

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА НАБЛЮДЕНИЙ ОБЪЕКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Кулагин В.П., д.т.н., профессор, МИЭМ НИУ ВШЭ, E-mail: kvp@miem.edu.ru
Затягалова В.В., к.т.н., НИЦ космической гидрометеорологии "Планета",
E-mail: z-victoria@yandex.ru
Москва, Россия.

Аннотация. Статья анализирует методы исследования морской поверхности и объектов на морской поверхности. Статья показывает, что информационное обеспечение пространственных объектов существенно формируется за счет геоинформационного обеспечения. Статья дает определение геоинформационного обеспечения. Статья анализирует информационные ситуации для выявления характерных дешифровочных признаков на оптических и радиолокационных изображениях. Показано преимущество применения радиолокационных снимков при исследовании объектов на морской поверхности в условиях плохой видимости. Описаны сликообразующие явления, их причины и характерные признаки. Статья показывает, что эти признаки могут стать основой создания системы дешифровочных признаков объектов на морской поверхности.

Ключевые слова. информация, информационное обеспечение, инфосфера, распознавание образов, радиолокационные изображения, слики, сликообразующие явления

INFORMATION SUPPORT OF OBJECTS OBSERVATIONS ON THE SEA SURFACE

Kulagin V.P., D.Sc.(Tech), Prof., MIEM of HSE, E-mail: kvp@miem.edu.ru
Zatyagalova V.V., Ph.D., Research Center of Space Hydrometeorology "Planeta",
E-mail: z-victoria@yandex.ru
Moscow, Russia.

Abstract. Article analyzes the methods of investigation of the sea surface and objects on the sea surface. Article shows that informational support of spatial objects essentially formed by the geo-information software. Article gives a definition of geo-information software. The article analyzes the situation information to identify specific interpretive signs on optical and radar images. The advantage of the use of radar imagery in the study of objects on the sea surface in conditions of poor visibility. The phenomena that form slicks, their causes and the characteristic features. Article shows that these symptoms may be the basis of creating a system of interpretive signs objects on the sea surface

Keywords. Information, provision of information, infosphere, pattern recognition, radar images, slick tires, slicks forming phenomena.

Введение. Наблюдение за морской поверхностью главной задачей ставит не столько наблюдение за поверхностью, сколько наблюдение и управление антропогенными объектами находящимися на этой поверхности: надводными судами, морскими платформами, дрейфующими объектами и т.п. Такое наблюдение включает обнаружение, измерение параметров и распознавание морских объектов, движущихся

на взволнованной морской поверхностью. основными средствами наблюдений являются космические. Они широко применяются при мониторинге морских судов [1]. Идентификация объектов на морской поверхности является одной из главных первоочередных задач, решаемых дистанционными методами и средствами, установленными на авиационных и космических аппаратах.

Существуют разные подходы к решению этой задачи. В частных реализациях применяют разные модели. В работе [2] применен подход, включающий построение модели окружающей обстановке морского судна. После этого применяется мультиагентный подход анализа информационных процессов как на уровне динамических (надводных и воздушных) объектов в зоне наблюдения, так и на уровне информационных объектов, структурирующих входные информационные потоки о происходящем в окружении судна. В работе [3] дается нелинейная модель идентификации при разных скоростях движения судна. В работе [4] дается модель идентификации, построенная на основе радиолокационных снимков.

В работе [5] рассматривается алгоритм, использующий расширенный фильтр Калмана для оценки параметров динамической модели судов. В работе [6] для идентификации рассматривается динамическая модель судов. В работе [7] рассматривается комплексная система мониторинга и идентификации для обеспечения безопасности движения судов. В работе [8] рассматривается нелинейная модель движения судна, применяемая для идентификации и управления судами. Решение задачи распознавания приводит к необходимости разработки новых подходов к синтезу зондирующих сигналов и методов обработки принятых сигналов, при которых для протяженных объектов угловые и амплитудные шумы могут служить информационными признаками, используемыми для их классификации и распознавания.

Отмечается необходимость применения космических методов для управления [9] и идентификации [10] судов. Подводя итог краткому обзору, можно констатировать, что концептуально все задачи решаются построением информационной ситуации [11] и информационного окружения [12] надводного объекта. Кроме того, в технологиях наблюдения имеет место интеграция информационных и геоинформационных технологий [13, 14]. Однако общим упущением всех работ является создание системы информационной поддержки при наблюдении объектов на морской поверхности.

