

В.А. МАТЬЯШ

АНАЛИЗ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ АКВАТОРИЙ НА ОСНОВЕ НАЗЕМНЫХ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Матьяш В.А. Анализ нефтяных загрязнений водных акваторий на основе наземных и аэрокосмических данных.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы комплексного использования аэрокосмических и наземных данных для анализа нефтяных загрязнений водных акваторий. Показаны этапы обработки данных и проанализированы особенности этих этапов при решении данной задачи с использованием аэрокосмических и наземных данных.

Ключевые слова: аэрокосмические данные, наземные данные, комплексное использование, нефтяные загрязнения водных акваторий.

Matyash V.A. The analysis of water areas oil pollution on the basis of land and space data.

Abstract. In article questions of complex use of space and land data for the oil pollution of water areas analysis are considered. Stages of data processing are shown and features of these stages are analyzed at the solution of this task with use of space and land data.

Keywords: Space data, land data, complex use, oil pollution of water areas.

1. Введение. Внимание к анализу нефтяных загрязнений водных акваторий возрастает по мере увеличения масштабов шельфовой добычи и морской транспортировки углеводородного сырья, в связи с необходимостью оперативного реагирования на аварийные разливы нефти и значительным воздействием, которое оказывают нефтяные загрязнения на окружающую среду.

Технологии с применением аэрокосмических данных для мониторинга нефтяных загрязнений морских акваторий сегодня достигли уровня промышленной эксплуатации и широко применяются во многих странах. Спутниковая информация дополняет данные других традиционных средств наблюдения (авиационных и наземных), обеспечивая контроль обширных акваторий в обзорном и детальном режимах съёмки.

2. Общие подходы к анализу нефтяных загрязнений водных акваторий. Существующие программы и системы аэрокосмического мониторинга принято делить на несколько категорий [1]:

1) национальные системы оперативного контроля нефтяных загрязнений прибрежных акваторий и территориальных вод (созданы в Канаде, Норвегии, США, Дании, Италии и др.);

2) региональные системы оперативного контроля нефтяных загрязнений в рамках международных соглашений между странами

морских бассейнов (например, сервис CleanSeaNet стран ЕС, Хельсинская конвенция по Балтийскому морю, Бухарестская конвенция по Чёрному морю и др.);

3) региональные научные, пилотные и демонстрационные проекты и программы космического мониторинга загрязнений отдельных акваторий (программы ИТЦ «СКАНЭКС» и НИЦ «Планета» по мониторингу морей России, научные международные проекты и др.);

4) проекты мониторинга шельфовых зон, которые выполняются по заказам компаний, связанных с добычей и транспортировкой нефтепродуктов на морском шельфе (проекты по заказу компаний «Роснефть», «Лукойл», «Газпром» и др.).

Наиболее эффективным подходом к проблеме анализа нефтяных загрязнений акваторий с использованием аэрокосмических и наземных данных является использование геоинформационных систем (см. рис. 1). В этих системах собираются не только аэрокосмические данные, но и информация об антропогенной деятельности, являющейся потенциальным источником загрязнений, а также информация о природных явлениях и процессах, которые влияют на загрязнения. В том числе должна использоваться информация об естественных (природных) нефтепроявлениях.

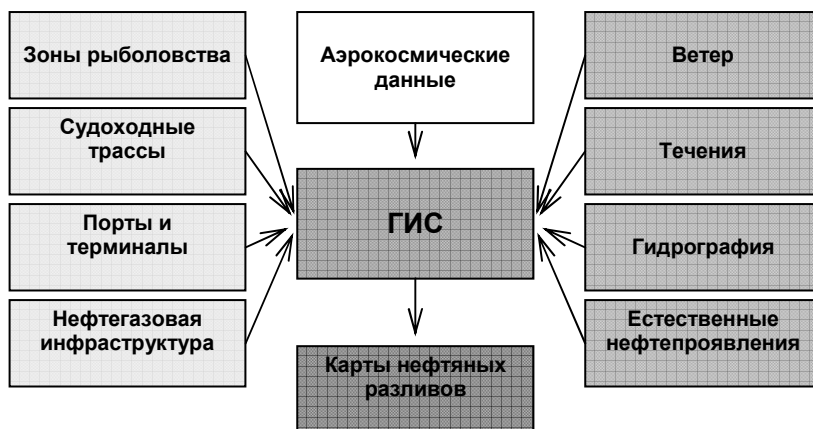


Рис. 1. Использование геоинформационных систем при анализе нефтяных загрязнений акваторий с использованием аэрокосмических и наземных данных.

