

ДЕШИФРИРОВАНИЕ СНИМКОВ

Введение

Космический снимок содержит подробную информацию о состоянии объектов земной поверхности в момент съемки. Для дешифрирования снимков используют специальные методы и дополнительные данные, полученные из различных источников — карт, отчетов о полевых исследованиях и ранее полученных результатов анализа снимков той же территории. Дешифрирование основывается на определенных физических характеристиках объектов и явлений, а его результаты зависят от опыта оператора, типа распознаваемого объекта и качества снимка.

Процедура дешифрирования

Дешифрирование определяют как процесс изучения снимков с целью идентификации объектов и оценки их значимости. Дешифрирование является сложной задачей, для решения которой необходимо выполнить ряд работ по классификации и подсчету количества объектов, измерению их параметров и определению границ [11].

Первым этапом дешифрирования является классификация объектов, в ходе которой оператор относит различные объекты на снимке к определенным классам или кластерам. Процедура классификации также состоит из нескольких этапов, первым из которых является выделение пространственных объектов. Затем на этапе распознавания устанавливается тождество между отдельными объектами и соответствующими классами. Для выполнения этого шага необходимы дополнительные знания об изучаемой территории. Наконец, на заключительном этапе, который называется идентификацией, каждый объект на снимке приписывается с некоторой степенью вероятности к одному из определенных классов.

Следующий этап дешифрирования — подсчет количества объектов на снимке — во многом зависит от того, насколько точно была проведена их классификация.

Третий этап состоит в определении геометрических характеристик объекта: длины, площади, объема и высоты. К этому этапу относится и денситометрия — измерение яркостных характеристик объекта.

Последний этап заключается в определении контуров однородных по своим свойствам объектов или пространственных областей, которые при этом закрашиваются определенным цветом или штриховкой. Эту задачу проще выполнять при наличии у объектов четких границ и гораздо слож-

нее там, где свойства объектов изменяются плавно, например, на границе водоема и песчаных почв.

Для успешного дешифрирования очень важно понимать, от каких параметров зависит представление объекта на снимке. Эти параметры подробно обсуждаются в следующем разделе.

Дешифровочные признаки

Для систематической идентификации, распознавания и определения границ объектов используют определенные характеристики изображений, которые называются дешифровочными признаками. Примеры таких признаков приводятся ниже.

Размер объекта зависит от масштаба. Как правило, при дешифрировании анализируются относительные размеры объектов на одном и том же снимке. Например, размер частного дома должен быть меньше размера крупного торгового центра.

Форма объекта или его контуров является очень четким критерием дешифрирования. Как правило, объекты, созданные человеком (например, дороги, каналы, здания), имеют четкие границы и правильную форму, а форма природных объектов — лесных массивов, водоемов и пр. — является очень нерегулярной.

Тон объекта характеризует его относительную яркость или цвет. Это один из наиболее важных качественных критериев дешифрирования. Обычно тон объекта определяется как темный, средний или яркий.

Структура изображения определяется взаимным расположением объектов на снимке. Как правило, отчетливая и хорошо распознаваемая структура возникает в местах периодически повторяемых тонов и текстур. Так, например, разную структуру образуют упорядоченные дома в городе и деревья в саду.

Текстура, или частота изменений тона в определенной области снимка, является качественным параметром и обычно характеризуется как резкая или плавная. Например, сухие песчаники обладают плавной текстурой без выраженных вариаций тона. Наоборот, текстура смешанного леса является очень резкой из-за частых пространственных изменений тона, которые связаны с различием в форме и размерах верхушек деревьев разных пород и вариациями плотности лесного покрова.

Тень является одним из наиболее важных критериев дешифрирования, поскольку она дает представление об относительной высоте и профиле объекта. В горных районах тень хорошо подчеркивает топографические особенности рельефа и является полезным критерием при дешифрировании геологических структур.

Взаимосвязи — еще один важный критерий дешифрирования, определяющий закономерности взаимного расположения близлежащих объектов. Например, небольшие участки земли белого цвета, расположенные нерегулярно вдоль реки, свидетельствуют о наличии у нее сухого песчаного берега. Сетка линий и регулярно расположенные прямоугольные объекты между ними указывают на территорию городского типа.