Особенности информационного обеспечения наблюдения объектов на морской поверхности. Главной особенностью наблюдений морской поверхности является использование пространственной информации. Пространственная

информация широко применяется во многих сферах практической деятельности: земледелии и мореплавании, военном деле и политике, науке и просвещении, транспорте, регионалистике и во многих других направлениях. Постепенно сформировался комплекс наук, связанных с изучением, представлением и использованием информации о территориях различного уровня. Это привело к появлению геоинформатики [15] как науки интегрирующей исследования в области наук о Земле.

Таким образом основой информационного обеспечения и информационной поддержки наблюдений объектов на морской поверхности является пространственная информация. Соответственно информационное обеспечение в существенной степени (но не полностью) определяется геоинформационным обеспечением.

Пространственная информация о морской поверхности формируется в двух основных формах: дискретной и аналоговой. Аналоговая связана с первичной информацией: оптические, тепловые, радиолокационные снимки. Дискретная форма создается различными цифровыми моделями. В последние годы координаты отдельных точек пространства измеряются спутниковыми методами. Главной задачей формирования и применения пространственной информации является получение геознаний [16]

Существует определение информационного обеспечения Ф.С. Воройского [17], : информационное обеспечение - это совокупность процессов по подготовке и предоставлению геоинформации для решения управленческих, научных, технических, производственных, проектных и других задач в соответствии с этапами их решения

По аналогии можно дать определение геоинформационного обеспечения. Геоинформационное обеспечение - это комплекс процессов по удовлетворению научных и общественных потребностей в решении разнообразных задач пространственного анализа, управления, мониторинга на основе интеграции геоинформационных технологий и информационных технологий [18], на основе интеграции геоинформационных и информационных систем.

Инфосфера как источник информационного обеспечения. Инфосфера - информационное поле Земли, которое служит источником разнообразной информации [19]. Впервые официально категория «инфосфера» введена в России Доктриной информационной безопасности утверждённой указом Президентом РФ от 9 сентября 2000 г. № Пр-1895. Понятие «инфосферы» (информационной сферы) официально закреплено в паспорте специальности 10.01.10 «Журналистика». В этом документе это понятие, равно как и понятие «информационное поле» определяют только область

исследований для указанной специальности.

Для установления места инфосферы в современной модели мира необходимо проанализировать цепочку вложенности известных на сегодня пространств сверху-внизу и определить положение инфосферы в этой цепочке. Общеизвестным является утверждение того что [20]: «Мир есть универсум и представляет собой совокупность вложенных систем». Эта совокупность выглядит следующим образом:

Объективная реальность, мир (бесконечное пространство, какое только может представить себе человеческое воображение) - наша Вселенная (а, она не одна); Вселенная включает её обозримую часть – Метагалактику, составной частью которой является наша Галактика (Млечный путь); наша Галактика включает Солнечную систему; Солнечная система включает планету Земля. Поверхность Земли представляет собой пространство, получившее название геосфера. Таким образом, информационная сфера, является частью геосферы Земли и взаимосвязана с её энергосферой, техносферой и ноосферой, в-третьих, с философской точки зрения в инфосфере осуществляется всеобъемлющее отражение структурной организации и движения материи посредством информационного взаимодействия.

Информационная сфера (инфосфера) общества представляет собой сферу деятельности, в рамках которой осуществляется производство и потребление информационных ресурсов (знаний); управление социальными, экономическими и техническими процессами; обучение и подготовка кадров; распространение, потребление, хранение и доступ к информационным ресурсам (знаниям); межличностный, внутриобщественный и международный информационный обмен. Основой инфосферы является информационное поле [21].

В информационной сфере, обладающей познавательной, экономической и социальной атрибутикой, реализуются все виды информационных взаимодействий. Об инфосфере можно говорить и как о среде с логической структурой, в которой осуществляются информационные и другие процессы, а также формируются различные информационные конструкции, связанные с получением, распределением, хранением, обработкой и производством информации (например, электро и радио связь, средства коммуникации, тиражирования, хранения, воспроизведения, визуализации и обработки информации).

Категория «информационная сфера» раскрывается с использованием следующих основополагающих понятий: информация, информационный ресурс, знание, данные, информационные потребности, информационный процесс, информационный объект, информационно-функциональное пространство, информационная инфраструктура,

субъекты и объекты информационной сферы [22]. Основными составляющими элементами информационной сферы являются:

- информация, информационные ресурсы, знания, информационные объекты (документы, массивы документов, информационные фонды, коллекции, библиотеки, архивы, базы данных, файлы и т.п.), данные;

- пользователи, владельцы и собственники информационных ресурсов и средств (систем) добывания, транспортировки, распространения, хранения, обработки и визуализации информационных ресурсов;

- средства (системы) добывания, транспортировки, распространения, хранения, обработки и визуализации информационных ресурсов;

- информационные процессы, осуществляющиеся между объектами и субъектами взаимодействия в инфосфере.