В качестве аэрокосмических данных могут использоваться данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в оптическом диапазоне электромагнитного спектра и радиодиапазоне [2].

При использовании данных зондирования в оптическом диапазоне необходимо выполнение следующих требований:

1) благоприятные погодные условия: отсутствие облачности, желательно освещение акватории Солнцем под определенным углом (наличие солнечного блика);

2) осуществление многоспектральной съемки, т. е. обязательно зондирование на участках электромагнитного спектра, соответствующих естественным видимым цветам и в инфракрасном диапазоне.

Пример использования данных ДЗЗ в оптическом диапазоне для мониторинга нефтяного разлива в Мексиканском заливе приведен на рис. 2.

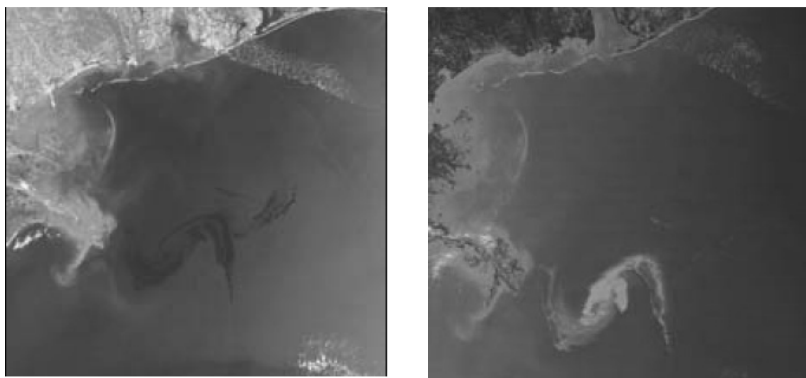


Рис. 2. Спектрорадиометры: MERIS на ИСЗ Envisat от 29.04.2010 16:04 UTC (слева) и MODIS на ИСЗ Terra от 29.04.2010 16:50 UTC (справа, в зоне солнечного блика); разрешение 250 м. © ESA. NASA/GSFC.

При этом разработана методика определения толщины нефтяной пленки от цвета пленки в видимом участке спектра (см. таблицу). Данная методика, как видно, позволяет получить довольно приблизительную оценку толщины пленки, а зная площадь пятна по данным ДЗЗ, можно рассчитать приблизительный объем нефти в пятне [3].

Таблица 1. Методика определения толщины нефтяной пленки по цвету пленки

Цвет плёнки	Толщина плёнки, 10^{-3} мм	Объём, л/км ²
серебристо-серый	от 0.04 до 0.30	40-300
радужный	от 0.30 до 5.0	300-5000
голубоватый	от 5.0 до 50	5000-50 000
коричневатый	от 50 до 200	50 000-200 000
от коричневого до чёрного	> 200	> 200 000

Особенностями использования радиолокационных данных ДЗЗ являются:

1) всепогодность, но необходимость наличия благоприятной ветровой обстановки — скорость ветра 2...3 – 5...7 м/с;

2) наличие помех в виде ветровых затенений, скоплений поверхностно-активных веществ (ПАВ) или водорослей.

Примеры применения радиолокационных данных ДЗЗ для мониторинга нефтяных загрязнений (Мексиканский залив, 2010 г.) приведены на рис. 3.



Разлив на радиолокационном изображении спутника COSMO-SkyMed-1 от 11.05.2010, 23:57 UTC (© Agenzia Spaziale Italiana, e-GEOS, CSTARS)



Разлив на радиолокационном изображении спутника Radarsat-1 от 22.05.2010, 23:49 UTC, режим ScanSAR Narrow (© CSA/MDA, CSTARS)



Акватория Мексиканского залива через 10 дней после заделки аварийной скважины на радиолокационном изображении спутника COSMO-SkyMed-1 от 26.07.2010, 00:03 UTC (© Agenzia Spaziale Italiana, e-GEOS, CSTARS)

Рис. 3. Примеры применения радиолокационных данных ДЗЗ.

