

О РОЛИ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Андрей Хаустов

ФГБУ «МОРСКАЯ
СПАСАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА»



Иван Королёв

АО «ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЙ»

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН) представляет собой комплекс многофункциональных мероприятий с использованием различных методик и технических средств. Вне зависимости от характера разлива все мероприятия направлены в первую очередь на локализацию нефтяной пленки с целью предупреждения ее дальнейшего распространения и для минимизации размера загрязненной поверхности (рис. 1).

Круглосуточный и всепогодный мониторинг разливов нефти является ключевым фактором при рассмотрении вопросов эффективного выделения ресурсов на ЛАРН. Информация по результатам обнаружения и мониторинга местоположения нефти определяет цели и задачи для применения технологий. Прогнозирование будущих райо-

нов распространения разлитой нефти позволяет своевременно корректировать планы ЛАРН с учетом факторов, характерных для данного участка, подстраиваться под периоды неблагоприятных погодных условий, которые могут временно ограничить деятельность АСФ, а также определить экологически чувствительные зоны.

В различное время специальными службами Канады, США, Норвегии и России были опробованы такие технологии обнаружения, как акустическая, радиолокационная, технология ультрафиолетового облучения, технология инфракрасного излучения, технология γ -излучения, радиометр сантиметрового диапазона, газоанализаторы, георадары. Радиолокационные станции (РЛС) с синтезированной апертурой антенны (SAR), на работу которых не влияют наступление темноты и присут-

ствие облачности, являются технологией мониторинга акватории, в развитии которой произошел наибольший прогресс в области наблюдения в высоких широтах. В настоящее время РЛС с SAR, установленные на космических аппаратах, позволяют обнаруживать и определять границы крупных пятен нефти в море с детальностью до 1 м (таблица 1).

Основной ценностью радиолокационного изображения со спутника является его способность документировать изменяющуюся экологическую и навигационную обстановку в непосредственной близости от места разлива, что представляет собой ценное средство тактического планирования для более эффективного и безопасного развертывания судов и систем сбора нефти. Важные преимущества спутниковой РЛС заключаются в том, что ее можно использовать в темное время суток, в штормовых условиях, а также для обследования больших территорий (рис. 2).

Большинство технологий, используемых при ЛАРН в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), являются адаптированными вариантами решений, применяемых в регионах умеренного климата на открытой воде. В условиях Арктики очевидными факторами влияния на эффективность технологий ЛАРН являются наличие различных видов морского льда, экстремально низкие температуры, ограниченная видимость (метеоусловия, полярная ночь), сильное волнение на море и ветер. Указанные условия могут также влиять на пути и масштабы распространения разлитой нефти и таким образом увеличивать или снижать эффективность мероприятий. Например, лед в различных его формах может значительно затруднить обнаружение нефти, мониторинг, локализацию и сбор нефтяных пятен с помощью боновых



Рис. 1. Общая схема организации управления ЛАРН



Рис. 2. Пример спутникового радиолокационного изображения от 23 марта 2019 г.

Табл. 1. Характеристики радиолокационных изображений

Режим съемки	Пространственное разрешение	Поляризация	Размер сцены
Sentinel-1A/B			
Extra-Wide Swath Mode (Level 1 GRDM)	20×40 м	HH + HV, HH, VV, VV+VH	400 км
TerraSAR-X			
StripMap	3 м	VV или HV	30×50 км
StripMap DualPol	6 м	HH + VV или	
HH + HV или VV + VH	15×50 км		
ScanSAR	18 м	VV или HV	100×150 км
RADARSAT-2			
Ultra Fine	3 м	Одиночная или двойная	20×20 км
Fine	8 м	Одиночная или двойная	50×50 км
Standard	25 м	Одиночная или двойная	100×100 км

