

УДК 504.06

ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ ДЗЗ

*И.Г. Красовская;
В.А. Слободян, канд. техн. наук.
(Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»)*

В статье представлен анализ характеристик данных ДЗЗ при исследовании загрязнений морских акваторий. Рассмотрены основные дешифровочные признаки загрязнений. В результате проведенных исследований было выделено три основных признака: яркость, форма и текстура пятен. Для дальнейшего анализа предложено использовать комплексные многомерные признаки загрязнений морских акваторий.

У статті представлений аналіз характеристик даних ДЗЗ при дослідженні забруднень морських акваторій. Розглянуті основні дешифрувальні ознаки забруднень. У результаті проведених досліджень було виділено три основні ознаки: яскравість, форма та текстура плям. Для подальшого аналізу запропоновано використовувати комплексні багатомірні ознаки забруднень морських акваторій.

The paper presents an analysis of the remote sensing data characteristics in the pollution study of sea areas. The main interpretive signs of contamination. As a result, studies have highlighted three key attributes: brightness, shape and texture of the spots. For further analysis suggested that the use of complex multi-dimensional features of sea areas pollution.

Черное и Азовское моря являются важными объектами в экологической системе Украины. Однако постоянное повышение антропогенной нагрузки на эти объекты приводят к ухудшению состояния морей, что снижает эффективность процесса жизнедеятельности морских организмов. Вследствие таких изменений подрывается биоресурсный потенциал моря и приморских водных объектов. Также неудовлетворительная экологическая ситуация заметно сдерживает дальнейшее развитие массового отдыха и туризма. Таким образом, проблема комплексного управления морскими акваториями в Украине является на данное время чрезвычайно актуальной задачей.

Для повышения эффективности системы мониторинга необходимо исполь-

© И.Г. Красовская, В.А. Слободян, 2012

зовать аэрокосмическую информацию оптического и ИК диапазонов [1, 2]. Детальность материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) зависит от решаемых задач: для анализа общего состояния моря достаточно использовать снимки низкого и среднего пространственного разрешения (рис.1), а для подробного анализа конкретного участка морской акватории с учетом неравномерного распределения взвесей необходимо использовать снимки среднего и высокого пространственного разрешения [3]. Так, например, на космическом снимке оптического диапазона видны яркостные отличия чистой воды и воды, загрязненной речным стоком (рис.2).



Рис. 1. Цветение фитопланктона на Черном море



Рис.2. Загрязнение Черного моря речным стоком

Несмотря на то, что за много лет эксплуатации искусственных спутников Земли накоплен значительный опыт применения космической информации ДЗЗ при решении природоохранных задач, работы по усовершенствованию методов дешифровки космических снимков (КС) продолжаются и в данное время. Исследуются разные информативные признаки, разрабатываются новые методы дешифрирования КС, формируются модели потенциальных кризисных ситуаций и т.д. [4, 5].

Одной из основных задач в области мониторинга водных ресурсов Украины является создание эффективной компьютеризированной системы, которая позволяла бы собирать, сохранять, обрабатывать и анализировать информацию о

состоянии воды с целью прогнозирования изменений и разработки научно-обоснованных рекомендаций для принятия решений в области использования, охраны и воспроизведения водных ресурсов.

На данный момент разработано множество методик анализа космических снимков. Однако требуется более детальное рассмотрение алгоритмов обработки с целью повышения эффективности существующих систем мониторинга.

Тематический анализ ряда космических снимков морских акваторий, проведенный согласно методикам, изложенным в [6], позволил установить возможность использования материалов космических съемок для исследования следующих процессов антропогенного воздействия:

- загрязнение вод сбросами промышленных стоков;
- вынос загрязненных речных вод в моря;
- поверхностный сток с сельхозугодий и застроенной территории;
- переформирование берегов морских водоемов;
- взмучивание донных отложений.

Кроме этого, в процессе космического мониторинга необходимо определять не только источники загрязнений, но и последствия, к которым они приводят. Также важным процессом морских акваторий является развитие фитопланктона.

При отсутствии достоверной информации о природе аномального явления на поверхности морских акваторий единственный способ определить тип загрязнения – использовать естественные и искусственные дешифровочные признаки. Естественные дешифровочные признаки – это признаки, которые устанавливаются в результате визуального анализа изображений [1]. Изучение естественных дешифровочных признаков замутненных вод важно также для правильного выбора искусственных дешифровочных признаков, т.е. признаков, получаемых в результате специальной обработки изображений или проведения специальных измерений.

Дешифровочные признаки разделяются на яркостные и структурные [1]. При визуальной дешифровке фотографических материалов к яркостным признакам относятся эквивалент яркости изображения (для материалов панхроматической съемки), эквиваленты зональных яркостей (для материалов многозональной съемки). Эти признаки применяют для идентификации объектов, которые значительно различаются по коэффициентам яркости, или для оценок параметров состояния зондируемой поверхности. К структурным признакам относятся форма пятна, его текстура. Текстура - один из наиболее важных элементов процесса интерпретации объектов и их особенностей. Она относится к расположению и частоте тонального изменения в отдельных областях изображения. Неровные текстуры представляются обычно пятнистым тоном, где уровни серого цвета изменяются резко на малой площади; гладкие текстуры имеют незначительные тональные изменения.