3. Технология анализа нефтяных загрязнений акваторий.

Традиционная технология анализа нефтяных загрязнений акваторий при комплексном использовании аэрокосмических и наземных данных включает в себя следующие этапы [4, 5, 6 и др.]:

- 1) определение территории;
- 2) получение данных на территорию;
- 3) предварительная обработка данных;
- 4) тематическая обработка данных и формирование карты нефтяных разливов;
- 5) доведение результатов заказчику.

Определение территории заключается в формировании векторной карты, содержащей границы этой территории. Для акваторий — это береговая линия и/или границы зоны интереса. Масштаб карты с границами должен быть не хуже, чем масштаб карт, который может быть получен на основе используемых данных ДЗЗ.

Получение данных заключается в определении вида данных, их характеристик и, собственно, само получение.

Получение наземных данных связано со следующими действиями:

- получением различного вида документации (карты и схемы береговой инфраструктуры, судоходных трасс и т. п.);
- организацией доступа к данным оперативного наземного мониторинга (например, наземные метеорологические измерения);
- организацией наземных измерений (например, забор проб воды).

Как правило, последнее — наиболее затратный способ получения наземных данных.

При выборе вида данных ДЗЗ необходимо учитывать климатические условия рассматриваемой территории. Например, малое количество ясных дней ставит под сомнение получение оптических данных ДЗЗ в приемлемые сроки. Также необходимо учитывать требуемую периодичность мониторинга и оперативность получения данных. На основании этих требований выбираются спутники, обеспечивающие выполнение этих требований и несущие необходимую аппаратуру. Часто, для выполнений этих требований, требуются данные с нескольких спутников, которые только в совокупности обеспечивают, например, необходимую периодичность зондирования. Пространственное разрешение данных ДЗЗ определяется масштабом нефтяных загрязнений, которые предполагается обнаруживать. С одной стороны, чем лучше пространственное разрешение, тем выше цена данных ДЗЗ. С другой стороны, минимальные размеры нефтяных пятен, которые необходимо

обнаруживать, должны соответствовать хотя бы нескольким пикселям снимка.

Непосредственно получение данных ДЗЗ с определенными характеристиками заключается в их приеме на технические средства (при их наличии) или осуществляется заказ съемки территории мониторинга у поставщиков данных ДЗЗ. При заказе используется карта границ, полученная на первом этапе.

Предварительная обработка наземных данных заключается в их приведении в соответствующий формат и географической привязке для возможности дальнейшего использования совместно с данными ДЗЗ. Для результатов измерений необходимо провести операции, которые традиционно выполняются при обработке экспериментальных данных (например, устранение аномальных значений).

Предварительная обработка данных ДЗЗ заключается в географической привязке полученных данных ДЗЗ, геометрической коррекции и устранении различных искажений (при необходимости). Технология предварительной обработки достаточно хорошо отработана, и для ее выполнения существуют различные программные средства.

Тематическая обработка аэрокосмических и наземных данных заключается в выявлении нефтяных загрязнений на основе этих данных и формировании выходной информации в формате, пригодном для выдачи заказчику, и содержащую необходимые атрибутивные характеристики о загрязнении (координаты, площади, время обнаружения и т. п.). Выявление нефтяных загрязнений целесообразно осуществлять только в границах, определенных на первом этапе. Это позволяет сократить объем обрабатываемых данных и, следовательно, сократить время обработки. Также это позволяет исключить ряд ошибок обработки: на суше и во внутренних водоемах могут обнаруживаться объекты с характеристиками, схожими с нефтяными загрязнениями, но не являющимися ими.

Использование наземных данных при тематической обработке имеет две цели:

- наземные данные являются источником дополнительных информативных признаков;
- наземные данные позволяют оценить достоверность результатов тематической обработки аэрокосмических данных.

Тематическая обработка аэрокосмических данных позволяет выделить на изображении содержательно интерпретируемые области (информационные классы), в данном случае нефтяные загрязнения [5].

