых случаях в процессе предварительной обработки устраняются искажения, вызванные не только влиянием названных источников, но и кривизны Земли, рефракции, рельефа местности, причем, влияние рельефа местности учитывается путем ортотрансформирования цифровых изображений с использованием грубой цифровой модели рельефа или модели, предоставленной пользователем. Такие преобразования можно отнести к фотограмметрическим.

Радиометрическая коррекция изображения выполняется с целью улучшения их изобразительных свойств и в общем случае включает изменение яркостей пикселей с целью:

- учета параметров калибровки радиометра K_λ и C_λ ;
- устранение оптических последствий влияния атмосферы и воздушной дамки;
- исправления последствий сбоя, неисправностей или неправильной калибровки детекторов и др.

Учет параметров калибровки радиометра выполняется по коэффициентам K_λ и C_λ , поставляемым в дополнительном файле или публикуемым в сети Интернет. Чувствительность датчиков современных сканеров обеспечивают возможность выделения 250 уровней яркости и регистрации их в пределах одного снимка с погрешностью $\pm 1-2\%$; для разных снимков ошибка регистрации достигает $\pm 4-5\%$. Такая точность вполне достаточна для решения большинства задач.

Устранение влияния атмосферы выполняется на основе реальных или априорных данных о ее состоянии на момент получения изображений. Применяемые для этой цели модели атмосферы требуют данных о высоте объекта наблюдения, давлении, температуре, наличии водяных паров, озона, аэрозолей, зенитном угле Солнца, угле обзора датчика. Точное моделирование влияния атмосферы возможно только для узких спектральных зон шириной до $0,01$ мкм.

Наиболее простые и менее точные методы устранения влияния атмосферы основаны на использовании некоторых допущений, позволяющих определить реальные яркости объектов путем вычитания из их измеренных значений некоторой априорно устанавливаемой величины. Например, считается, что влияние атмосферной дымки проявляется в завышении регистрируемых значений яркостей. Вследствие этого для некоторых объектов (глубоких и чистых водоемов, глубоких теней и др.) фактически регистрируется не нулевая яркость, а некоторое ее значение. Полагая, что это объясняется влиянием атмосферы, измеренное значение яркости этих объектов вычитается из значений яркостей всех пикселей снимка соответствующей спектральной зоны.

Исправление последствий сбоя радиометрических показателей детекторов. Эти искажения проявляются в виде «выпадения» и цифровой записи отдельных строк или полосчатости изображения. В первом случае выполняют замену дефектной строки или ее отдельных фрагментов данными из соседней строки, а во втором применяют алгоритмы фильтрации. Его сущность заключается в преобразовании яркости каждого пиксела на основе анализа информации в пределах скользящего по изображению окна, представляющего собой матрицу размером $q \times q$ (3×3 , 5×5 и т.п.) пикселей. Окно перемещается от одного пиксела изображения к другому, при этом яркости центральных пикселей каждый раз пересчитываются в соответствии с общей формулой

$$B_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^q \sum_{i=1}^q f_{ij} B'_{ij}}{F}, \quad (12.1)$$

где B_{ij} – преобразованная яркость пиксела;

f_{ij} – численные значения элемента фильтра;

B'_{ij} – яркость пиксела изображения в пределах скользящего окна; q – размер фильтра;

$F = \sum f_{ij}$ – сумма элементов фильтра или 1, если сумма равна нулю.

В случае, если после наложения фильтра яркость преобразуемого пиксела оказывается меньше нуля, она принимается равной нулю.

В зависимости от конкретной ситуации и желаемого эффекта могут использоваться различные фильтры: средне-арифметический, медианный, адаптивный, модальный, высокочастотный и др. Результат применения градиентного фильтра представлен на рис., где показаны яркости одного (заштрихованного) пиксела до и после фильтрации. Так как сумма элементов градиентного фильтра равна нулю, то значение F в формуле принято равным единице.

Метод фильтрации применяется также для увеличения пространственной частоты, представляющей собой максимальную разность между яркостями смежных пикселей, или «число изменений значений яркости на единицу расстояния в любой части изображения», что позволяет повысить «читаемость» границ объектов, а вместе с этим – и надежность их выделения и отождествления.