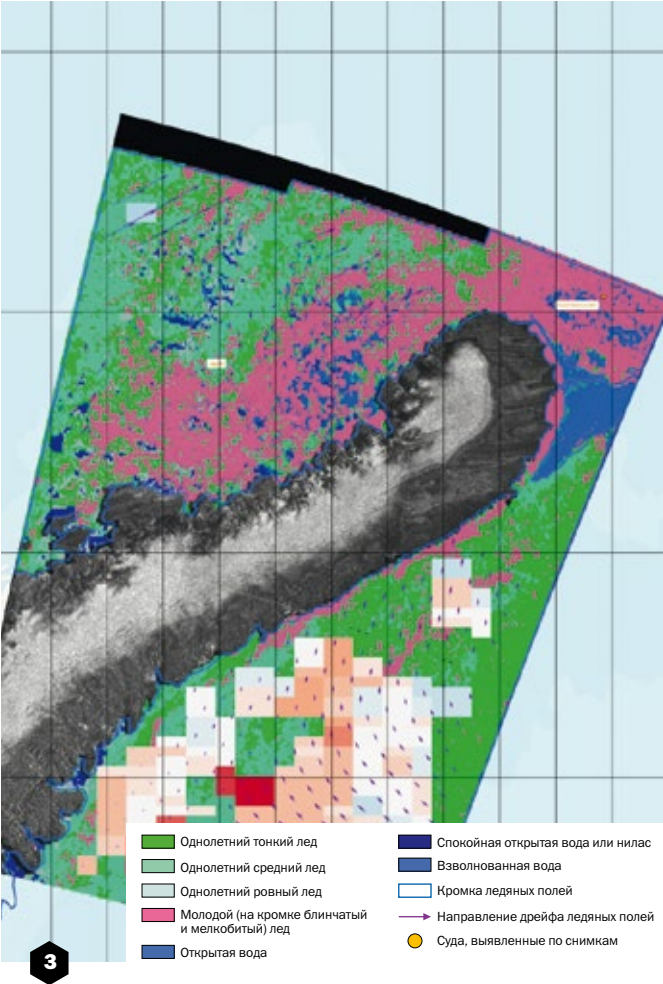


Рис. 3. Ледовая обстановка на одном из участков мониторинга, 20 марта 2019 г.

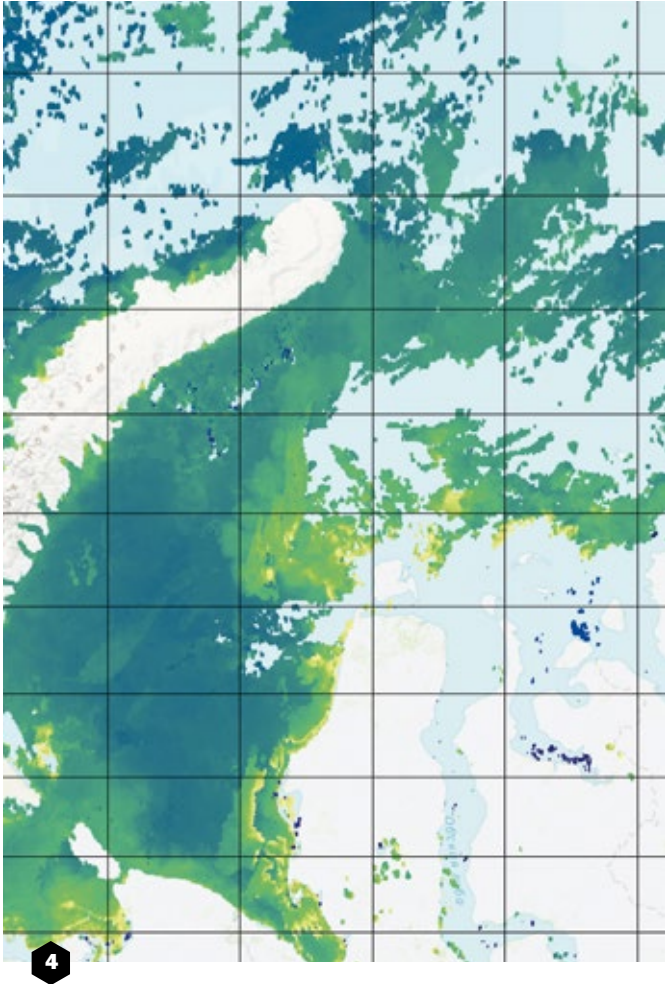


Рис. 4. Карта распределения первичной продукции фитопланктона в юго-западной части Карского моря, первая декада августа 2017 г.