Результатом процесса классификации является тематическая карта, содержащая контуры нефтяных пятен и атрибутивную информацию. Процедура классификации основывается на анализе различных характеристик изображения: пространственных, спектральных или временных. К пространственным характеристикам относятся: текстура, контекст, форма и структурные соотношения [9]. Под временными характеристиками следует понимать изменения информационных классов во времени, например, перемещение и изменение формы нефтяного пятна. Важную информацию о природе объектов содержат их спектральные характеристики, хотя эти характеристики в первую очередь относят к оптическим аэрокосмическим данным.

Основной процедуре классификации могут предшествовать спектральные или пространственные преобразования изображения. Результатом является пространство признаков, которое имеет преимущество перед исходным спектральным пространством для тематической классификации [5].

Еще одной операцией, которая предшествует классификации, при комплексном использовании аэрокосмических данных различного типа и данных наземного мониторинга, является пространственная и временная синхронизация этих данных. Временная синхронизация означает использование данных разного происхождения, полученных в один и тот же момент времени или в пределах некоторого интервала времени, в течение которого эти данные соответствуют друг другу. Например, оптические и радиолокационные данные получены в разное время, но за интервал времени между моментами получения этих данных нефтяное пятно в силу физических ограничений не могло существенно изменить свое положение и форму. В этом случае, данные можно использовать совместно. Пространственная синхронизация означает, что все данные должны быть географически привязаны с необходимой точностью. Существенную сложность здесь представляет то, что разные аэрокосмические данные могут иметь разное пространственное разрешение, а наземные измерения, как правило, носят точечный характер.

Методы классификации, которые рассматривают каждый пиксель отдельно и назначают в информационные классы на основе значений яркости в пространстве спектральных признаков, называются спектральными. Классификаторы, которые рассматривают группы пикселей в их пространственно-спектральной взаимосвязи и

позволяют использовать спектральную и структурную (текстурную) информацию называются пространственными [6].

Спектральные методы классификации подразделяются на неконтролируемые и контролируемые [5].

Неконтролируемая классификация позволяет разделить изображение на сегменты по формальному признаку без учета их содержательного значения.

Метод спектральной кластеризации объединяет пиксели в группы на основании сходства в пространстве признаков. Эти группы (кластеры) принимают на себя роль представителей классов и используются для расчета характерных признаков класса [5]. С каждой итерацией в кластер добавляются новые пиксели, и характерные признаки класса пересчитываются. Итерации продолжаются до тех пор, пока в характерных признаках классов на двух последовательных итерациях не будет наблюдаться существенного изменения. Полученная карта классификации может потребовать дальнейшего объединения или разбиения классов. Кроме того, кластеры предстоит идентифицировать (пометить) и они могут соответствовать или не соответствовать информационным классам, представляющим интерес для аналитика. Методы кластеризации позволяют выявить естественную структуру данных [9]. Наиболее известными алгоритмами неконтролируемой классификации являются алгоритм K-средних и ISODATA.

Метод пространственно-спектральной сегментации (объектно-ориентированный [6]) объединяет пространственную и спектральную информации в процессе неконтролируемой классификации. Большинство алгоритмов применяют либо операцию локального градиента, чтобы определить границы области (основываясь на краях), либо укрупнение соседних, похожих пикселей в более крупные области (основываясь на областях) [5].

Алгоритм наращивания областей использует пространственную связность для группировки сходных пикселей в области изображения. У пикселя есть возможность соединиться только со своими соседями выше, ниже, справа, слева и по диагонали. Контурные алгоритмы используют градиентные фильтры, например, фильтры Робертса, Собела и Превитта для выделения границ областей (сегментов) изображения [5].

Получающиеся пространственно-однородные области классифицируются как единые спектральные выборки методами ближайших соседей или нечеткой классификации [6].

Контролируемая классификация работает с классами, которые имеют содержательное значение (информационные классы). В начале процедуры контролируемой классификации аналитик определяет участки на изображении, которые являются репрезентативной выборкой для информационных классов (обучающие выборки). По обучающим выборкам определяются статистические спектральные характеристики, на основании которых неклассифицированные пиксели назначаются в классы, т. е. проводится процесс обучения [6].

