

УДК 551.507.362.2:599(26)

**В.В. Мелентьев<sup>1,2</sup>, В.И. Черноок<sup>3</sup>, К.В. Мелентьев<sup>4</sup>, А.А. Старцев<sup>2</sup>,  
Т.А. Захарова<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67;

<sup>2</sup> Международный центр содействия реализации программ и проектов ЮНИДО Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29;

<sup>3</sup> Гипрорыбфлот, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Инструментальная, 8В;

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский филиал Российской таможенной академии, 192241, г. Санкт-Петербург, ул. Софийская, 52

**СПУТНИКОВАЯ ТРАСОЛОГИЯ: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В ИНТЕРЕСАХ МАММАЛОГИИ (ТЕРИОЛОГИИ)  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЛЕДО-АССОЦИИРОВАННЫХ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Представлена усовершенствованная методология спутниковой криминалистики с использованием спектрально-поляризационной измерительной РСА аппаратуры высокого разрешения по пространству и глубине зондируемого слоя, впервые в мире установленной на борту советского ИСЗ «Алмаз», а ныне успешно функционирующей на спутниках Envisat и RADARSAT. Приводятся примеры всепогодного трасологического контроля безопасности судовождения в условиях штормового волнения и в присутствии льда различного возраста, сплоченности и происхождения. Рассматриваются угрозы, создаваемые судоводством условиям обитания промысловых объектов и жизнедеятельности ледовых форм морских млекопитающих: ладожской и балтийской нерпы, серого тюленя, а также беломорской популяции гренландского тюленя и тихоокеанского моржа. Валидация тематического дешифрирования спутниковой информации осуществляется с использованием данных мультиспектральной съемки исследуемых акваторий с борта самолета-лаборатории Л-410 «Норд», осуществляемой в различных физико-географических районах. Исследуется возможность независимого эколого-криминалистического РСА-контроля соблюдения правил судовождения в российских территориальных, а также в нейтральных и международных водах.

---

*\* Мелентьев Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, эксперт, e-mail: vv.melentyev@mail.ru; Черноок Владимир Ильич, доктор географических наук, заведующий отделом, e-mail: chernook@grf.spb.ru; Мелентьев Константин Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: k.v.melentyev@mail.ru; Старцев Александр Александрович, директор, e-mail: a.startsev@nwcpc.ru; Захарова Татьяна Андреевна, ассистент кафедры, e-mail: t.a.zakharova@mail.ru.*

*Melentyev Vladimir V., D.Sc., professor, expert, e-mail: vv.melentyev@mail.ru; Chernook Vladimir I., D.Sc., head of department, e-mail: chernook@grf.spb.ru; Melentyev Konstantin V., Ph.D., senior lecturer, e-mail: k.v.melentyev@mail.ru; Startsev Alexandr A., director, e-mail: a.startsev@nwcpc.ru; Zakharova Tatiyana A., assistant, e-mail: t.a.zakharova@mail.ru.*

**Ключевые слова:** аэрокосмическое дистанционное зондирование, спутниковая экологическая криминалистика, опасные ледовые явления, конфликт судоходство — среда обитания ледовых форм морских млекопитающих, РСА — трасологическое дешифрирование.

**Melentyev V.V., Chernook V.I., Melentyev K.V., Startsev A.A., Zakharova T.A.** Satellite traceology: experience of using in the interests of mammalogy for protection of ice-associated marine mammals // *Izv. TINRO*. — 2014. — Vol. 179. — P. 138–157.

Advanced technology of satellite traceology is presented on the base of using the synthetic aperture radar (SAR) with high space and deep resolution installed for the first time onboard Soviet space station Almaz and now functioning successfully onboard the satellites Envisat and RADARSAT. The SAR traceology is the central issue of the satellite eco-criminology and concerns to theory of the traces formation, variability, and preservation in undamaged state. Ships coordinates, their traces and complexity of ice routing are fixed by the method of satellite charting, and their possible influence on ice-associated marine mammals is assessed. Numerous examples of SAR satellite control on navigation in stormy weather and ships' presence in ice with different compactness, origin and age are overviewed, as well as impact of travel facilities on ice-associated animals welfare. Some incidents potentially dangerous for marine mammals are considered for the Gulf of Finland (Baltic Sea). Parameters of the ice cover, as openings, large fractures, and polynyas made by icebreakers in this area were determined on the base of the satellite SAR data, comprehensive digital ice maps with scheme of real ships' routes in the ice were prepared, and the routes correspondence with ESIMO demands was assessed. The satellite SAR survey in the Kandalaksha Bay (White Sea) allowed to fix that winter navigation in the White Sea provoked formation of fractures and polynyas and reduced the sea ice area suitable for reproduction of greenland seals. For validation of this situation, airborne control was organized aboard the aircraft L-410 «Nord» that provided panoramic and IR images of ship channel through the rookeries of the seals in time of their reproduction. Besides, the aircraft made observations of pacific walruses behavior in the Bering Sea which were superposed with the satellite SAR and passive microwave survey in frame of the project «Pacific Walrus». Traceological control of the sea ice in the Anadyr Bay (Bering Sea) allowed to determine the size of openings in the ice and to assess the influence of tide and wind on welfare of ice-associated marine mammals. Some cases of infringement the regulation of navigation were revealed by means of the satellite SAR traceology.

**Key words:** aerospace remote sensing, satellite eco-criminology, dangerous ice phenomenon, conflict between ice navigation and habitat of ice-associated marine mammals, SAR traceological interpretation.

## Введение

Трасология, согласно справочно-учебным изданиям (Энциклопедический юридический словарь, 1997\*; Аверьянова и др., 2000), является центральным разделом криминалистической науки, занимающимся разработкой теоретических основ образования следов, а также исследованиями закономерностей их сохранности и временной изменчивости как косвенных индикаторов (трассеров), маркирующих факт совершения того или иного преступного деяния, в том числе и в области охраны природы.

Спутниковая трасология может быть подразделена на запечатлевающую и исследующую. Первая имеет целью документальную фиксацию доказательств преступления (например, фотосъемка с ИСЗ места экологической катастрофы). Вторая, согласно развиваемой нами идеологии (Мелентьев и др., 2013а, б; Старцев, 2013), подразумевает использование специальной измерительной техники, и прежде всего средств всепогодного мультиспектрального СВЧ-зондирования (Виноградов и др., 1974; Кондратьев и др., 1992; Мелентьев, Мельниченко, 1995; Ионов, 1997; Melentyev, 2013) и проникающей подповерхностной радиолокации (Кондратьев и др., 1992; Melentyev, Chernook, 2005). Существующие методы и средства традиционной трасологии позволяют выполнить классификацию объектов, оставляющих следы, и выделить среди них следующие направления: а) следы человека (антропоскопия); б) следы животных, в том числе и

---

\* Энциклопедический юридический словарь. М.: ИНФРА, 1997. 246 с.

ледо-ассоциированных морских млекопитающих; в) следы орудий и инструментов (механоскопия); г) следы транспортных средств (Международное морское право, 2003).