Инфосфера, являясь разновидностью логически мыслимой формы пространства и в соответствии со свойством системности, может разделяться на совокупность вложенных подпространств. В качестве вложенных в инфосферу подпространств могут рассматриваться информационные пространства или информационно-функциональные пространства [23] информационной сферы.

Специфика наблюдений за морской поверхностью. Обширность морских акваторий, многочисленность и распределенность объектов, перемещающихся по морской поверхности требуют применения различных средств спутникового радиолокационного наблюдения Земли. Среди этих средств спутниковые радиолокационные данные позволяют обнаруживать и отслеживать объекты на поверхности вне зависимости от облачности, времени суток и освещенности. Они покрывают значительные области морских акваторий при высоком пространственном разрешении. Однако существует ряд проблем, связанных с обработкой и интерпретацией спутниковых радиолокационных и оптических изображений, особенно при сильном волнении:

Для решения этих проблем требуется создание эффективных методов комплексной обработки спутниковых данных, необходимых для анализа видов информации, в единой геоинформационной среде, а именно:

- методов выявления на спутниковых изображениях морской поверхности от различных типов объектов по разработанной совокупности дешифровочных признаков;

- методов обнаружения судов при сильном волнении, размеры которого сопоставимы с размерами судна;

- методов комплексной обработки спутниковых других данных на различных горизонтах геологической и морской сред для изучения естественных выходов углеводорода из глубинных недр на морскую поверхность;
- методов оперативного анализа и представления данных мониторинга объектов на морской поверхности.

В настоящее время дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является наиболее эффективным средством для наблюдения поверхности океана и исследования океанических процессов. С целью оперативного обнаружения объектов на морской поверхности применяются средства ДЗЗ, которые используют электромагнитное излучение в широком диапазоне длин волн: ультрафиолетовый (УВ) и видимый (0,26-0,8 мкм), ближний (0,9-0,3мкм) и дальний (7-14мкм) инфракрасный, сверхвысокочастотный (1-100см) диапазон. При этом для обнаружения и исследования в УВ и видимом диапазоне необходимо дневное освещение и прозрачность атмосферы. Для датчиков, работающих в видимом диапазоне, также требуется дневное освещение, существуют ограничения по погодным условиям и геометрии съемки. Параметры ИК-датчиков имеют низкое пространственное разрешение, искажаются за счет влияния облачности и осадков.

Наиболее эффективным средством наблюдения объектов на морской поверхности при плотной облачности и условиях плохой видимости и в ночное время являются спутниковые радиолокационные данные высокого разрешения. Среди главных преимуществ использования радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) отметим следующее [24]:

- радиолокационные системы работают независимо от времени суток и степени освещенности, благодаря использованию активного зондирования;
- РСА позволяют получать радиолокационные изображения (РЛИ) морской поверхности независимо от погодных условий, поскольку атмосфера практически прозрачна для микроволнового излучения,
- принципы построения РСА позволяют получать РЛИ, которые покрывают значительные части акваторий при высокой пространственной и радиометрической разрешающей способности; существуют космические радиолокаторы, у которых пространственное разрешение достигает нескольких метров,
- РСА характеризуются высокой частотой наблюдения района исследования, которая осуществляется путем изменения углов наблюдения, режимов съемки, одновременной съемкой с нескольких радиолокационных спутников,
- РСА позволяют независимо и за короткое время получать информацию о

параметрах приповерхностного ветра и волнения, наличии нефтяных загрязнений, ледовой обстановке, положение судов в акватории и т.д.

Метод радиолокационного зондирования морской поверхности относится к активным методам зондирования и основан на измерении вариации рассеянного излучения. В отличие от пассивных датчиков РСА облучает элементы подстилающей поверхности высокочастотной электромагнитной энергией и принимает обратный отраженный сигнал, который анализируется. Уровень отраженного сигнала зависит от характера подстилающей поверхности. Это позволяет дешифровать фиксируемые на радиолокационном снимке явления и объекты по их форме и интенсивности отражения радиоизлучения. Таким образом, РСА позволяет получить информацию о самых разнообразных океанических явлениях (апвеллинг, фронты, океанические внутренние волны и т.д.) и процессах в приводном слое атмосферы (приповерхностный ветер, атмосферные гравитационные волны, конвекция и т.д.), в том числе оперативно выявлять нефтяные загрязнения морской поверхности.