Методы радиометрической коррекции изображений широко применяются не только в процессе предварительной обработки материалов дистанционного зондирования на пунктах их приема, но и при последующем их использовании. Более того, эти методы применяются и при улучшении любых изображений сканеров. По этой причине эти и многие другие методы улучшения изображений являются составной частью программной поддержки многих распространенных ГИС, предусматривающих обработку раstra.

Центры приема дистанционного зондирования, выполняющие перечисленные выше и некоторые иные виды обработки изображений, предоставляют пользователям различные виды продукции, разливающиеся ее уровнями и включающими как результаты той или иной коррекции изображений, так и их более глубокий, фотограмметрической обработки. При этом каждый из уровней может поставляться в нескольких вариантах, представляющих собой различные комбинации спектральных диапазонов и того или иного уровня обработки.

Уровни обработки материалов дистанционного зондирования не стандартизированы, и каждый поставщик устанавливает их самостоятельно. Число таких уровней для различных систем не одинаково, однако минимально выполняется два уровня, включающие геометрическую и радиометрическую коррекцию. Причем, ее содержание также не стандартизировано. Варианты продукции, поставляемой пользователям, различаются комбинацией спектральных диапазонов.

Так, компания Digital Globe, поставляющая снимки QuickBird, представляет пользователю следующие виды продукции.

Черно-белая (панхроматическая) продукция представляет собой информацию в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах 450 – 900 нм и имеет пространственное разрешение от 0,61 м (в надире) до 0,72 м (при отклонении от надира до 250).

Цветная продукция доступна в двух 3-диапазонных цветных вариантах: натуральная цветная (синий, зеленый и красный) или цветная инфракрасная (зеленый, красный, инфракрасный). Геометрическое разрешение такой продукции составляет 0,61 м.

Мультиспектральная продукция подставляется в четырех неперекрывающихся диапазонах с радиометрическим разрешением 11 бит и охватывает видимый и ближний инфракрасный спектр. Геометрическое разрешение поставляемой продукции определяется уровнем ее обработки и составляет 2,4–2,9 м.

Синтезированная (Pan-Sharpned) продукция представляет собой комбинацию информации четырех мультиспектральных диапазонов (синий, зеленый, красный, инфракрасный) с информацией панхроматического диапазона. Геометрическое разрешение продукции – 0,61 м.

Основные этапы обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли:

Отображение – представление данных (изображений), полученных непосредственно из их источника, в удобном для пользователя наглядном виде без потерь и искажений;

Улучшение – изменение параметров изображения (яркость, контрастность, цветовой баланс, фильтрация помех и т.д.), направленное на улучшение его читаемости и облегчение дальнейшего анализа;

Географическая привязка – идентификация участка земной поверхности, отображённого на изображении, и присвоение каждой точке изображения координат в соответствии с координатами данных точек на местности;

Геометрическое трансформирование – приведение изображения к заданному масштабу и картографической проекции с устранением смещений из-за выполнения съёмки с отклонением от надира, рельефа местности, кривизны поверхности Земли и геометрических искажений;

Классификация – распознавание на изображении участков, соответствующих различным категориям объектов, и построение на этой основе нового (тематического) изображения, на котором объекты, принадлежащие к одной категории, отображаются одинаково (одним цветом);

ГИС-анализ – анализ взаимного пространственного положения различных объектов на изображениях и атрибутивной (описательной) информации о них, производимой с целью решения разнообразных прикладных задач;

Подготовка отчёта – создание качественных отчётных информационных материалов, содержащих результаты обработки и анализа данных и сопровождающихся необходимыми иллюстрациями, пояснениями и т.д.;

Вопрос 13.3 Понятие о машинно-визуальном и автоматизированном дешифрировании. Преобразование исходных изображений при машинно-визуальном и автоматизированном дешифрировании