Для исследования следов различного вида и происхождения в спутниковой криминологии используются спектрально-поляризационные активно-пассивные дистанционные датчики. Существенную помощь в раскрытии экологических преступлений оказывает аппаратура теплового ИК и радиодиапазона, позволяющая обнаруживать слабоконтрастные малоразличимые объекты и цели независимо от времени суток и присутствия облачности в регионе (Черноок и др., 2008; Мелентьев и др., 2011, 2013а).

Спутниковая трасология предполагает не только развитие измерительных средств, но и совершенствование технико-криминалистических методов тематического дешифрирования информации о состоянии природных и техногенных объектов и сред, используемой в ходе расследования преступных экологических деяний.

Цель данной работы — совершенствование методологии спутниковой криминалистики с использованием современной измерительной аппаратуры, устанавливаемой на ИСЗ последнего поколения Envisat и RADARSAT. При этом в качестве основной задачи ставится использование трасологии в интересах маммалогии (териологии) для предотвращения угроз, создаваемых судоходством жизнедеятельности ледовых форм млекопитающих в условиях волнения и присутствия льда различного возраста и происхождения.

### **Материалы и методы**

Инструментом обработки спутниковых снимков служит пакет программ ГИС, предназначенный для сбора, хранения, обработки и анализа пространственно-координированных данных о состоянии разнотипных водоемов, а также информации, связанной с представленными в ГИС транспортными объектами, позволяющей производить поиск, анализ и редактирование цифровых изображений, ввод в них дополнительной вспомогательной информации об исследуемых объектах и их состоянии, которая подготавливается экспертом. Используемые программные пакеты включают в себя возможность управления базами данных, редакторы растровой и векторной графики, а также аналитические средства исследования изменчивости объекта во времени и под влиянием природных возмущений и техногенного пресса.

### **Результаты и их обсуждение**

#### *Результаты спутникового РСА трасологического маммалогического контроля акватории Балтийского моря и Ладожского озера*

Спутниковая криминалистика располагает собственным аэрокосмическим инструментарием, дальнейшее совершенствование которого позволяет повышать точность и достоверность дистанционной экологической диагностики состояния различных природных образований и сред, включая управление плаванием во льдах и контроль безопасности жизнедеятельности ледовых форм млекопитающих, обитающих в морских и пресноводных водоемах (Кондратьев и др., 1975, 1995; Melentyev, Chernook, 2005; Мелентьев и др., 2011; Melentyev, 2013; <http://earth.esa.int/envisat>).

На рис. 1 представлены данные спутниковой РСА-съемки центральной и восточной части Финского залива Балтийского моря, а также схема транспортных коридоров, утвержденная для этой акватории на основании межгосударственных соглашений РФ, Финляндии и Эстонии ([http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp\\_id/1/section\\_id/9](http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/1/section_id/9)).

Распределение льда на обследованной акватории типично для зимы выше умеренной суровости, когда практически вся северо-восточная часть Балтийского моря покрывается тонким однолетним припайным льдом. Лед этот ровный, что свидетельствует о его раннем замерзании в условиях маловетренной погоды, не представляющий особых трудностей для прокладки канала (Сазонов, 2006; Шарлай, 2010; <http://sea-library.ru/upravlenie-sudnom/351-plavanie-vo-ldah.html?start=13>). Области торшений и сжатий,

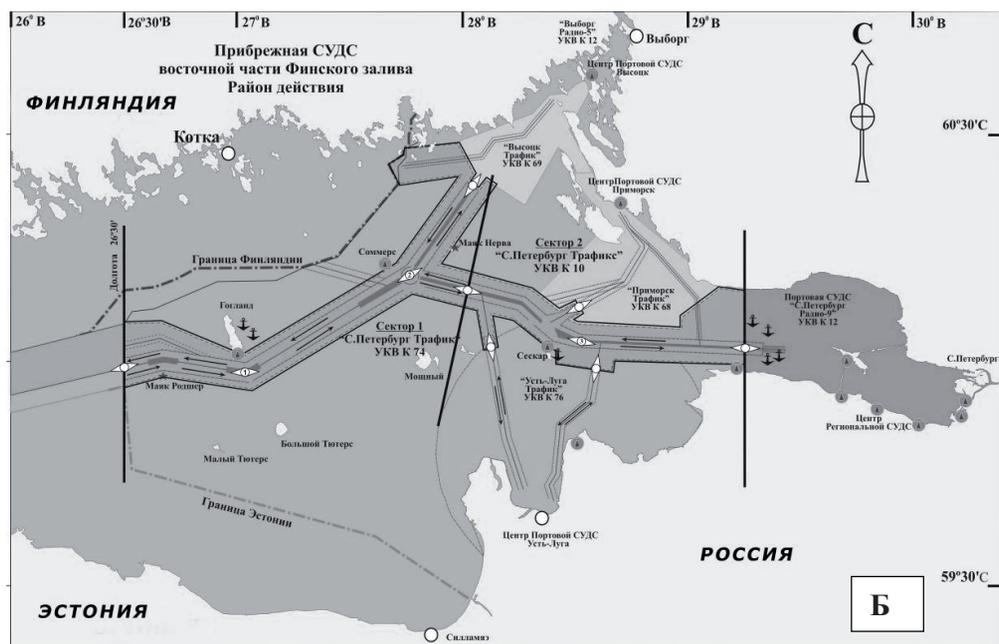
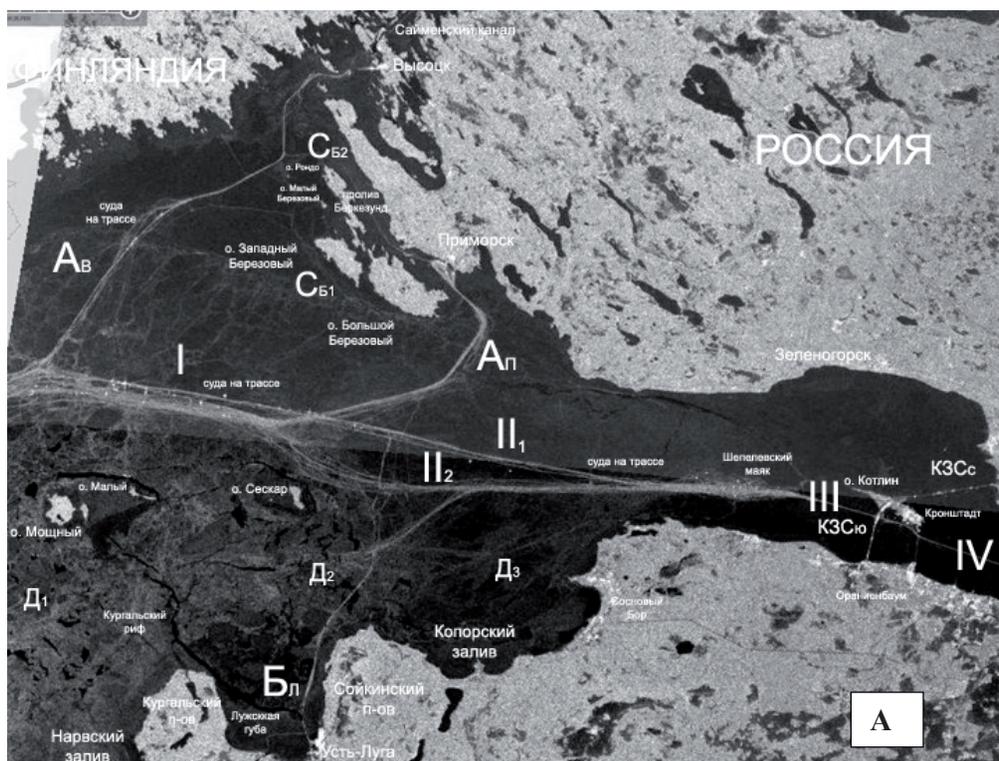