Возможность обнаружения судов и даже нефтяных пленок в микроволновом диапазоне на морской поверхности определяется эффектом сглаживания сликами высокочастотной составляющей морского волнения. Нефтяная пленка уменьшает общую энергию волн и в несколько раз уменьшает дисперсию уклонов и крутизну волн [25]. На морской поверхности образуется область выглаживания, так называемый “слик”. Электромагнитные волны, попадая на гладкую поверхность, отражаются в сторону от источника излучения. Это приводит к уменьшению интенсивности обратного радиолокационного рассеяния по сравнению с окружающей водной поверхностью и резкому уменьшению яркости. На радиолокационном изображении область выглаживания отображается темным пятном, что дает физическую основу для интерпретации сликов.

Учет и идентификация сликообразующих явлений. Сликообразующие явления условно делятся на 3 группы [26], связанные: со следами атмосферного воздействия на морскую поверхность, с гидрологическими процессами, с биологическими процессами.

Первая группа воздействий обусловлена атмосферными процессами (в приводных слоях атмосферы) и их воздействием на морскую поверхность, такие как атмосферные гравитационные волны, фронтальная атмосферная циркуляция, конвективные и дождевые ячейки, области локального ослабления ветра и др. Кроме того, на морской поверхности могут формироваться зоны ветрового затишья, связанные с орографическими особенностями рельефа морского побережья и островов.

Области локального ослабления ветра характеризуются обширными зонами, которые могут находиться в любой части моря. Скорости ветра близкие или равные нулю в приповерхностном слое атмосферы над морской поверхностью приводят к образованию областей с пониженным рассеянием на РЛИ, что соответствует низким значениями яркости. На радиолокационном изображении их можно отличить не только по значительным масштабам своего проявления, что связано со значительными масштабами изменчивости поля ветра, но и по отсутствию четко выраженных границ (постепенному переходу к более высоким значениям яркости) из-за постепенного усиления ветра (рис. 1). Например, на фрагменте радиолокационного снимка ASAR ИСЗ Envisat от 12.03.2011 г. площадь ветрового затишья составила 210 кв. км.

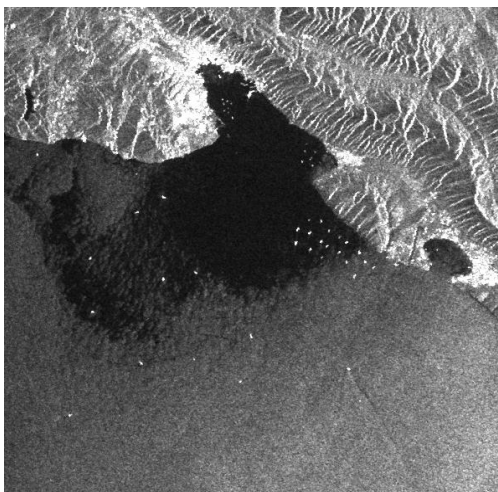


Рис. 1. Темная область ветрового затишья в прибрежной части Черного моря на фрагменте радиолокационного снимка ИСЗ Envisat ASAR, 12.03.2011г. 7:47 UTC © ESA, НИЦ «Планета

Атмосферные гравитационные волны (АГВ) возникают в результате следующих процессов: обтекания воздушным потоком препятствий, взаимодействия континентальных и морских воздушных масс, движения холодного атмосферного фронта [27]. Они представляют собой периодические волновые структуры и проявляются на РЛИ как чередование квазипараллельных светлых и темных полос с периодом внутренней волны, как правило, более 2-3 км. Отличительной особенностью АГВ, помогающей идентифицировать их на РЛИ является протяженность их фронтов, достигающих иногда сотни километров (рис. 2).

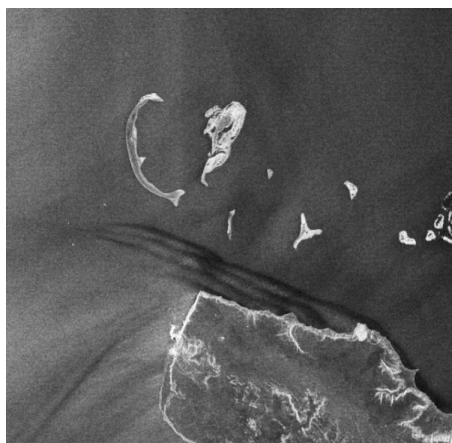


Рис. 2. Темные полосы АГВ в прибрежной части Каспийского моря на фрагменте радиолокационного снимка ИСЗ Envisat ASAR, 26062010 г. 18:31 UTC © ESA, НИЦ «Планета»

Фронтальная атмосферная циркуляция. Резкое изменение направления ветра при прохождении атмосферных фронтов приводит к образованию областей пониженного рассеяния на РЛИ на границе атмосферного фронта (рис.3).