При решении задач космического мониторинга оказывается недостаточным применение только естественных дешифровочных признаков, к которым принадлежат спектрально-яркостные характеристики, форма выделенного пятна, его текстура и динамика изменения контуров пятна во времени. Для создания эффективной компьютеризированной системы космического мониторинга необходимо все эти признаки формализовать. Кроме этого, наиболее оптимальным является использование комплексных искусственных признаков, которые наиболее полно характеризуют загрязнения на поверхности моря. Например, для вышеперечисленных загрязнений морских акваторий информативными являются яркостные признаки, форма и текстура интересующего участка [1, 7]. На данный момент все эти признаки используются раздельно, они никак не связаны друг с другом. При этом ошибка идентификации загрязнения допустима при использовании каждого из признаков. Использование комплексных признаков выделенных участков даст возможность минимизировать вероятность ошибочного определения класса загрязнения за счет повышения размерности признакового пространства.

Исследования яркостных характеристик различных участков морских акваторий показали возможность выделения аномальных пятен на поверхности моря по этим признакам. Однако при использовании многоспектральных снимков необходимо определить информативный спектральный диапазон для каждого класса загрязнения, т.к. яркостные характеристики снимков в разных спектральных диапазонах отличаются. Например, на снимке со спутника TERRA (ASTER) в ближнем ИК диапазоне по яркостным характеристикам выделяется участок, характеризующий взмучивание донных отложений (рис.3,а). А на снимке в видимом диапазоне по яркости выделяется участок, характеризующий абразию берега (рис.3, б). Таким образом, определение информативного спектрального диапазона является первым этапом анализа космических снимков.



а)

б)

Рис.3. Данные со спутника TERRA (ASTER)

В зависимости от решаемых задач могут использоваться следующие спектральные диапазоны:

- съемка в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра;
- тепловая съемка в ИК диапазоне (информативна при исследовании температурных вариаций водной поверхности);
- съемка в микроволновом диапазоне (используется, например, для анализа солености воды);
- активная радиолокация в микроволновом диапазоне (дает информацию о состоянии поверхности океана, волнении, приповерхностных ветрах и т.п.).

Следующим одним из наиболее информативных признаков аномальных участков является форма выделенного пятна [8, 9]. Анализ доступных литературных источников показал, что данный структурный признак изучен недостаточно; в то же время известны результаты попытки его использования для классификации нефтяных загрязнений, а также кораблей различного водоизмещения [10].

Важной характеристикой загрязнения морских акваторий является текстура аномального участка, выделенного на космическом снимке. Например, на синтезированном снимке со спутника LANDSAT (рис.4) наблюдаются три типа



Рис.4. Данные со спутника LANDSAT: 1 – круговая текстура пятна; 2 – линейная текстура пятна; 3 – волнистая текстура пятна

загрязнений: речной сток, характеризующийся круговой текстурой пятна; береговой сток, характеризующийся прямолинейной текстурой пятна и взмучивание донных отложений, характеризующееся волнистой текстурой участка. Данный признак может изменяться под влиянием внешних воздействий (скорость течения, скорость ветра, температура и др.), однако основные текстурные линии остаются малоизменяемыми.

При анализе данных ДЗЗ каждый из рассмотренных признаков является характеристикой выделенного участка загрязнения. Следующим этапом развития алгоритмов обработки космических снимков является разработка и исследование комплексных признаков загрязнений, учитывающих связь отдельных признаков между собой. Их использование позволит увеличить вероятность правильного определения класса загрязнений, что повысит эффективность системы космического мониторинга морских акваторий.

* * *

1. Красовский Г.Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г.Я. Красовский, В.А. Петросов. – Харьков: гос. аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского (ХАИ), 1999 – 205с.
2. Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем / Г.Я. Красовський, О.С. Волошкіна, І.Г. Пономаренко, В.О. Слободян // Екологія і ресурси. – Київ, УІНСіР, 2005. – Вип. 11. – С. 19–42.
3. Бондур В.Г. Комплексный космический мониторинг прибрежных акваторий / Бондур В.Г. – М.: Научный центр проблем аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС», 2005 – 12с.
4. Попов А.В. О распознавании объектов дистанционного зондирования при неполных априорных данных / А.В. Попов, П.Е. Ельцов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків, ХАІ, 2004. – № 2. – С. 22–28.
5. Бутенко О. С. Удосконалення методів обробки зображень з використанням сучасних технологій / О. С. Бутенко, І. Г. Красовська // Екологія й ресурси: зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. - Вип. 18. - К., 2008, - С. 101 - 111.
6. Брук В.В. Исследование загрязнения водных объектов взвешенными веществами по материалам космических съемок: дис. ... кандидата техн. наук / Владимир Викторович Брук. – Харьков, 1991.– 170 с.
7. Слободян В.А. Автоматизация процесса распознавания видов загрязнений для космического мониторинга морских акваторий / В.А. Слободян // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: Сб. науч. трудов. – Харьков: Нац. аэрокосм. Ун-т «ХАИ», 2006. – Вып. 33. – С. 127–131.
8. Красовская И. Г. Метод распознавания патологических форм эритроцитов по их векторному изображению / И. Г. Красовская // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. - №4. – С. 106 – 108.

9. Слободян В.А. Формализация структурных признаков загрязнений морских акваторий на примере тестовых фигур / В.А. Слободян // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – Харків, ХАІ, 2007. – № 4 (23). – С. 85–88.
10. Кравцов С.Л. Распознавание классов объектов по их контурному представлению / С.Л. Кравцов // Цифровая обработка изображений. – Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2001. – Вып. 5. – С. 170 – 177.

Отримано: 27.10.2011 р.