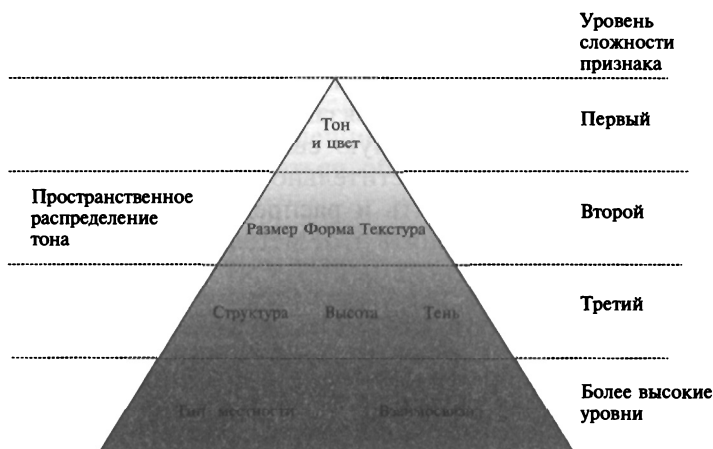


Рис. 5.1. Порядок использования дешифровочных признаков [49]

Тип местности является описательной характеристикой территории, в том числе ее топографии, почвенного или растительного покрова и т. д.

Порядок использования дешифровочных признаков в зависимости от их уровня сложности показан на рис. 5.1

Методы дешифрирования

Дешифрирование — это специальная процедура, позволяющая связать географические структуры на земной поверхности с их изображением на снимке. Согласно Кэмбелу [10], можно выделить пять различных методов дешифрирования.

Полевые исследования

Часто снимок оказывается слишком сложным для анализа, и специалист по дешифрированию, несмотря на свои знания и опыт, не в состоянии установить взаимосвязь между объектами на земной поверхности и снимком. В этом случае для точной идентификации объектов необходимо провести полевые исследования, которые, в действительности, являются важной составной частью любой задачи дешифрирования.

Дешифрирование по прямым признакам

Этот метод дешифрирования сводится к применению знаний, опыта и аналитических способностей специалиста к распознаванию различных структур на снимке и определению их принадлежности к тому или иному классу объектов. По существу, этот процесс заключается в качественном и субъективном анализе снимка на основе различных дешифровочных признаков. Поскольку этот метод дешифрирования зависит от человеческой интуиции, анализ снимка должен проводиться методично и очень тщательно.

Дешифрирование по косвенным признакам

В этом случае дешифрирование снимка выполняется на основе информации о наличии или отсутствии связанных с объектом косвенных признаков. Так, границы почв напрямую связаны с такими факторами почвообразования, как рельеф и растительность. Поэтому дешифрирование последних позволяет восстановить и распределение почвенного покрова. Для того чтобы успешно применять этот метод, необходимы глубокие знания взаимосвязей между используемыми косвенными признаками и самим объектом.

Дешифрирование, основанное на вероятностях

Свойства многих объектов и явлений тесно связаны с определенными характеристиками природной среды. В качестве примера можно привести сезонность вызревания зерновых культур. Эту дополнительную информацию очень часто удается сформулировать в виде вероятностного утверждения и использовать его для дешифрирования.

Дешифрирование с помощью измерений

Этот метод дешифрирования является наиболее строгим и точным, поскольку он основан на использовании количественных взаимосвязей между самим снимком и объектами на нем. В отличие от других способов дешифрирования в данном методе большая часть информации извлекается непосредственно из снимка. Примером этого способа может служить фотограмметрический анализ стереопар. Сначала проводится съемка исследуемой области с двух различных точек траектории полета летательного аппарата, после чего измеряется видимое на стереопаре смещение объекта. Поскольку геометрические параметры съемки известны, по этим измерениям можно восстановить топографическую модель рельефа. Таким образом, для получения точных данных о рельефе в данном методе используются только сами снимки и информация о геометрических параметрах съемки.

В зависимости от цели исследования можно использовать различные комбинации перечисленных методов. Например, при дешифрировании почв сначала может оказаться необходимым выделить с помощью прямых признаков различные типы растительного покрова, а затем использовать эти результаты в качестве косвенных признаков для определения границ различных видов почв.

Выделение зональностей

Еще одним методом дешифрирования сложных структур является выделение на снимке зональностей — участков однородного тона и текстуры изображения. При использовании этого метода оператор обращает внимание на общую структуру изображения, не стараясь распознать отдельные ландшафтные единицы.

Сначала на снимке выделяют области, однородные по тону, текстуре и другим признакам, затем эти зоны стараются отнести к одному из возможных классов объектов. Очевидно, что на этом шаге необходимо использовать данные полевых исследований и другую вспомогательную информацию. Если результаты дешифрирования оказываются неудовлетворительными, можно попытаться объединить или разделить выделенные области.