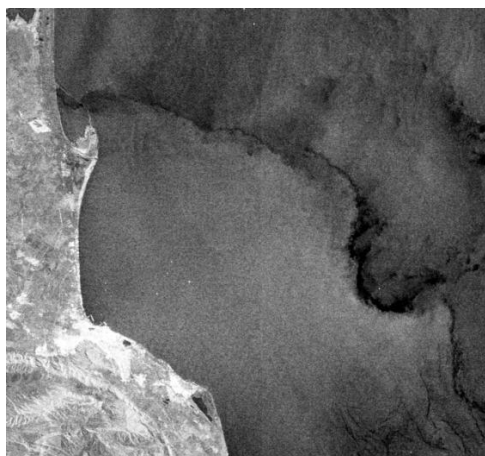


Рис. 3. Темная полоса вдоль границы атмосферного фронта в прибрежной части Каспийского моря на фрагменте радиолокационного снимка ИСЗ Envisat ASAR, 08122010 г. 6:53 UTC © ESA, НИЦ «Планета».

На рис. 3. приведен пример скопления сликов вдоль поверхностных проявлений атмосферного фронта.

Конвенция в придном слое атмосферы связана с неустойчивой стратификацией пограничного слоя океан-атмосфера [24], т. е морская поверхность теплее прилегающей к ней атмосферы. Этот процесс отражается на радиолокационном изображении морской поверхности множественными ячеистыми структурами, которые сосредоточены в одной области и в зависимости от типа активности и подверженности

влиянию ветра принимают различные формы (в виде кольца, темного пятна или полумесяца) (рис. 4).

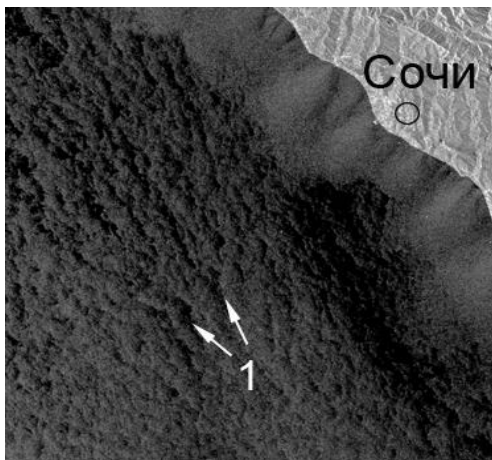


Рис.4. Конвективные ячейки (1) в прибрежной части Черного моря на фрагменте радиолокационного снимка ИСЗ Envisat ASAR, 02022012 г. 19:18 UTC © ESA, НИЦ «Планета».

Циклоническая циркуляции. Центральная зона или «глаз циклона» образует области со значениями ветра равными или близкими к нулю [24]. На РЛИ этот процесс отображается в виде области с пониженным значением яркости, образованной в центре спирально закрученных ветровых полос относительно яркого тона.

Дождевые ячейки обусловлены интенсивным воздействием дождевых капель на морскую поверхность, в результате чего происходит гашение высокочастотной составляющей ветрового волнения на морской поверхности. На РЛИ это воздействие будет выглядеть как темная область округлой или аморфной формы небольшого размера, обычно от нескольких сот метров до нескольких километров, на светлом фоне.

Градовые ячейки отображаются на РЛИ чередованием светлых и темных областей. Светлая область обусловлена интенсивным отражением радиолокационного сигнала от градового облака, а темная область представляет радиотень от градового облака. На РЛИ эти две структуры проецируются на морскую поверхность.

Зоны ветровой тени, связанные с орографическими особенностями рельефа морского побережья и островов, также проявляются как области с пониженным рассеянием на РЛИ. Формирование таких зон обусловлено обтеканием ветрового потока прибрежного гористого рельефа (в основном при высоких скоростях ветра более 10-12 м/с). Зоны ветровой тени отличаются своей вытянутостью по направлению ветра и характерным контуром, повторяющим линию морского побережья.

Вторая группа сликообразующих явлений обусловлена воздействием гидрологических процессов на морскую поверхность, такие как внутренние волны в

океане, апвеллинг, начальные формы льда, зоны конвергенции течений, фронты и сдвиг скоростей течений, подводная топография (во время отлива) и др.