Методы контролируемой классификации можно условно разделить на параметрические, непараметрические, нечеткой классификации и метод на основе искусственной нейронной сети [9, 5, 6].

Параметрические методы классификации предполагают, что функция распределения плотности вероятности класса известна. Алгоритмы оценивают такие параметры распределения, как вектор математического ожидания, дисперсию и матрицу ковариации. Полезным свойством параметрических классификаторов, которым не могут обладать непараметрические, является теоретическая оценка ошибки классификатора. Метод максимального правдоподобия использует модель вероятности на основе нормального распределения для определения границ решения [5]. Решение принимается по правилу Байеса. Метод может использоваться для "мягкой" классификации, когда для пикселя определяется вероятность принадлежности к различным классам. Это используется, когда распределения вероятностей классов перекрываются [6]. К недостаткам можно отнести вычислительную сложность и допущение о нормальности распределения, которое не всегда может быть справедливым. Метод позволяет получать наиболее приемлемые результаты [9].

Непараметрические методы не делают никаких предположений о распределении вероятности. Они хорошо работают для широкого спектра распределений классов до тех пор, пока характеристики класса достаточно разделимы. Для анализа разделимости используются такие меры как евклидово и угловое расстояния. Меры, основанные на вероятностном подходе, позволяют учесть наложения распределения классов. Разделимость может быть использована для определения наилучшей комбинации характерных признаков при различении друг от друга заданных классов. Непараметрическая классификация известна так же, как детерминистский подход, поскольку границы решения фиксируются детерминированным правилом.

Непараметрические методы выполняют жесткую классификацию, когда пиксель может быть назначен только одному классу или остаться неклассифицированным. Алгоритмами непараметрических методов классификации являются: алгоритм минимальной дистанции, параллелепипедный алгоритм, классификатор на основе анализа гистограммы и классификатор ближайших соседей [4, 5, 6, 9].

При нечеткой классификации объект может частично принадлежать более чем одному информационному классу. Традиционные классификаторы маркируют пиксели как, например, "нефть" или "вода". Нечеткий классификатор разрешает назначать степень принадлежности пикселей классу 0,3 для "воды" и 0,7 для "нефти". Это необходимо, когда пиксель не может быть назначен только одному классу "нефть", "вода", а смешанный класс "нефть-вода" не имеет смысла или не существует [6].

Классификатор на основе искусственной нейронной сети (ИНС) формально относится к непараметрической методике, но выделен в отдельный класс контролируемой классификации. Особенность в том, что границы решения не фиксируются детерминированным правилом, а определяются итеративно минимизацией критерия ошибки при маркировке обучающих данных. В этом смысле алгоритмы ИНС похожи на алгоритмы спектральной кластеризации [5].

Пространственные методы классификации основаны на выделении элементов изображения, принадлежащих различным областям с пространственно-однородной текстурой. Такие элементы можно классифицировать на основании сходства текстур. Основным признаком однородности текстуры является ее пространственное подобие. В цифровой обработке изображений для описания текстуры области применяются три основных подхода. Статистические методы позволяют описать текстуру области как гладкую, грубую, зернистую. Структурные методы занимаются изучением взаимного расположения простейших составляющих изображения, например, текстуры из параллельных линий, проходящих с постоянным шагом. Спектральные методы основаны на свойствах Фурье-спектра и используются для обнаружения периодичности в изображении [9]. Пространственные методы играют существенную роль при обработке радиолокационных данных [7].

Комплексное использование аэрокосмических и наземных данных, безусловно, благоприятно сказывается на достоверности классификации, так как решение о принадлежности пикселя или группы пикселей к тому или иному классу принимается на основе

более полной информации. Однако комплексное использование данных имеет и негативные последствия, связанные с большой размерностью данных. Увеличение количества разнородных данных затрудняет использование методов визуально-интерактивного анализа, как самих изображений, так и диаграмм рассеяния. Неконтролируемая классификация также становится неэффективной, поскольку реальное количество объектов очень велико. Обработка комплексных данных спектральными методами классификации требует огромных вычислительных ресурсов, которые не всегда доступны [10].

Для снижения размерности данных без существенного снижения достоверности классификации могут использоваться следующие методы.