загрязнений, скиммеров и любых плавучих средств аварийно-спасательных формирований (АСФ). С другой стороны, естественная локализация, которую обеспечивает лед, может упростить задачу сбора. Применение данных, получаемых с новых радиолокационных спутников, в качестве вспомогательных средств при ЛАРН в арктических условиях оправдывает себя и в случае с четко очерченными пятнами, распространяющимися среди разреженного пакового льда (рис. 3).

Разреженный лед зачастую способствует естественной локализации нефти, что замедляет скорость ее распространения на поверхности моря. Неровная поверхность паковых льдов также способствует локализации разлитой нефти на относительно небольшой площади. В открытом море пятна могут распространяться и дрейфовать настолько быстро, что загрязнение береговой линии происходит раньше начала мероприятий по ликвидации разлива. Лед, однако, может локализовать разлив нефти и позволить выиграть время на подготовку мероприятий по ликвидации. Низкие температуры и малые амплитуды волн в ледяном поле замедляют выветривание разлитой нефти, что и увеличивает окно реализации некоторых способов уборки нефти.

Особенное внимание следует обратить на то, что не каждое пленочное загрязнение, выявленное на спутниковом снимке, непременно имеет нефтяное происхождение. Схожий эффект дают также присутствие первичной продукции фитопланктона, апвеллинговые процессы, турбулентные завихрения от работающих судовых винтов. В рамках экологического спутникового мониторинга осуществляется дистанционный контроль первичной



Рис. 5. Специализированный морской буй (CLS, Франция) для размещения в нефтяных пятнах

продукции фитопланктона по содержанию пигмента хлорофилла А. При ведении активной хозяйственной деятельности, заключающейся в проведении буровых работ и сопутствующем им интенсивном судоходстве, в случае возникновения внештатных аварийных ситуаций концентрация фотосинтетических пигментов фитопланктонных сообществ резко снижается, при этом возрастает концентрация феофитина — продукта деградации хлорофилла А. Таким образом, по содержанию и распределению пигментов в воде можно делать выводы о биологической активности в районе ведения буровых работ, а также о том, оказывают ли они негативное экологическое влияние на окружающую среду (рис. 4).

Прогнозирование развития кризисной ситуации и предсказание ее возможных последствий выполняются на основе гидрометеорологических и океанографических данных с использованием математических моделей дрейфа, учитывающих регулярно формируемый семидневный прогноз метеорологической

обстановки (ветер, волнение) и трехдневный прогноз морских поверхностных течений с двухминутным временным разрешением.

Верификация результатов моделирования и уточнение последующего прогноза вероятных направлений распространения нефтяного пятна производится с помощью морских дрейфующих буйев, оснащенных передатчиками спутниковой системы определения местоположения и сбора данных ARGOS (рис. 5). Буи, оснащенные спутниковыми радиомаяками, помещаются в эпицентр загрязнения и начинают дрейфовать вместе с пятном под действием ветра и поверхностных течений.

Радиомаяк каждого буя периодически отправляет на спутники короткие сообщения с координатами буя, определенными с помощью встроенного приемника ГЛОНАСС/GPS. Спутниковая система принимает, обрабатывает и передает конечному пользователю посредством сети Интернет информацию о перемещениях всех буйев, позволяя дистанционно оценивать дрейф нефтяного пятна.