В машинно-визуальном методе дешифрирования информация предварительно преобразуется с целью облегчения последующего визуального анализа полученного изображения. Предварительная обработка изображения проводится практически всегда, независимо от того, какие снимки (сканерные, фотографические) подвергаются обработке. Это обусловлено наличием во входном изображении шумов и искажений. Искажение яркости объектов может быть обусловлено условиями фотосъемки, обработки фотоматериалов и условиями сканирования. Кроме того, на снимках могут иметь место локальные искажения плотности изображения, которые проявляются в виде точек и др. Так могут изображаться объекты, которых нет в действительности: например, солнечные блики, тень облаков и т. д. Часто при предварительной обработке изображения сталкиваются с информационным шумом. В роли подобного шума выступают объекты, которые присутствуют как на снимке, так и в действительности. Но их наличие не существенно для поставленной задачи, а лишь затрудняет дешифрирование. Например, при составлении карты растительности несущественную роль играют линии электропередач, мелиоративная сеть и др.

Наиболее распространенными видами предварительного преобразования информации являются:

1. Преобразование контрастности основано на регулировании соотношения между яркостью пикселей цифрового снимка в файле и на экране компьютера, которое задается специальной функцией- кривой воспроизведения яркости. По горизонтальной оси кривой откладывают значения яркости в файле y , а по вертикали – значение яркости на экране. программы обработки снимков позволяют вручную задавать произвольную форму кривой. При этом исключают значения яркостей, не входящие в реальный диапазон яркостей снимка. Кроме того, чтобы наиболее важные для дешифрирования объекты отобразились с хорошей проработкой, диапазон яркостей этих объектов необходимо отобразить более широким диапазоном яркостей на экране.

Для цветного изображения, функция передачи яркости задается для каждой спектральной зоны.

При наличии на изображении больших по площади однотонных объектов (заснеженные участки, пустыня) применяют алгоритм адаптивного преобразования. Алгоритм адаптивного преобразования предусматривает анализ малой окрестности каждого пиксела в пределах которого меняется контраст. Этот метод эффективен также для устранения шумов сглаживанием контрастов.

На данном этапе обработки изображения осуществляется коррекция гистограммы, фильтрация и устранение шума, что позволяет повысить контрастность изображения, устранить мелкие детали. Яркостные преобразования изображения выполняются главным образом с помощью аналоговых устройств и позволяют проводить синтезирование цветных изображений, квантование по уровням оптической плотности, изменение контраста, подчеркивание границ контуров.

2. Квантование – непрерывное полутоновое изображение заменяется дискретным, яркость которого разделена на несколько ступеней. Используют 2 способа квантования:

1. равномерное квантование- диапазон яркостей снимков делится на равные ступени. Используется для дискретизации изображения объектов с плавно изменяющимися характеристиками

2. неравномерное квантование - для выделения определенных видов объектов, которым соответствуют ступени яркости различной величины. Простейший случай –бинарное квантование на два уровня яркости (белый и черный).

3. Фильтрация – преобразование в процессе которого для решения определенной задачи информация отсеивается, а необходимая приводится к виду упрощающему ее использование. Этот вид преобразования применяют для подчеркивания контуров, выделения линейных объектов определенной ориентации, для ликвидации различного рода точек (атмосферная дымка). Наибольшее распространения получили 2 способа фильтрации:

1.Изменения яркости в скользящем окне;

2. Преобразование Фурье.

4. Синтезирование цветных изображений осуществляется аддитивным способом, путем смешивания светов зеленого, синего и красного элементов люминофоров. Для обозначения этого способа применяют аббревиатуру RGB (Red, Green, Blue).

Обычно сущность объектов по снимкам с натуральной цветопередачей, а разделение объектов и выделение контуров по снимкам с «ложной» цветопередачей.

Например, широко применяют синтез с окрашиванием изображения, полученного в зеленой зоне спектра- синим цветом, в красной – зеленым, а в ближней инфракрасной – красным. В этом случае растительность изображается красным цветом, водные поверхности, синим, открытые почвы - серо-голубым.

Иногда применяют обратный прием, расщепление сканированных цветных изображений на компоненты RGB. При этом для каждого снимка получают 3 изображения.