Рис. 1. Результаты тематического трасологического дешифрирования РСА-изображения восточной части Финского залива (А), ИСЗ RADARSAT, 21 марта 2010 г. (I, II, III, IV, A<sub>В</sub>, A<sub>П</sub>, B<sub>Л</sub>, C<sub>Б1</sub>, C<sub>Б2</sub> — участки транспортного коридора на Санкт-Петербург, Выборг, Приморск, Усть-Лугу и вокруг Березовых островов; II<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> — альтернативные участки; K3C<sub>Ю</sub>, K3C<sub>С</sub> — южная и северная части комплекса защитных сооружений) и навигационная схема транспортных коридоров, установленная на основе норм международного морского права (ЕСИМО) (Б)

Fig. 1. Results of traceological interpretation of RADARSAT SAR image for the eastern part of the Gulf of Finland (A) on March 21, 2010 (I, II, III, IV, A<sub>В</sub>, A<sub>П</sub>, B<sub>Л</sub>, C<sub>Б1</sub>, C<sub>Б2</sub> — ship routes to St. Petersburg, Vyborg, Primorsk, Ust-Luga, and around Berezovy Islands, II<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> — alternative routes; K3C<sub>Ю</sub>, K3C<sub>С</sub> — southern and northern dams); scheme of ship routes in the eastern part of the Gulf of Finland recommended by ESIMO (Б)

представляющие определенные трудности для ледового плавания, сосредоточены к юго-западу от о. Мощного. Съемка выполнена в начале 3-й декады марта, но, как можно судить по «радиопортрету», процессы таяния льда и снега в регионе еще не начались. Более того, ночью в регионе преобладали отрицательные температуры, так что даже в больших разводьях и трещинах идет процесс новообразования ниласового льда.

Часть ледовой трассы, оказавшаяся в поле зрения ИСЗ, в соответствии с ЕСИ-МО ([http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp\\_id/1/section\\_id/9](http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/1/section_id/9)) разделена на несколько условных участков (I–IV), различающихся по состоянию льда, условиям судоходства и возможному присутствию морских животных. Сведения о координатах начала и конца каждого участка, рассчитанные с использованием ГИС-приложения и навигационных карт, а также информация о сложности ледового плавания, согласно предложенной нами 5-балльной шкале, приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Координаты, протяженность ледовых трасс и сложность судоходства  
по данным PCA-съемки 21 марта 2010 г.

Table 1

Coordinates, extension of ship tracks, and values of ice navigation complexity determined  
by RADARSAT SAR survey on March 21, 2010

Отрезок трассы (по рис. 1)	Координаты				Протяженность согласно ГИС/навигационной карте, км	Сложность судоходства, баллы	
	Исходная точка		Конечная точка				
	Широта (северная)	Долгота (восточная)	Широта (северная)	Долгота (восточная)			
I	60°13'27"	27°39'07"	60°08'33"	28°15'31"	39,40/33,50	4	
II	II <sub>1</sub>	60°08'56"	28°21'14"	60°01'28"	29°13'00"	49,80/58,83	2
	II <sub>2</sub>	60°08'12"	28°15'57"	60°01'32"	29°11'52"	55,24/57,40	3
III	60°01'40"	29°11'47"	59°57'37"	29°48'05"	34,27/20,96	2	
IV	59°57'21"	29°48'30"	59°52'05"	30°10'17"	22,83/29,10	2	
A	A <sub>a</sub>	60°14'03"	27°39'29"	60°35'29"	28°36'00"	70,56/68,20	1
	A <sub>n</sub>	60°08'28"	28°16'19"	60°19'59"	28°53'18"	45,64/41,61	3
B <sub>n</sub>	60°02'10"	28°44'25"	59°43'26"	28°18'07"	46,63/48,57	3	
D	D <sub>2</sub>	59°58'25"	28°29'51"	60°09'52"	28°38'52"	23,44/27,87	4
	D <sub>3</sub>	59°58'28"	28°32'07"	60°00'59"	29°13'13"	39,42/–	1
C <sub>б</sub>	C <sub>б1</sub>	60°25'00"	28°00'27"	60°13'05"	28°46'19"	51,17/44,36	1
	C <sub>б2</sub>	60°29'17"	28°20'08"	60°20'00"	28°41'40"	27,91/32,61	2

Как видно из данных табл. 1, отмечается приемлемое для управления движением судов соответствие координат исходных и конечных точек всех исследованных участков ледовой трассы «Санкт-Петербург–Хельсинки», которые выбираются судоводителями по данным судовой РЛС и фиксируются с помощью PCA-съемки, с данными навигационной карты. Расхождение в протяженности реальных и рекомендованных вариантов прокладки курса не превышает 10–15 %, что связано с необходимостью изменения маршрута ледовых конвоев для избегания областей восторошенного и наслоенного льда. На рис. 1 видно, что в условиях зимы 2009/10 г. наибольшее число зон торожений располагалось на участках I, II<sub>2</sub>, III, A<sub>в</sub>, D<sub>1</sub> и D<sub>2</sub>.

При этом суда,двигающиеся во льдах и в условиях штормового волнения, в ряде сложных метеорологических ситуаций могут «теряться» на PCA-изображениях на фоне восторошенного льда и взволнованного моря (Мелентьев и др., 2013а). И наоборот, поля сморози восторошенного льда, подобные областям D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> на рис. 1, создающие яркую белую засветку радиосигнала, могут создавать эффект «ложных» целей (Смирнова, Мелентьев, 2009), препятствующих созданию автоматизированных систем трасологической экспертизы следов движения судов в период зимней навигации.

Более того, засветки различной яркости могут создавать для малоопытных экспертов проблемы в выделении на «радиопортрете» областей морского и пресноводного льда, различающихся степенью пригодности для образования щенных и линных залежек морского зверя.