Выделение зон — мощный инструмент дешифрирования, который, однако, следует применять с осторожностью. Выделенные зоны могут не точно соответствовать изучаемым классам объектов. Например, тон и структура одной области могут определяться геологическим строением и топографией, а схожие характеристики другой области — растительным покровом.

Реестр результатов дешифрирования

Реестр результатов дешифрирования — это способ собрать воедино всю имеющуюся информацию. Такие реестры выполняют двойную функцию, являясь одновременно:

1. Средством обучения молодых специалистов методам дешифрирования сложных снимков или тематического дешифрирования в новой области.
2. Способом документирования информации и примеров дешифрирования, относящихся к определенной тематической области.

По существу, реестр результатов дешифрирования — это набор справочных материалов, с помощью которых можно быстро и точно идентифицировать объекты на снимках. Обычно реестр состоит из двух частей: набора снимков или стереопар с примечаниями и графического или словесного описания. Реестры систематизируются так, чтобы в любой момент можно было легко найти нужный снимок, относящийся, например, к определенной дате, территории или объекту.

Реестр результатов дешифрирования — это еще и способ систематизации сведений о важнейших характеристиках объекта или явления. В то же время, следует подчеркнуть, что для использования реестров необходимы знания в тематической области. Сведения, содержащиеся в реестре, не могут заменить опыта специалиста, это всего лишь способ систематизации информации, который помогает ускорить процесс обучения дешифрированию.

Реестры результатов дешифрирования являются эффективным способом распространения опыта ведущих специалистов. Они помогают развивать практические навыки работы со снимками и позволяют получать четкое представление о самом процессе дешифрирования.

Оборудование, используемое для дешифрирования

Оборудование, которое используется для дешифрирования снимков, является относительно простым и, за исключением отдельных компонентов, недорогостоящим. В лаборатории дешифрирования должно быть достаточ-

но места для хранения снимков и работы с ними. Для дешифрирования требуется следующее оборудование.

Светостол с прозрачной поверхностью и подсветкой снизу для удобного просмотра пленок. Если используются пленки в рулонах, стол должен быть оснащен специальными держателями и валиками, так чтобы пленку можно было свободно проматывать от одного края стола к другому.

Специальные измерительные шкалы, мирры, которые используют при дешифрировании, имеют очень точную градуировку. Точность обычных линеек, которые встречаются в быту, совершенно недостаточна для целей дешифрирования.

Стереоскопы — приборы, предназначенные для стереоскопического просмотра аэрофотоснимков. Наиболее простым из этих устройств является *карманный стереоскоп*. Благодаря своим малым размерам и небольшой стоимости карманный стереоскоп стал одним из самых популярных приборов, применяемых для визуального дешифрирования.

Увеличители — устройства, предназначенные для более подробного изучения снимков. Коэффициенты увеличения при анализе изображений выбирают в зависимости от личных предпочтений и исследовательской задачи.

Денситометр — прибор, принцип действия которого основан на изменении яркости светового луча при его прохождении через пленку. С помощью денситометров измеряют плотность снимков — количественную характеристику тона изображения.

Параллаксометр — устройство, которое используется вместе со стереоскопом. С его помощью можно оценить топографическую высоту объектов, представленных на стереопаре. Параллаксометр снабжен двумя стеклянными пластинами, каждая из которых располагается под одной из линз стереоскопа. На каждой пластине нанесена небольшая черная точка. Одна пластина остается неподвижной, а вторую перемещают параллельно шкале параллаксометра до тех пор, пока две точки не совместятся. Измеренная величина перемещения в этом положении используется для расчета высоты точки рельефа.

Увеличивающий трансфероскоп — прибор, выпускаемый корпорацией «Бауш и Ломб» для визуального совмещения снимков. С его помощью можно точно совмещать карты и снимки разного масштаба. При этом оператор наблюдает оба изображения через бинокулярные линзы и может изменять увеличение и ориентацию одного из снимков. После совмещения снимков оператор может выделить необходимые детали на одном из них и перенести их на промежуточный слой, который затем отпечатывается на другом снимке.

Автоматизированные методы дешифрирования

Основные принципы дешифрирования были сначала разработаны для аэрофотоснимков, а затем адаптированы к задачам дистанционного зондирования с использованием космических снимков. В следующей главе описываются автоматизированные методы анализа цифровых данных, которые стали широко применяться с появлением мощных компьютеров.