Океанические внутренние волны (ОВВ) по своей структуре проявлений на морской поверхности сходны с АГВ, но отличаются меньшими размерами (от сотен до единиц км). Причины ОВВ разнообразны, они могут быть вызваны приливами и инерционными движениями, колебаниями атмосферного давления, ветра, обтеканием течений неровностей дна и т.д. [26]. ОВВ представляются на РЛИ в виде пакета волн, в котором наблюдается чередование светлых и темных полос, затухающих по мере распространения. В отличие от атмосферных гравитационных волн гребни океанических внутренних волн, как правило, имеют дугообразную форму.

Апвеллинг происходит в результате подъема холодных глубинных вод в верхние слои океана. Апвеллинг в прибрежных районах вызывается преимущественно сгонными ветрами, которые относят поверхностные воды от берега. В открытом океане апвеллинг обычно наблюдается в зонах дивергенции течений. Апвеллинг приводит к тому, что глубинные воды выносят на поверхность питательные биогенные элементы, в результате чего наблюдается резкое увеличение биологической активности и образование биогенных пленок. Органические пленки, в том числе нефтяные, оказавшись в зоне апвеллинга, под действием более низких температур изменяют свои физические свойства (увеличивается поверхностное натяжение, уменьшается вязкость) и становятся более устойчивые к ветровому воздействию. На РЛИ зона апвеллинга отображается темной областью значительных масштабов, на периферии которой присутствуют тонкие структуры пленок.

Начальные (ледяное сало, ледяные иглы) и ниласовые (темный нилас) формы льда. При понижении температуры воздуха (ниже 0°) на морской поверхности образуются начальные формы льда, которые будут проявляться в виде областей пониженной яркости на РЛИ, сходных с проявлением нефтяных пленок. Под воздействием ветра, наветренная сторона начальных форм льда частично разрушается, представляя по конфигурации гребенчатый край, имеющий сходство с нефтяной пленкой на стадии разрушения. Под действием ветра и течений начальные формы льда могут выноситься в открытую часть моря, создавая на РЛИ локальные области пониженной яркости с конфигурациями подобно нефтяным пленкам.

Зоны конвергенции течений, фронты. В этих зонах довольно часто наблюдается скопление пленок и связанные с этими структурами области сглаживания ветрового волнения на морской поверхности.

Подводная топография. К подводной топографии можно отнести отмели, рифы

атолы, все элементы прибрежной зоны с незначительным возвышением над уровнем моря. В период отлива, такие области обнажаются и из-за влажного илистого грунта и отображаются на РЛИ, главным образом, в виде темных областей с пониженными значениями яркости по сравнению с окружающей взволнованной поверхностью моря.

Антициклонические вихри могут аккумулировать внутри различные загрязнения в том числе пленки ПАВ, которые отображаются на РЛИ в виде сликов разнообразной формы.

Кильватерный след за движущимися надводными судами визуализируется на РЛИ четко и определенно (рис 5). Взаимодействие поля течений и генерирующихся при движении судна поверхностных волн, а также корабельных волн, порождаемых винтами судна, приводит к образованию на морской поверхности волнового следа. Он отличается хорошо узнаваемой структурой на РЛИ, которая подчиняется закону расширения [28]. Волновой след описывается волнами Кельвина и представляет собой систему волн: продольные волны V-образной структуры и поперечные волны турбулентной струи, находящиеся в центральной части этой структуры. Отображение волнового следа на РЛИ, в первую очередь, зависит от условий проведения радиолокационной съемки (взаимного расположения азимутального угла съемки и направления движения судна) [29]. Гребни продольных волн, распространяющиеся по направлению движения судна, различаются на высокодетальных РЛИ своей V-образной структурой с высокими значениями яркости.

Поперечные волны за кормой судна стремятся к невозмущенному уровню моря, поэтому отображаются на РЛИ линейным сликом с низкими значениям яркости на РЛИ. (рис. 5). Эти изображения характерны и для снимков оптического диапазона, поэтому они могут служить хорошим идентификационным признаков подвижного объекта на морской поверхности.



Рис. 5 Кильватерный след за судами (1) на границе ветрового затишья (2). Фрагмент радиолокационного снимка ИСЗ Envisat ASAR от UTC, обзорный режим съемки (150 м) © ESA, НИЦ «Планета».

Зоны ветровой тени от объектов, находящихся на шельфе. Объекты на морской поверхности препятствуют движению ветрового потока, что приводит к формированию за объектами локальных зон ослабления ветра (в основном при высоких скоростях ветра более 10-12 м/с). Отличительным признаком таких зон является характерный контур, повторяющий форму объектов.

