

## МЕТОДЫ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Представлена классификация методов тематической обработки материалов дистанционного зондирования Земли, приведена их сравнительная характеристика. Обозначены перспективные направления в области тематической обработки изображений дистанционного зондирования Земли.

Основной целью использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является извлечение из них полезной информации. Очевидно, что дальнейший прогресс в данной области неразрывно будет связан с совершенствованием технологий их обработки.

Известно, что эффективность использования материалов ДЗЗ во многом зависит от принятой методики работы с ними и применяемых методов обработки. Именно на этапе выбора оптимальных методов и алгоритмов работы зачастую возникают существенные трудности, т.к. методы в данной области являются преимущественно проблемно ориентированными.

Ключевая роль на этапе тематической обработки отводится классификации, суть которой заключается в сортировке пикселей изображения в конечное количество классов, основанных на определенных значениях признаков. Процедура классификации основывается чаще всего на статистическом анализе различных характеристик изображения: пространственных, спектральных или временных. Выделяют два основных подхода к классификации: пиксельно-ориентированная и объект-ориентированная классификации (рисунок 1).

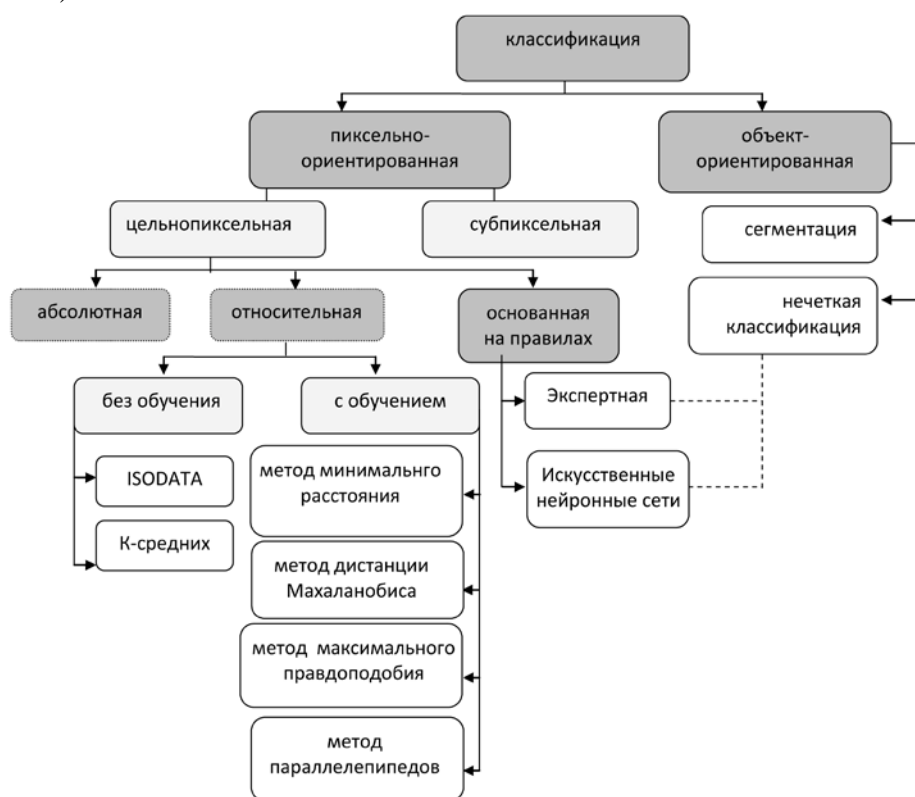


Рисунок 1. Иерархическая структура методов тематической обработки изображений ДЗЗ

Пиксельно-ориентированная классификация изображений ДЗЗ - это группировка, при которой изображение систематизируется исходя из информации о спектральной яркости в каждом отдельном пикселе. Различают абсолютную и относительную виды классификации. Абсолютная классификация иден-

тифицирует класс поверхности Земли предварительным определением и накоплением спектральных характеристик всех классов, которые могут быть использованы в любом специфическом приложении. Ее применение требует эффективного уменьшения влияния атмосферы, высокого спектрального разрешения и большого количества спектральных каналов, что возможно только при работе с гиперспектральными изображениями [1]. Поэтому в настоящее время наиболее часто используемым подходом при тематической обработке остается относительная классификация, основанная на широко используемых мультиспектральных снимках. Согласно тому, введены дополнительные данные до или после классификации, различают два вида относительной классификации: с обучением (контролируемая классификация) и без обучения (неконтролируемая классификация).

Суть неконтролируемой классификации заключается в разделении всех пикселей изображения на группы (кластеры), название, спектральные характеристики и даже само существование которых предварительно неизвестны. Критерием отнесения пикселей к тому или другому кластеру служит схожесть спектральных характеристик. В задачу дешифровщика входит последующее определение соответствия выделенных кластеров классам земной поверхности, которое выполняется с использованием дополнительной информации материалов наземных наблюдений, карт и т.д. Таким образом, классификацию без обучения применяют, когда заранее неизвестно какие объекты есть на снимке, их на изображении большое количество (более 30) и они имеют сложные границы. Наиболее распространенные методы классификации без обучения: ISODATA и K-средних.