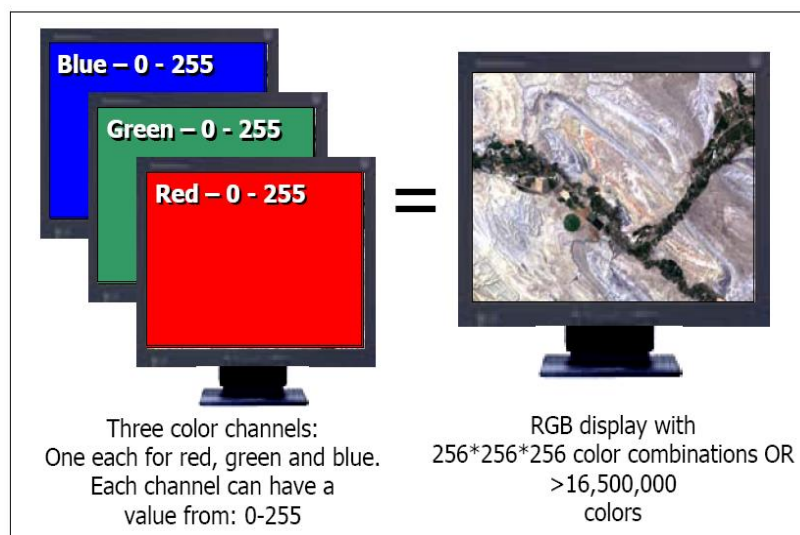


Рис. 12.5. Пример Синтезирование цветных изображений

5. Синергизм снимков - это слияние различных изображений приведенной к единой системе координат.

Например, сканерных снимков в видимом диапазоне и радиолокационных снимков. Наиболее часто применяют синергизм панхроматического изображения высокого разрешения с цветным синтезированным (многозональным) более низкого. При этом создается новый снимок с высоким разрешением и цветным синтезированным изображением.

Наиболее сложным этапом компьютерной обработки изображения является автоматизированное дешифрирование, т. е. выделение границ объектов или сегментация. Дешифровщику при работе со снимками постоянно приходится, основываясь на дешифровочных признаках, опознавать и выделять однородные объекты. При компьютерном дешифрировании космических снимков одним из распространенных является подход на основе спектральных признаков. Он базируется на том, что яркость хроматических объектов (имеющих определенную окраску) в разных спектральных зонах не одинакова и характеризуется коэффициентом спектральной яркости. Таким образом, каждый элемент раstra — пиксел соответствует яркости объекта для определенной области электромагнитного спектра. Каждый пиксел раstra записывается как числовой элемент матрицы в файле данных. На этапе сегментации основная задача заключается в дифференциации изображения на области (сегменты) по определенному критерию. В качестве критерия могут служить текстура и тон изображения. После того как изображение будет разбито на однородные области (контуры), приступают к их классификации. В настоящее время разработаны десятки алгоритмов машинного дешифрирования, подразделяемые на алгоритмы с обучением и без обучения, которые осуществляют, соответственно, контролируруемую и неконтролируемую классификации. Среди алгоритмов классификации с обучением наиболее распространены алгоритмы, учитывающие вероятность присутствия на снимке объектов,

относящихся к определенному классу. Для разработки таких алгоритмов используются опытные данные о взаимосвязи спектральной яркости объектов с их свойствами. Например, при дешифрировании почв их спектральная яркость четко коррелирует с гранулометрическим составом почв и содержанием в них гумуса и влаги. Используются и алгоритмы классификации без обучения — кластеризации, позволяющие формально расчленив изображение на отдельные классы, не используя обучающих данных. В этом случае элементы изображения объединяются в группы (кластеры) по формальным признакам без учета их содержательного значения. Выделенные автоматически кластеры в результате группировки пикселей дешифровщик соотносит с определенными объектами.

Численное значение одномерного признака (в одной зоне спектра) для объекта известного класса A можно определить вектором V_{A1} . Для того же объекта в другой зоне спектра получим вектор V_{A2} . Суммарный вектор V_A выражает количественно спектральный двумерный признак для объекта класса A .

Так поверхность большинства объектов не является однородной, то для других объектов тоже класса получим несколько другое значение. Концы векторов образуют двумерное пространство рассеяния значений спектрального признака всех объектов класса A . Аналогично для объектов других классов B и C , получаем пространство рассеяния признаков.