Рассмотрим более подробно эту важную для маммалогии методологическую проблему на примере всепогодной самолетной РЛС БО (бокового обзора) съемки Ладожского озера, где обитает ладожская кольчатая нерпа *Phoca hispida ladogensis*, исследованиям «экологии поведения» которой были посвящены наши работы (Melentyev, Chernook, 2005; Мелентьев, 2010; Мелентьев и др., 2011). На рис. 2 приводятся радиоизображения различных частей Ладожского озера, полученные во время новообразования льда (А), полного ледостава (Б) и начала гидрологической весны (В).

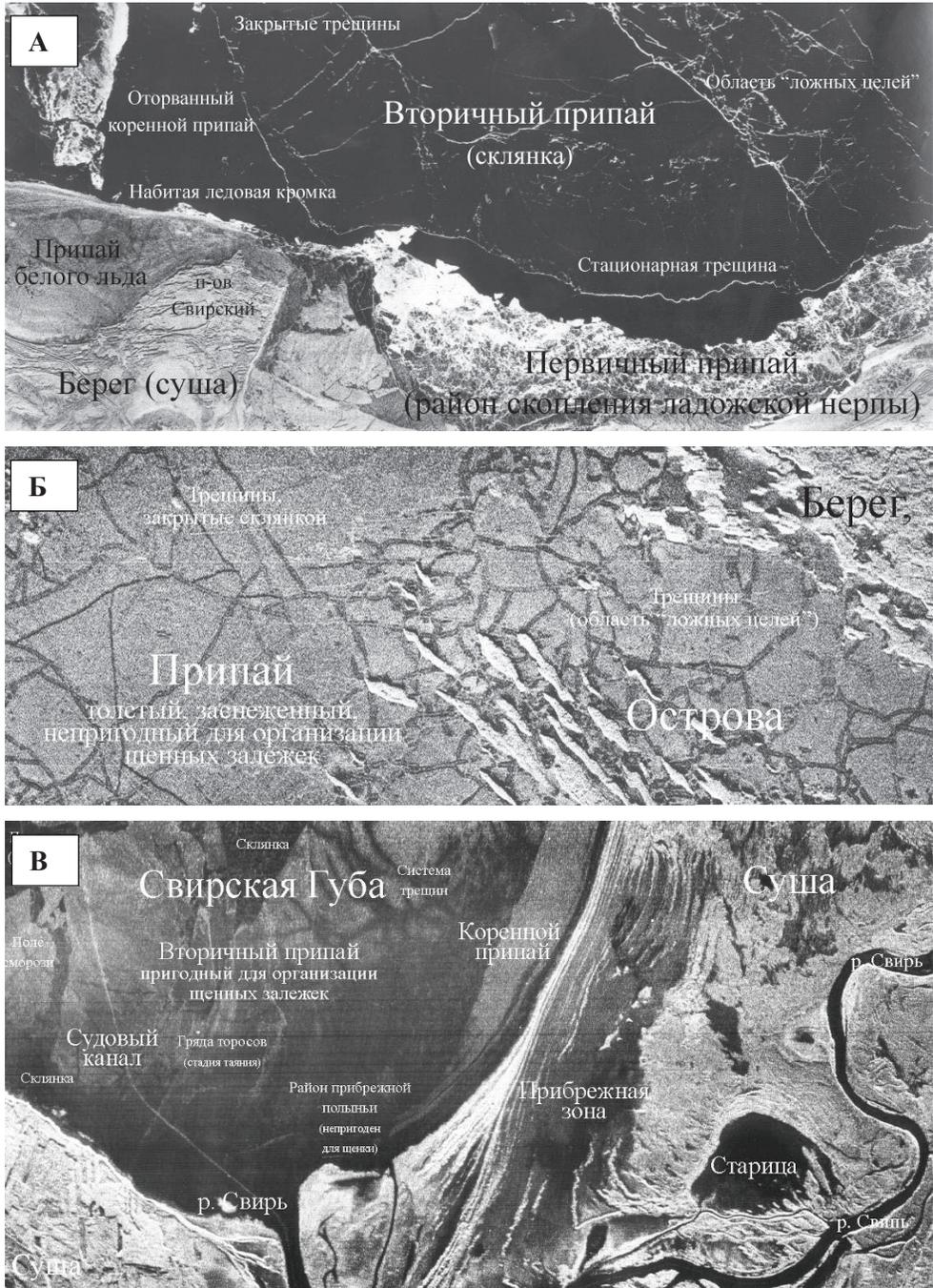


Рис. 2. Результаты трасологического дешифрирования данных самолетной РЛС БО съемки юго-западной части Ладожского озера с помощью комплекса «Нить-1»: А — 18 февраля 1981 г.; Б — 19 декабря 1980 г.; В — 11 апреля 1981 г.

Fig. 2. Traseological interpretation of airborne SLR Nit-1 survey in the southeastern part of Lake Ladoga: А — February 18, 1981; Б — December 19, 1980; В — April 11, 1981

Как показывают данные тематического дешифрирования, часть Свирской Губы, которая активно используется зверем для организации логовищ, репродукции и вскармливания приплода, имеет значительный контраст радиосигнала. РСА сигнатуры этой обширной области заснеженного восторошенного коренного припая имеют существенные отличия в яркости и текстуре от областей малопригодных и непригодных для образования массовых скоплений данного подвида кольчатой нерпы. При небольшом тренинге удается отличать эти зоны от ложных целей, более того, оценивать степень активных техногенных воздействий на состояние льда. Как видно на рис. 2, трасса движения ледокола выбрана удачно, поскольку проложена вне зоны обычных скоплений ценных животных по ровным легко преодолеваемым льдам.

Суда, выполняющие грузовые и пассажирские перевозки в Балтийском море, работают круглогодично, в условиях штормового волнения и в присутствии льда, когда для проводки используются ледоколы, в том числе атомные, обеспечивающие безопасность движения судов, не имеющих усиленного корпуса. При слабо морозной и умеренной зиме формируются караваны судов, идущие в сопровождении одного ледокола, а в тяжелых условиях конвоирование осуществляется двумя ледоколами — ведущим и замыкающим. Согласно данным различных исследователей (Сазонов, 2006; Speckman et al., 2011; <http://sea-library.ru/upravlenie-sudnom/351-plavanie-vo-ldah.html?start=13>), средняя скорость при прохождении каравана по Финскому заливу может снижаться с обычных 7 до 1 уз, когда приходится форсировать особо сложные участки ледовой трассы или возвращаться для обкалывания застрявших судов.