К **третьей группе** сликообразующих явлений относятся как органические пленки биогенного происхождения, так и плавающие на морской поверхности водоросли.

Биогенные пленки ПАВ образуются на морской поверхности за счет выделения продуктов жизнедеятельности и отмирания гидробиоты (водорослей, бактерий, животных организмов). Появление биогенных пленок ПАВ приводит к сглаживанию ветрового волнения на морской поверхности, их образы на РЛИ имеют практически однородный темный характер и большие контрасты [26]. Биогенные пленки легко переносятся течениями, поэтому их непрерывность нарушается. Поэтому они визуализируются на радиолокационных изображениях в виде структуры длинных квазипараллельных (сотни километров) иногда меандрирующих или спирально закрученных сликов. Ветер практически не оказывает влияние на перераспределение вещества в пленке [26] и соответственно не изменяет ее форму. Однако биогенные пленки могут существовать на морской поверхности в виде отдельных локальных пленок. Именно такие пленки более всего сходны с нефтяными по формам и размерам, однако имея меньшую толщину, они существуют на морской поверхности в более узком диапазоне скорости ветра (до 5 м/с). По конфигурации и ориентации биогенных пленок отмечается связь с явлениями в океане и атмосфере: они скапливаются в зонах конвергенции течений, вытягиваются вдоль фронтов и вихревых структур и т.д.

Плавающие на морской поверхности водоросли. В периоды отлива или сильного ветра на морской поверхности наблюдаются плавающие водоросли, которые локально сглаживают ветровое волнение (например, в эстуации реки Волга, на шельфе Казахстана в районе Атырауской области, Керченский пролив). На РЛИ это процесс отображается в виде отдельных сликов, вытянутых по направлению ветра.

Заключение. Анализ показывает наличие разнообразных факторов, вызывающих формирование изображений на оптических и радиолокационных снимках. Технологии спутникового радиолокационного мониторинга объектов морской поверхности широко применяются во многих странах в составе систем оперативного реагирования. Спутниковый радиолокационный мониторинг преимущественно осуществляется на основе данных с ИСЗ ENVISAT, RADARSAT - 1, а также с запуском

спутников нового поколения используются данные RADARSAT – 2 и TERRA-SAR др., обеспечивая оперативный всепогодный контроль обширных районов акватории в обзорном и детальном режимах съемки. Кроме того, спутниковая информация дополняется данными других средств наблюдения (авиационных, морских, береговых).

Цифровые изображения, полученные в оптическом или радиолокационном диапазоне, являются координированными информационными моделями и используются для анализа пространственных объектов. Совокупность цифровых описаний может быть разделена на тематические слои по темам, видам объектов, видам признаков, видам процессов. Совокупность стратифицированных цифровых описаний может быть подвергнута автоматизированному логическому анализу, комбинированию и т.д. Совокупность стратифицированных цифровых описаний создает основу для интерактивного и автоматизированного дешифрирования.

Автоматизированное дешифрирование представляет формализованные знания эксперта, выраженные в алгоритмах компьютерной обработки, для обнаружения объектов анализа без участия эксперта. Такой метод требует создание набора эталонных образов объектов и часто реализуется в виде двухуровневой системы анализа [30]. При использовании автоматизированных методов идентификация объектов на РЛИ выполняется гораздо быстрее, чем при интерактивном дешифрировании. Однако автоматизированные методы не могут учитывать все возможные информационные ситуации, встречающиеся на практике.

Радиолокационный контраст на взволнованной морской поверхности может быть обусловлен подавлением сликами высокочастотной составляющей спектра ветрового волнения на морской поверхности, в связи с чем изображение выглядит на радиолокационном изображении темным пятном. Подобные сигнатуры на РЛИ могут создавать другие природные явления: области локального ослабления ветра, атмосферные гравитационные волны, фронтальная атмосферная циркуляция, подоблачная конвекция, дождевые и градовые ячейки, ветровая тень от объектов на шельфе, области ветрового затишья у прибрежного рельефа, океанические внутренние волны, апвеллинг, начальные формы льда, зоны конвергенции течений и фронты, подводная топография, антициклонические вихри, биогенные пленки ПАВ, плавающие на морской поверхности водоросли, кильватерный след. В целом развитие данного исследования требует создания наборов эталонов и дешифровочных признаков для идентификации объектов морской поверхности.