Вопрос 13.4 Методы классификации изображений. Алгоритмы классификации изображений

Автоматизированное дешифрирование (классификация) - наиболее сложный этап компьютерной обработки цифровых снимков. При автоматизированном дешифрировании снимков одним из распространенных является подход на основе спектральных признаков. Он базируется на том, что яркость хроматических объектов (имеющих определенную окраску) в разных спектральных зонах не одинакова и характеризуется коэффициентом спектральной яркости.

Классификация - это компьютерное дешифрирование снимков или процесс автоматизированного подразделения всех пикселей снимка на группы (классы), которые соответствуют разным объектам.

Существуют разные виды классификаций:

- 1) Классификация с обучением;
- 2) Классификация без обучения.

Классификация с обучением - это процесс, при котором происходит сравнение значения яркости каждого пикселя с эталонами, в результате, каждый пиксел относится к наиболее подходящему классу объектов.

Классификацию с обучением можно применять, если:

- заранее известно, какие объекты есть на снимке;
- на снимке имеется небольшое количество (до 30) классов;

- эти классы четко различаются на снимке.
- процесс классификации с обучением включает в себя несколько этапов.

Этапы классификации с обучением:

- определение задач обработки снимка и выбор способа классификации;
- выбор эталонных участков;
- проведение классификации и оценка качества результатов.

Алгоритмы классификации изображений

Непараметрический алгоритм (правило параллелепипедов).

Параметрические алгоритмы (минимального спектрального расстояния, расстояния Махаланобиса, правило максимального правдоподобия, метод спектрального угла, двоичное кодирование и др.).

Классификации без обучения это процесс, при котором распределение пикселей изображения происходит автоматически, на основе анализа статистического распределения яркости пикселей.

Следует отметить, что перед началом классификации неизвестно сколько, и каких объектов есть на снимке, а после проведения классификации необходимо дешифрирование полученных классов, чтобы определить, каким объектам они соответствуют.

Классификацию без обучения применяют в случае если:

- а) заранее неизвестно какие объекты есть на снимке;
- б) на снимке большое количество объектов (более 30) со сложными границами;
- в) также можно применять, как предварительный этап перед классификацией с обучением.

Наиболее распространенные методы классификации без обучения (ISODATA; K-Средних).

Вопрос 13.0 Использование программного комплекса «ENVI» для обработки данных дистанционного зондирования

Программный комплекс ENVI – это профессиональное решение для визуализации, исследования, анализа и представления всех видов данных дистанционного зондирования, который выполняет отображение 2D и 3D изображений, привязку и ортотрансформирование, классификацию, создание мозаик. Есть возможность получение необходимой информации со снимка, модификации пользовательского интерфейса, а также ряд дополнительных возможностей.

В ПК ENVI присутствуют инструменты автоматической регистрации:

- Автоматическое определение точек привязки (tiepoints) между изображениями, составляющими стереопару.
- Автоматическая привязка изображений, полученных с разных сенсоров в разное время с помощью функции layerstacking.

- функции (changedetection), ускоряющие регистрацию мультиспектральных изображений.

При выполнении ортотрансформирования применяются:

- RPC поставляются вместе со снимком (QuickBird, Ikonos) или рассчитываются (SPOT, ASTER)

- использование ЦМР

- использование наземных точек привязки (GCP)

- Использование коэффициентов RPC дает возможно ортотрансформирование изображений в псевдо проекциях для любых сенсоров

Создание композиции карты включает:

- Элементы карт:
- Автоматически генерируемые координатные сетки
- Заголовок
- Картографические рамки, символы и т.д.
- Аннотации
- Автоматически генерируемые легенды
- Стрелки направления на север
- Масштабные линейки
- Наложение векторных покрытий

При создании мозаик изображений

- Трансформирование изображений (приведение к единой проекции);
- Автоматическое выравнивание контрастности изображений;
- Определение положения линии сшивки внутри области перекрытия изображений;
- Задание границ результирующего изображения;
- Создание виртуальной мозаики.