Метод классификации без обучения ISODATA (итерационная самоорганизующаяся методика анализа данных) - это процесс, который основан на кластерном анализе. К одному классу относятся пиксели, значения яркости которых наиболее близки в пространстве спектральных признаков. Процесс выделения кластеров продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное (заранее установленное) количество итераций или максимальный процент пикселей, не изменивших свой класс во время последней итерации (этот параметр также задается заранее).

Метод классификации без обучения K-средних отличается от метода ISODATA тем, что требует изначального задания некоторого количества средних значений для формирования начальных классов, следовательно, этот метод используют, когда объекты на снимке достаточно хорошо различаются. Результаты кластеризации зависят от меры измерения расстояний (обычно это евклидово расстояние), количества кластеров и начальных средних значений признаков (центров) кластеров [2, 3].

Контролируемая классификация основана на использовании признаков объектов, принадлежность которых к определенному классу на местности известна (например, признаки объектов на эталонных участках). Данная классификация является более точной по сравнению с неконтролируемой и ее целесообразно проводить, когда заранее известно, какие объекты есть на снимке и что их количество незначительное (не более 30). Среди методов данной классификации можно отметить следующие: параллелепипедов, минимального расстояния, дистанции Махаланобиса и максимального правдоподобия.

Способ параллелепипедов применяют, когда области значения яркости объектов не пересекаются. Поскольку область распределения значений спектральных признаков каждого из классов имеет четкие рамки, на снимке могут оказаться пиксели, не попадающие ни в одну из областей, так называемые неклассифицированные пиксели.

Способ минимального расстояния используют, когда спектральные признаки разных классов похожи, и диапазоны значений их яркости перекрываются. Пиксель относится к тому эталонному классу, евклидово расстояние до центра которого в пространстве признаков минимально. При этом отсутствуют неклассифицированные пиксели.

Способ дистанции Махаланобиса отличается от способа минимального расстояния лишь тем, что в процессе классификации измеряется не евклидово, а расстояние Махаланобиса, что позволяет учесть распределение (дисперсию) значений яркости пикселей в эталонных участках.

Способ максимального правдоподобия рассчитывает вероятность, с которой данный пиксель принадлежит к какому-либо классу. Количество и параметры классов задаются пользователем путем указания обучающих выборок. Каждый пиксель относится к тому классу, к которому он может принадлежать с наибольшей вероятностью. Данный способ имеет высокую точность, учитывает дисперсию значений признаков классов (как в решающем правиле расстояния Махаланобиса) и не оставляет неклассифицированные пиксели (как в методе минимального расстояния).

В отличие от пиксельно-ориентированной при использовании объектно-ориентированной классификации не пытаются классифицировать отдельный пиксель, а сосредотачиваются на объектах изображения. Объекты оцениваются по их спектральным особенностям, форме и структуре [4].

Субпиксельная классификация заключается в оценке состава смешанного пикселя с точки зрения пропорций классов земного покрова. Для снимков с низким разрешением этот метод не работает, так как однородный земной покров (например, как у воды) довольно нетипичен. Оценка точности результатов нечеткой и субпиксельной классификации требует наличия нечетких или справочных данных подпикселя, которые очень трудно получить.

В последние десятилетия методы в области обработки данных ДЗЗ довольно интенсивно развиваются: появляются новые классификаторы, основанные на достижениях в области моделирования искусственного интеллекта и других областях прикладной математики (например, нейронные сети). На передний план выдвигаются также исследования, направленные на автоматизацию деятельности высококвалифицированных специалистов по дешифрированию снимков путём создания экспертных систем, имитирующих работу экспертов.

Таким образом, в настоящее время в области обработки материалов ДЗЗ накоплен немалый опыт распознавания и дешифрирования изображений, однако универсальных методов для полностью автоматизированного дешифрирования снимков пока нет. Во многом выбор метода классификации определяется наличием априорной информации, качеством используемого снимка, решаемой задачей, а также опытом и интуицией дешифровщика.

#### Список литературы

1. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт; пер с англ; – М.: Мир, 1982. – 790 с.
2. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из Космоса. Учебное пособие / В.Б. Кашкин; - М: Логос, 2001. - 264 с.
3. Ольшевский, А. Выбор оптимального метода классификации космоснимков для целей автоматизированного дешифрирования видов земель / А. Ольшевский // Земля Беларуси № 1. -2010 – С. 42 - 48.
4. Blaschke, T. What's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS / T. Blaschke, J. Strobel // GIS-Zeitschrift für Geoinformationssysteme № 6. -2001. - pp. 12 - 17.

In this article the one could find the classification of the methods of thematic materials processing from Earth remote scanning, their comparative classification. Also here are emphasized prospective trends in the thematic images processing from the Earth remote scanning.

*Топаз А.А.*, доцент кафедры геодезии и картографии Белорусского государственного университета, к.г.н., Минск, Беларусь, e-mail: topaz\_antonina@mail.ru

*Кочуб Е.В.*, преподаватель кафедры геодезии и картографии Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, e-mail: ko4ubok@tut.by