Отбор наиболее существенных информативных признаков, который может быть осуществлен при помощи метода главных компонент. В методике используются проекции исходных признаков на наиболее информативные компоненты. Проекция каждого исходного признака рассматривается как информационный вклад. Для последующего анализа отбираются те исходные признаки, суммарный вклад которых в наиболее информативные компоненты является наибольшим [10].

Двоичное кодирование информативных признаков является одним из подходов уменьшения размерности данных. Для кодирования признака задается одна пороговая величина, и все величины выше этой пороговой величины кодируются единицей, а величины ниже — нулем. Аналогично кодируются и обучающие выборки. Закодированные признаки можно сравнивать побитно, используя хеммингово расстояние, которое определяется как число битов, различаемых в двух двоичных числах [5].

Наглядный пример результатов тематической обработки представлен на рис. 4.

Результаты тематической обработки аэрокосмических и наземных данных должны быть оперативно доведены до заказчика в наглядной и удобной форме. Наиболее оперативным методом доведения результатов до заказчика является использование веб-сервисов и геопорталов. В качестве прототипа может быть рассмотрен геопортал [8]. Обязательными информационными слоями в данном случае должны быть:

- геопространственная подложка – карта, содержащая наиболее значимые географические объекты. Возможно, подложка формируется только на зону интереса;

- контура нефтяных загрязнений, ранжированные по датам обнаружения. Для каждого контура должна быть определена атрибутивная информация: дата, площадь, дополнительные сведения;

- преобразованные к формату, пригодному для использования в геопортале, аэрокосмические и наземные данные, использованные при мониторинге. Данные также должны быть ранжированы по дате их получения.

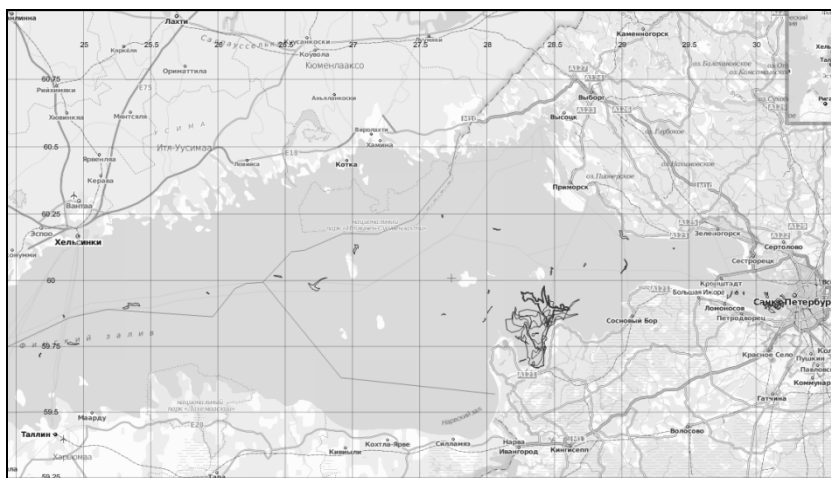


Рис. 4. Интегральная карта нефтяных загрязнений Финского залива за 2011 год [8].

4. Заключение.

В статье рассмотрены вопросы комплексного использования аэрокосмических и наземных данных для анализа нефтяных загрязнений акваторий. Такое использование данных находит все большее распространение и требует адаптации существующих или разработки новых технологий их обработки. Кроме того, проанализированы виды, прежде всего, аэрокосмических данных, пригодных для анализа нефтяных загрязнений акваторий. В качестве таких данных рассмотрены данные ДЗЗ в оптическом диапазоне электромагнитного спектра и радиодиапазоне. Показаны факторы, влияющие на их получение и обработку, прежде всего метеорологические.

Рассмотрены этапы обработки данных для мониторинга нефтяных загрязнений акваторий и проанализированы особенности этих этапов при решении данной задачи с использованием аэрокосмических и наземных данных. Отмечено, что комплексное применение данных позволяет повысить достоверность результатов обработки. Однако есть и негативный эффект – увеличение размерности обрабатываемых данных, поэтому рассмотрены некоторые методы снижения этой размерности.