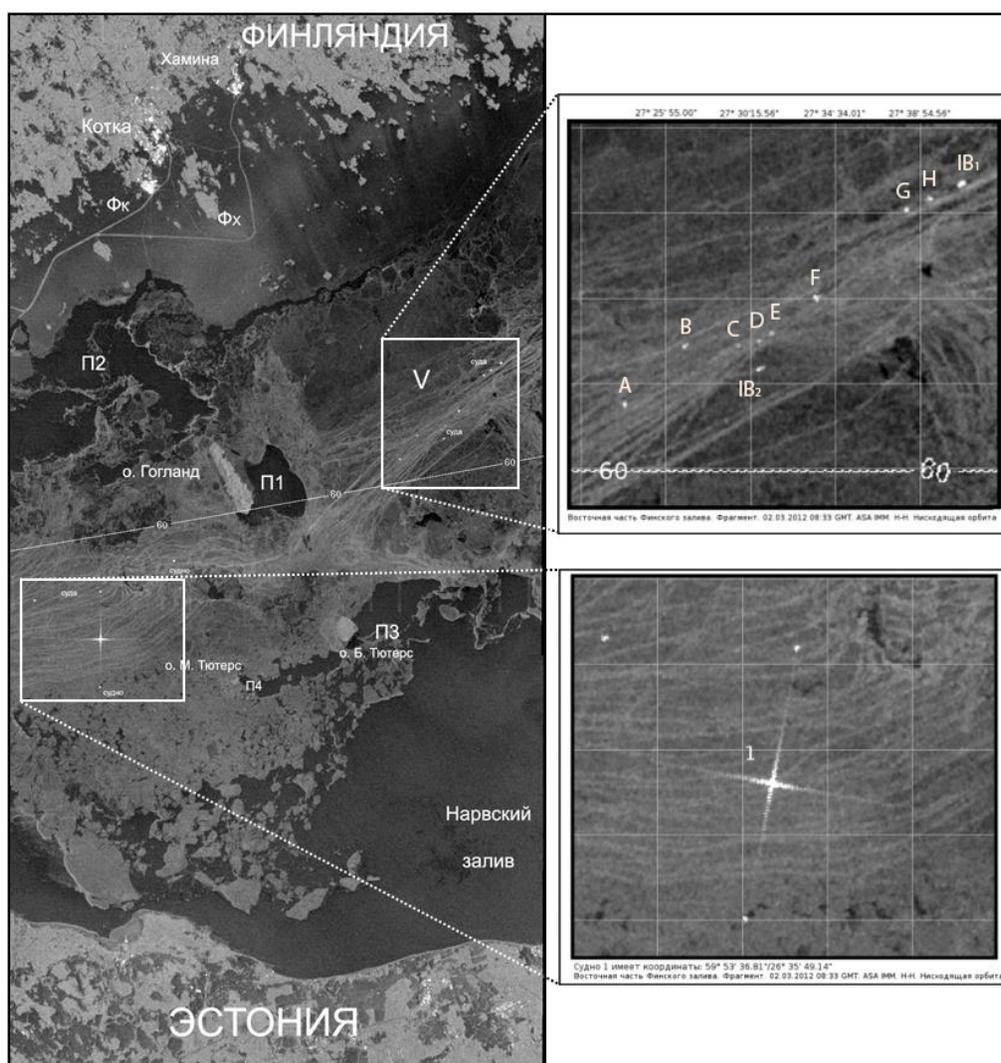
Рассмотрим случай ледокольной проводки в районе о. Гогланд, зафиксированный РСА-съемкой высокого разрешения 2 марта 2012 г. (рис. 3). Отметим, что зима 2011/12 г. на Балтике отличалась высокой суровостью, западная граница дрейфующих льдов припайного происхождения располагалась западнее траверза Таллин–Хельсинки, что создавало значительные трудности прокладки курса.

Трасологический анализ рис. 3 показывает присутствие в обследуемом районе судов различного класса, разного размера и водоизмещения, удельная эффективная площадь рассеяния которых представляет собой яркое белое пятно с четко очерченными границами. На некоторых снимках, однако, видны и расходящиеся от центрального пятна лучи (нижняя правая врезка), что объясняется особенностью отражательных свойств металлоконструкций большегрузных судов и соотношением разрешающей способности РСА-радиолокатора и размеров цели.

Суда, зафиксированные ИСЗ (верхняя правая врезка), движутся в сопровождении ледокола как в сторону Санкт-Петербурга (ИВ<sub>1</sub>), так и в обратном направлении (ИВ<sub>2</sub>), а несколько судов ледового класса, например А и В, выполняют самостоятельное плавание. Использование ГИС-технологии позволяет определить их координаты с точностью долей секунды. Так, например, судно А имеет координаты 60°02'34,20"N/27°23'45,99"E; судно G — 60°07'24,09"N/27°38'12,21"E; судно Н — 60°07'41,57"N/27°39'19,73"E, а ледокол ИВ<sub>1</sub> — 60°08'05,15"N/27°41'00,99"E.

Наши контакты с администрацией Морского порта, ответственной за проведение морских операций на акватории Финского залива, показывают, что указанная функция удобна и полезна не только для наглядного представления картины движения судов на акватории Балтийского моря и высокой точности их идентификации, но и для оценки параметров состояния льда. Данные ИСЗ и их трасологического анализа позволяют проводить координацию действий грузоперевозчиков, а в случае необходимости и организацию поисково-спасательных операций. При этом, поскольку архив РСА-изображений ежедневно обновляется, оператор получает полное представление о движении судов на всей акватории моря и его изменениях во времени и пространстве. В случае же, если судно не выходит на связь и есть предположение о возможности ЧП, проводится ре-анализ имеющихся в распоряжении диспетчера предыдущих РСА-снимков.

Трасологический анализ данных рис. 3 позволяет сделать важнейший методологический вывод, что ледяной покров «консервирует» следы движения транспортных средств различного типа и водоизмещения, сохраняя их на протяжении всего зимнего



Финский залив. 2 марта 2012 г., 08:33 GMT, режим ASA IMM, поляризация Н-Н, нисходящая орбита.

Рис. 3. Результаты трасологического дешифрирования РСА-съемки западной части Финского залива. ИСЗ Envisat-1, 2 марта 2012 г.: V, Фк, Фх — участки транспортного коридора на Санкт-Петербург, Котку и Хамина; П1–П3 — «наведенные» полыньи

Fig. 3. Traseological interpretation of Envisat SAR survey in the western part of the Gulf of Finland on March 2, 2012. V, Фк, Фх — ship routes to St. Peterburg, Kotka, and Hamina; П1–П3 — polynyas

сезона, что важно для проведения последующей РСА-эколого-криминалистической экспертизы и реконструкции инцидентов на море. На рис. 3 прослеживаются многочисленные судовые каналы различной ширины, состояния и возраста, свидетельствующие о сложности ледовой навигации 2011/12 г., когда судоводителям приходилось постоянно менять маршрут движения. Выявленная нами на материале РСА-съемки практически всего списка замерзающих морей российской Арктики возможность спутникового обнаружения и документальной фиксации процесса «старения» ледового канала и необходимости его периодической смены является существенным достижением спутниковой трасологии.

«Старение» канала — процесс, хорошо известный судоводителям, выполняющим проводку судов в присутствии льда. Связан он с тем, что ледокол, по существу, не колет лед, а «наезжает» на него, в результате чего крупнобитые обломки «подсовываются» под лед по обе стороны прокладываемого канала. Дальнейший естественный процесс

новообразования льда на открывшейся части канала приводит к тому, что последующие проходы конвоев по взломанному участку вызывают не только новые «подсовы», но и формирование зон восторошенного льда. В конечном итоге после 10–12 проводок суда оказываются двигающимися среди ледового «барьера», возвышающегося над окружающими невозмущенными ледовыми образованиями. Именно поэтому ледоколы вынуждены менять ледовую трассу.