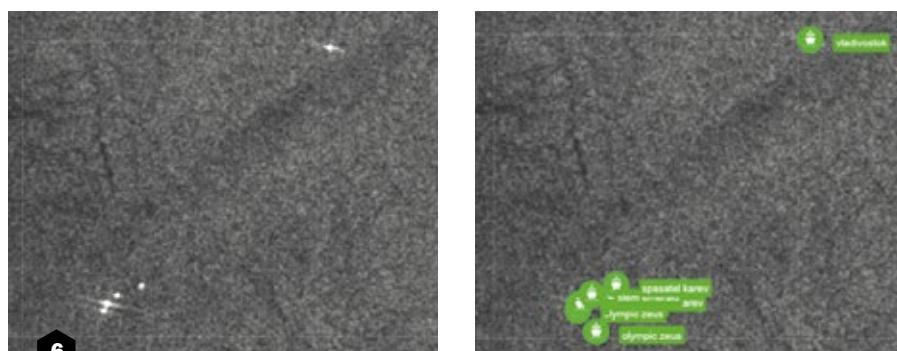


Рис. 6. Выявление судов на радиолокационных спутниковых изображениях

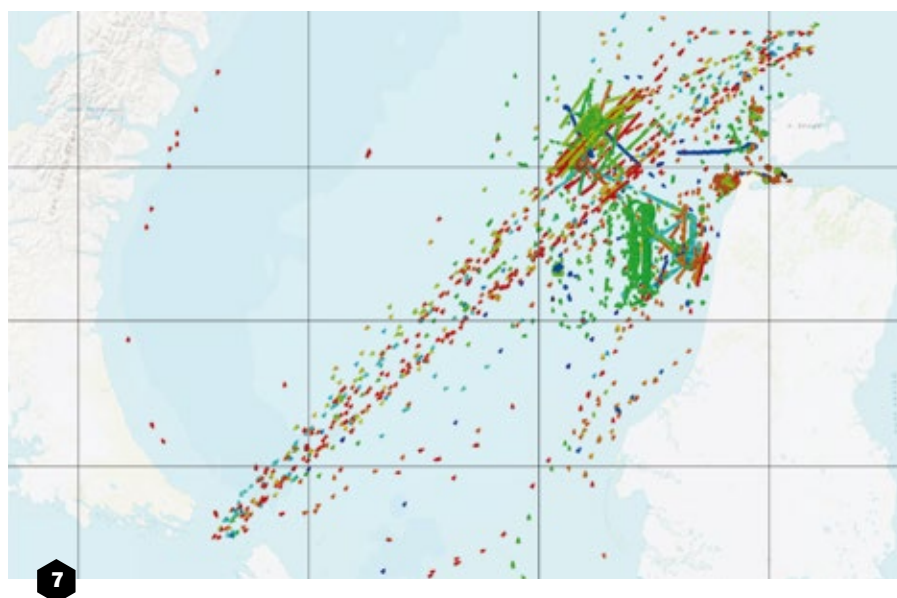


Рис. 7. Судовая обстановка в юго-западной части Карского моря, август 2018 г.



Рис. 8. Ликвидация разливов нефти АСФ ФГБУ «Морспасслужба»

В случае обнаружения разлива нефти выполняется определение потенциального источника посредством выявления судов на радиолокационных спутниковых изображениях (рис. 6) и анализа местонахождения и передвижения судов в зоне разлива по данным Automatic Identification System (рис. 7).

Мероприятия по обеспечению ЛАРН осуществляются аварийно-спасательными формированиями, входящим в состав сил и средств ФГБУ «Морская спасательная служба» (рис. 8). Силы и средства применяются на основании прогноза траектории и скорости распространения нефтяного пятна, его размеров и удаленности от экологически чувствительных зон.

Сотрудники ФГБУ «Морская спасательная служба», обладая многолетним опытом и высокой квалификацией, обеспечивают выполнение данных операций на самом высоком уровне.

Изложенный подход к комплексному применению технологий дистанционного зондирования при обеспечении аварийно-спасательных операций в акватории АЗРФ позволяет существенно повысить уровень экологической и промышленной безопасности. Информация, получаемая в результате внедрения комплекса описанных технологий, имеет важное практическое значение для рационального природопользования при реализации проектов нефтегазовой отрасли в прибрежно-шельфовых зонах арктических морей России, для мониторинга утечек и разливов нефтепродуктов, а также экологического состояния и прогноза эволюции экосистем морей в целом. ¶