Литература

1. *Кучейко А.А., Затягалова В.В., Модеев Р.Н., Становой В.В. Российские сервисы спутникового мониторинга нефтяных загрязнений морских акваторий: реалии и возможности // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. 2009. №3. С. 25-29.*
2. *Иванов А.Ю., Терлеева Н.В. Нефтяной разлив в Мексиканском заливе - дистанционное зондирование Земли в условиях чрезвычайной ситуации // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. 2011. №8. С. 80-87.*
3. *Bonn Agreement Aerial Surveillance Handbook, 2004. Ver. 25. 96 p.*
4. *Обработка данных ДЗЗ - Этапы обработки данных. <http://mapexpert.com.ua>*
5. *Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010. 560 с.*
6. *Campbell James B., Wynne Randolph H. Introduction to remote sensing. Fifth Edition. New York: The Guilford Press, 2011. 662 p.*
7. *Кудрявцев В.Н. Иванова Н.А., Гуцин Л.А. Оценка контрастов спектра ветровых волн в слайдах, вызванных биогенными и нефтяными пленками // Препринт, ИПФ РАН, Нижний Новгород. 2008. 34 с.*
8. <http://ocean.kosmosnimki.ru>
9. *Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 148 с.*
10. *Чабан Л.Н., Вечерук Г.В., Гаврилова Т.С. Исследование возможностей классификации растительного покрова по гиперспектральным изображениям в пакетах тематической обработки данных дистанционного зондирования // Труды МФТИ. 2009. Том 1, №3. С. 171-180*

Матьяш Валерий Анатольевич — к.т.н., доцент; доцент кафедры компьютерной математики и программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Область научных интересов: интеллектуальный анализ данных, обработка данных дистанционного зондирования Земли, системы наземно-космического мониторинга, системы поддержки принятия решений. Число научных публикаций — более 25. vam@aanet.ru; ГУАП, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, 190000, РФ; р.т. +7(812)312–2166, факс +7(812) 312–2166.

Matiash Valerii Anatolyevich — Ph.D., Associate Professor; Assistant Professor chair of computer mathematics and programming of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education, St. Petersburg State University of Aerospace

Instrumentation (SUAI). Research interests: data Mining, processing of remote sensing of the Earth, ground-space monitoring, decision support system. The number of scientific publications — more than 25. vam@aanet.ru; SUAI, st. Bolshaya Morskaya, 67, St.Petersburg, 190000, Russia; office phone +7 (812) 312–2166, fax: +7 (812) 312–2166.

Поддержка исследований. Данная работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 13-07-00279-а, 13-08-00702-а), проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI–184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems» (2012–2013 гг.).

Рекомендовано ГУАП, первый проректор д-р техн. наук, проф. Хименко В.И.
Статья поступила в редакцию 27.04.2013.

РЕФЕРАТ

Матьяш В.А. Анализ нефтяных загрязнений водных акваторий на основе наземных и аэрокосмических данных.

Рассматривается актуальная проблема анализа нефтяных загрязнений водных акваторий. В последнее время все большее применение при решении этой проблемы находит комплексное использование аэрокосмических и наземных данных в рамках геоинформационных систем. При этом данные, получаемые со спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), дополняют данные, получаемые с традиционных наземных и авиационных источников. Показаны особенности использования данных ДЗЗ — оптических и радиолокационных.

Рассмотрена технология анализа, которая содержит типовую последовательность этапов, но для каждого этапа показаны особенности, вызванные использованием аэрокосмических и наземных данных. Большое внимание уделено методам классификации аэрокосмических данных. Указана проблема большой размерности данных при комплексном использовании данных из разных источников и обозначены методы уменьшения этой размерности.

SUMMARY

Matiash V.A. The analysis of water areas oil pollution on the basis of land and space data.

The actual problem of water areas oil pollution is considered. Recently the increasing application at the solution of this problem is found by complex use of space and land data within geoinformation systems. Thus the data obtained from remote sensing of Earth (RSE) satellites, supplement the data obtained from traditional land-based and aviation sources. Features of use of data of RSE — optical and radar are shown.

The technology of the analysis which contains standard sequence of stages is considered. But for each stage the features caused by use of space and land data are shown. Much attention is paid to methods of space data classification. The problem of big dimension of data is specified at complex use of data from different sources, also reduction methods of this dimension are designated.