Данная проблема существенна и для Балтийского моря, где осуществить смену канала не просто из-за высокой интенсивности судоходства, наличия межгосударственных разделительных зон, а также малости глубин, ограничивающих производство такого маневра. Трасологический анализ данных спутниковой съемки района порта Турку позволил выделить по типу РСА-сигнатур 5 градаций старения ледового канала: а) «свежий»; б) использованный; в) многократно использованный; г) требующий смены; е) «старый» канал (Мелентьев и др., 2013а). Прослеживается и возможность обнаружения на спутниковых РСА-изображениях ошибок судоводителей и возникновения чрезвычайных «нештатных» ситуаций, из которых наиболее частой является остановка во льдах, когда судно не получает движения даже при работе машины на полный передний и реверс на задний ход.

В ходе проведения трасологических исследований были выполнены также расчеты геометрических размеров стационарных и «наведенных» проводкой полыней Финского залива, где условия плавания легче, чем в дрейфующем, а тем более в припайном льду. Это направление исследований представляет значительный практический интерес для облегчения условий зимней навигации, поскольку оперативно получаемые данные о местоположении и геометрических характеристиках полыней могут быть использованы Штабом морских операций для выработки рекомендаций по оптимизации условий проводки, если полыни находятся вблизи генеральных маршрутов следования и глубины позволяют прокладывать там курс. Более того, организация движения судов по тонким льдам и открытой воде позволяет экономить топливо, снижает угрозу повреждения корпуса, а также продлевает срок службы специальных покрытий, способствующих уменьшению сопротивления сжатиям. Важна эта информация и для маммалогических исследований, поскольку полыни активно используются морским зверем.

Характеристики квазистационарной полыни П1, расположенной к востоку от о. Готланд, а также крупных разводий П2–П4, рассчитанные с использованием ГИС-приложений, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики полыней и крупных разводий Финского залива, рассчитанные по данным РСА-съемки 2 марта 2012 г.

Table 2

Parameters of polynyas and large fractures in the Gulf of Finland calculated from the data of Envisat SAR survey on March 2, 2012

Полынья	Площадь, км <sup>2</sup>	Периметр, км	Координаты центральной точки полыни	
			Широта	Долгота
П1	60,10	43,70	60°02'09"	27°05'45"
П2	333,12	137,36	59°52'01"	27°18'55"
П3	60,15	49,27	60°14'11"	26°43'09"
П4	31,41	47,51	59°48'45"	27°03'19"

Конечный продукт трасологического дешифрирования может быть представлен и в виде комплексной ледовой карты. Пример такой карты, полученной на материале РСА-съемки 8 февраля 2007 г., приведен на рис. 4. Этот день оказался самым холодным за февраль 2007 г., когда среднесуточная температура воздуха в Санкт-Петербурге составила минус 18,9 °С, в Хельсинки — минус 17,9 °С, в Таллине — минус 16,6 °С. Данные ИСЗ показывают различия характеристик состояния льда, присутствие участков открытой воды, а также множества судовых каналов, проложенных судами, следующими в Санкт-Петербург, Выборг, Приморск, Высоцк и финские порты Котка и Хамина.

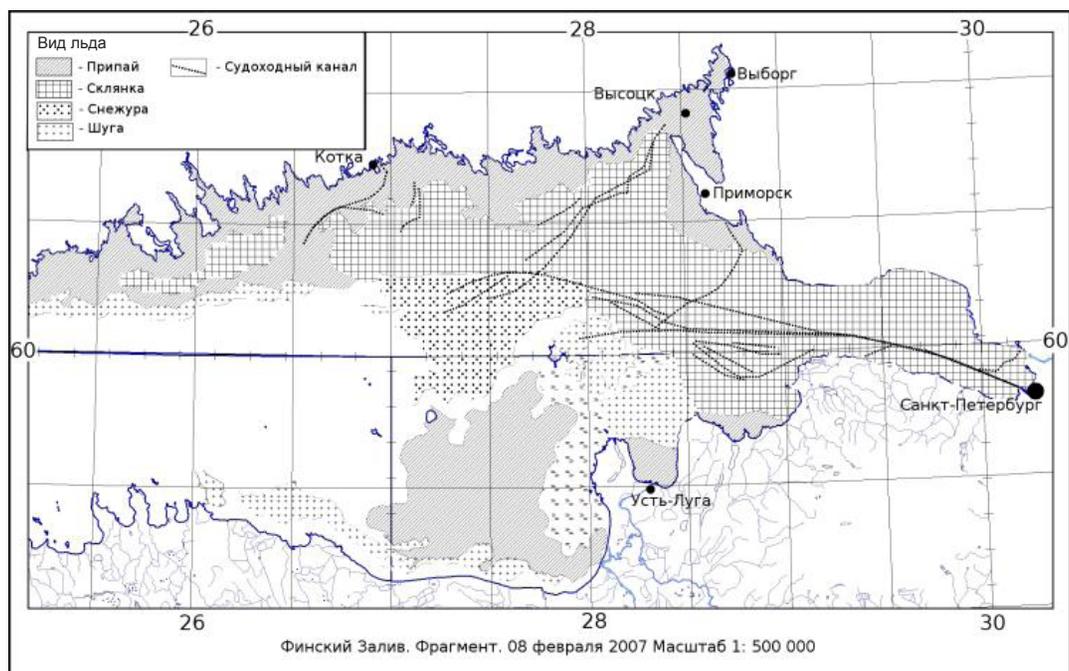


Рис. 4. Комплексная ледовая карта восточной части Финского залива, 8 февраля 2007 г.

Fig. 4. Comprehensive ice map of the central and eastern parts of the Gulf of Finland on the base of Envisat-1 data on February 8, 2007

Экологические катастрофы на море различного вида и масштаба могут происходить и в результате принятия ошибочных политических решений. Так, в начале 1990-х гг. из-за непродуманных решений федерального центра Россия лишилась большей части морской транспортной инфраструктуры в бассейне Черного и Балтийского морей и была вынуждена создавать новые порты на акватории мелководных заливов, малопригодных для судоходства, в особенности для зимнего плавания. Многие из этих районов имели статус особо охраняемых природных территорий и оставались до последнего времени последним прибежищем для балтийской кольчатой нерпы *Phoca hispida botnica* и занесенного в Красную книгу серого тюленя *Halichoerus grypus*. Примером может служить строительство большегрузного перевалочного морского порта в Лужской губе Финского залива (рис. 5), сооружение которого происходило в рамках концепции «дружественного экопорта» (Мамаева, 2012; Шилин, Петрова, 2013), разработка которой, однако, была выполнена без учета значимости этой акватории для сохранения биоразнообразия Балтийского моря.