Список литературы

1. Бармин И. В., Савиных В. П., Цветков В. Я., Затыгалова В. В. Мониторинг загрязнений моря судами по данным дистанционного зондирования // Морской сборник. 2013. – т.1998. - №9. –с.41-49.
2. Павлыгин Э.Д., Соснин П.И. Многоагентное моделирование и визуализация окружающей обстановки морского судна //Автоматизация процессов управления. – 2010. – №. 2. – р.3-12.
3. Skjetne R., Smogeli O. N., Fossen T. I. A Nonlinear Ship Manoeuvring Model: Identification and adaptive control with experiments for a model ship // Modeling, identification and control. – 2004. – V. 25. – №. 1. – р.3-27
4. Горобец В. Н. и др. Математическая модель радиолокационного образа корабля на морском волнении //Радиофизика и электроника. – 2011. – №. 2 (16),№ 4. – С. 60-65.
5. Fossen T. I., Sagatun S. I., Sørensen A. J. Identification of dynamically positioned ships //Control Engineering Practice. – 1996. – V. 4. , №. 3. – р.369-376.
6. Åström K. J., Källström C. G. Identification of ship steering dynamics //Automatica. – 1976. – V.12. – №. 1. – р.9-22.
7. Chang S. J. Vessel identification and monitoring systems for maritime security //Security Technology, 2003. Proceedings. IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference on. – IEEE, 2003. – р.66-70.
8. Skjetne R., Smogeli Ø. N., Fossen T. I. A Nonlinear Ship Manoeuvring Model: Identification and adaptive control with experiments for a model ship //Modeling, identification and control. – 2004. – T. 25. – №. 1. – р.3-27.
9. Buckley G. W. et al. Control system for a marine vessel : пат. 6273771 США. – 2001.
10. Clifford P. J., Hart N. R., Meulman C. B. Satellite system for vessel identification : пат. 7483672 США. – 2009.
11. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166- 2170.
12. Tsvetkov V. Ya. Semantic environment of information units // European Researcher, 2014, Vol.(76), № 6-1, p.1059-1065.
13. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Новые информационные технологии и геоинформационные технологии // Информационные технологии, 2002, №2. С.52-55.
14. Соловьёв И.В. Геодезия и прикладная информатика // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD» 2014 - № 2 (3) - с.126-144.
15. Цветков В.Я., Кулагин В.П. Введение в геоинформатику. - М.: Макс Пресс 2005 - 99 с.

16. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. – 2013. - №12. – с.2-9.
17. Воройский, Ф.С. Систематизированный толковый словарь по информатике. – М.: Либерия, 1998. – 376 с.
18. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геоинформационные и информационные технологии // Геодезия и картография, 2002, №3. С.41- 43
19. Соловьёв И.В. О происхождении и содержании понятия «инфосфера». Инфосфера как объект исследования наук об информации // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-1. - С. 66-71.
20. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: Критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969 с. 23-82.
21. Tsvetkov V.Ya. Information field. Life Science Journal 2014- 11(5). –pp.551-55.
22. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Инфосфера и инфология. – М: ТОРУС ПРЕСС, 2013. -176с.
23. Соловьёв И.В., Балыбердин А.Л., Кудж С.А. О концепции информационно-функционального пространства морской деятельности// Морская политика России, 2006. - № 3-4 (март-апрель). - С. 4-9.
24. Иванов А. Ю., Затягалова В.В. Радиолокационный мониторинг мест установки и транспортировки морской платформы // Oil & Gas Journal Russia, 2008. 3(16). С. 61-70.
25. Bern T., Walt T., Andersson T., Olsen R., Oil spill detection using satellite based SAR: Experience from a field experiment//Proc. Ist ERS-1 Symp., 4-6 November 1992.Cannes.France.P.829-834.
26. Затягалова В. В. Исследование и разработка методики геопро пространственного экспресс-анализа нефтяных загрязнений моря по данным дистанционного зондирования Земли из космоса. / Дис. на соискание ученой ст. к.т.н. Специальность 25.00.35. "Геоинформатика" - С. МГУГиК, 2012, - 132с.
27. Alpers W. Investigation of atmospheric gravity waves and rotors in the marine boundary layer using spaceborne synthetic aperture radar images // Proc. Int. Geosci. and Remote Sens. Symp. (IGARSS2008). Boston, Massachusetts, U.S.A., 6–11 July, 2008. V. IV. P. 57–60.
28. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев А.Г. и др. Комплексный спутниковый мониторинг морей России - М.: ИКИ РАН,2011. - 480с.
29. Reed, A. M., and J. H. Milgram (2002), Ship wakes and their radar images, Annu. Rev. Fluid Mech., 34, 469–502, doi:10.1146/annurev.fluid. 34.090101.190252.
30. Кулагин В. П., Цветков В.Я Особенности многоуровневого тестирования // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. - №4. –с.5-12.