Трасологический анализ серии последовательных РСА-изображений акватории Лужской губы, относящихся к началу апреля 2012 г., позволил проследить временную изменчивость параметров состояния льда и, соответственно, условий судоходства. Так, если 6 апреля при среднесуточной температуре воздуха ( $T_{ср}$ )  $2,1^{\circ}\text{C}$  общая площадь, занятая льдом, составляла  $174,3\text{ км}^2$ , то 7 апреля за счет понижения  $T_{ср}$  до минус  $0,6^{\circ}\text{C}$  площадь возросла до  $203,5\text{ км}^2$ . В итоге, как показывают расчеты в ГИС-приложении, судам, следовавшим в этот день от комплексов перегрузки угля (I) и навалочных грузов (II), приходилось преодолевать соответственно 7,3 и 6,2 км тяжелых припайных льдов, а по открытой воде в пределах исследуемой акватории — 8,5 км. На следующий день из-за изменения синоптической ситуации и усложнения ледовых условий курс, рекомендованный судам, следующим от обоих перегрузочных комплексов, был изменен. При этом длина трассы во льдах возросла соответственно до 12,5 и 10,6 км (отмечена белой пунктирной линией с направляющими стрелками), а длина перехода по открытой воде уменьшилась до 4,7 км. Для сравнения укажем, что 4 апреля при среднесуточной температуре минус  $1,5^{\circ}\text{C}$  площадь льда в Лужской губе, по данным ГИС, составляла  $190,9\text{ км}^2$ .

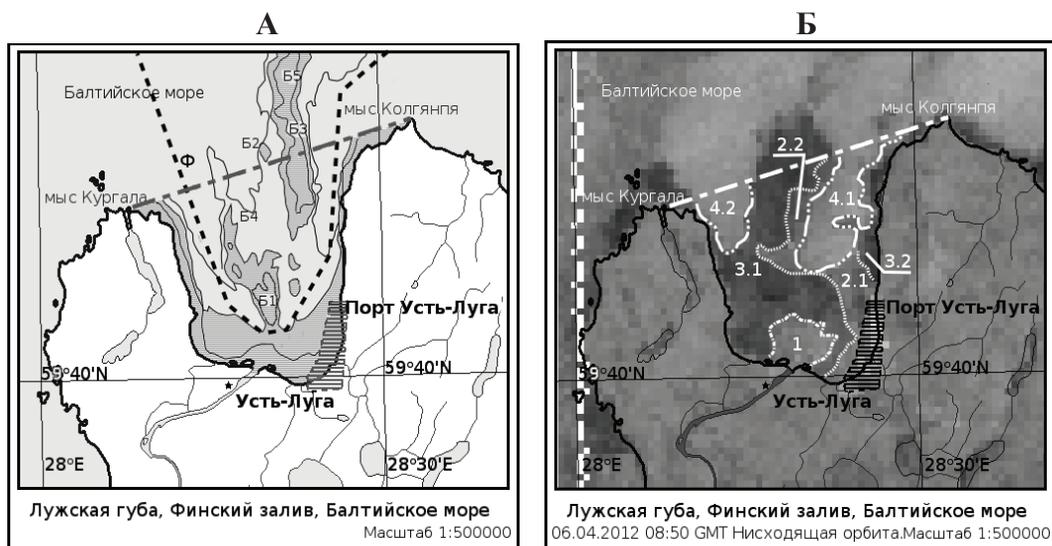


Рис. 5. Карта Лужской губы, полученная с помощью ГИС-приложения (А) и данные трасологического дешифрирования (Б), Envisat-1, 6 апреля 2012 г.: *B1* — банка Мерилода (глубины  $L < 7$  м); *B2* — банка Вальштейна ( $L < 7$  м); *B3* — банка Репина ( $L < 9$  м); *B4* — банка Шпартенкова ( $L < 5$  м); *B5* — банка Селхематала ( $L < 7$  м); *пунктирная линия* — фарватер; *итрих-пунктир* — внешняя граница исследуемой акватории; *1* — первичный припай,  $S = 16,0$  км<sup>2</sup>; *2.1, 2.2* — вторичный припай,  $S = 46,6$  км<sup>2</sup>; *3.1* и *3.2* — припай на мелководьях и банках,  $S = 110,7$  км<sup>2</sup>; *4.1* и *4.2* — полыньи и участки открытой воды,  $S = 53,8$  км<sup>2</sup>

Fig. 5. Map of the Luga Bay (А) and trassological interpretation of Envisat-1 data on April 6, 2012 (Б). *B1, B2, B5* — shoal banks with depth  $< 7$  m; *B3* — shoal bank with depth  $< 9$  m; *B4* — shoal bank with depth  $< 5$  m; *dotted line* — navigating channel; *dash-dot line* — outer boundary of investigated area; *1* — primary fast-ice,  $S = 16.0$  км<sup>2</sup>; *2.1, 2.2* — secondary fast-ice,  $S = 46.6$  км<sup>2</sup>; *3.1, 3.2* — off-shore fast-ice,  $S = 110.7$  км<sup>2</sup>; *4.1, 4.2* — polynyas and openings in ice,  $S = 53.8$  км<sup>2</sup>

Однако резкие «скачки» площади льда на Балтийском море происходят не только из-за перемены погодных условий, но и как следствие возрастающей техногенной активности. Как показывают данные РСА-съемки (рис. 6), рост интенсивности судоходства в южной части Финского залива создает угрозу возникновения «наведенной» экологической катастрофы особого типа — маммалогической.

Как видно на рис. 6, в период репродукции морского зверя, приходящейся на начало марта — апрель, судовые трассы проходят вблизи мест скопления ценных и линных животных, что приводит к возрастанию фактора беспокойства, но главное — к масштабному взлому припая и образованию в Лужской губе гигантских открытых полыней  $P_1$  и  $P_2$  площадью соответственно 95,28 и 189,57 км<sup>2</sup> и периметром 50,04 и 95,27 км.

Балтийская нерпа, как известно, млекопитающее, ассоциированное исключительно с припайным льдом, не щенящееся на суше, так что следствием наведенного судоходством раннего взлома коренного припая и уменьшения его площади становится резкое сокращение мест, пригодных для ее репродукции. Отрыв же полей вторичного припая и вынос его за пределы акватории, традиционно используемой серым тюленем для воспроизводства, ведет к массовой гибели неуспевающих перелинять щенков, т.е. к дальнейшему сокращению численности и этой популяции.

Таким образом, трасологический анализ РСА-изображений показывает, что следствием принятия необдуманных политических решений становится возникновение длинной цепочки мероприятий, имеющих «благую цель» компенсации негативных последствий. Однако фактически они оборачиваются ростом интенсивности судоходства, создающим угрозу полного исчезновения вышеназванных подвидов ледовых форм морских млекопитающих.





Рис. 7. Результаты трасологического дешифрирования РСА-изображения Кандалакшского залива, где в результате судоходства происходит взлом припая и образование обширных полыней и разводий (P<sub>1</sub>–P<sub>3</sub>). Envisat-1, 6 марта 2009 г.

Fig. 7. Traceological interpretation of Envisat SAR data for the Kandalaksha Bay on March 6, 2009. Winter navigation provokes fractures and polynyas (P<sub>1</sub>–P<sub>3</sub>)

в подспутниковых точках с использованием самолетов-лабораторий ПИНРО Ан-26 «Арктика» и НИИ «Гипрорыбфлот» Л-410 «Норд».

В качестве примера на рис. 8 приводятся данные панорамной фото- и плановой ИК-съемки ледяного покрова бассейна Белого моря, через который в условиях интенсификации морских транспортных потоков оказываются проложенными маршруты движения судов, провоцирующие взлом и подвижку полей дрейфующего льда, следствием которых становится массовая гибель тюленя. Белые точки различного размера и яркости на ИК-изображениях относятся к взрослым и новорожденным животным. Обратим внимание и на следы, оставляемые зверем на льду, фиксируемые ИК-съемкой в виде сигнала светло-серой засветки. По их характерным очертаниям удастся реконструировать не только направление, но и давность смещения щенных самок и взрослых самцов в сторону открытой воды и лунок, которые также обнаруживаются с борта Л-410.

Однако, как показывают данные Л-410, для ледовых форм млекопитающих опасны не только разрежения льда (diverging), но и его сжатия (compacting), вызываемые техногенным воздействием или ветровыми процессами, особенно если они сопровождаются торошением (hummocking) и сдвиговыми деформациями (shearing), представляющими угрозу не только для приплода, но и для взрослых животных. Как видно на

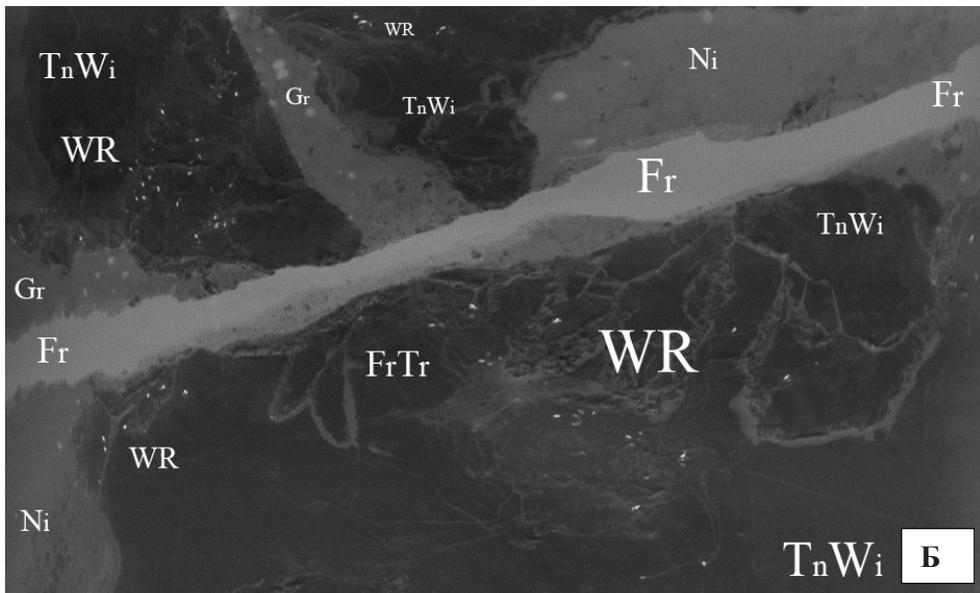
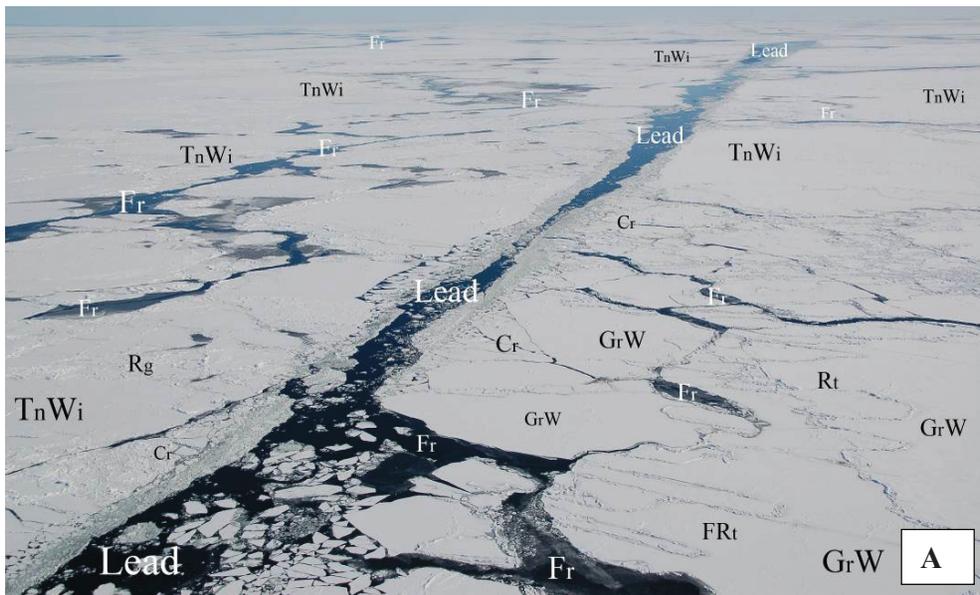


Рис. 8. Панорамное фото (А) и ИК-снимок (Б) судового канала, проложенного через шенную залежку гренландского тюленя. Бассейн Белого моря, самолет Л-410 «Норд», 15 марта 2007 г. : *Gr* — серый лед; *GrW* — серо-белый лед; *TnWi* — тонкий однолетний лед; *Ni* — нилас; *Fr* — разводье; *FRt* — наслоенный лед; *Rg* — зона торшения; *WR* — области концентрации шенных животных; *FrTr* — следы перемещений в сторону лунок и воды

Fig. 8. Panoramic (A) and IR (Б) images of ship channel through whelping rookeries of greenland seals (WR) in the White Sea made by L-410 aircraft on March 15, 2007. *FrTr* — traces of mammals; types of ice: *Gr* — grey, *GrW* — grey-white, *FRt* — rafted, *Rg* — ridged, *TnWi* — thin first-year, *Ni* — nilas, *Fr* — fractures

рис. 9, следы перемещений морского зверя на поверхности льда *FrTr*, их «возраст» и протяженность четко фиксируются самолетной аппаратурой, в особенности в период таяния льда и снега, т.е. могут быть использованы для эколого-криминалистического анализа опасных природных и наведенных техногенных явлений. И, как с уверенностью можно предположить, в условиях стремительного совершенствования технических характеристик измерительных датчиков в недалекой перспективе откроется возможность и спутникового их обнаружения.

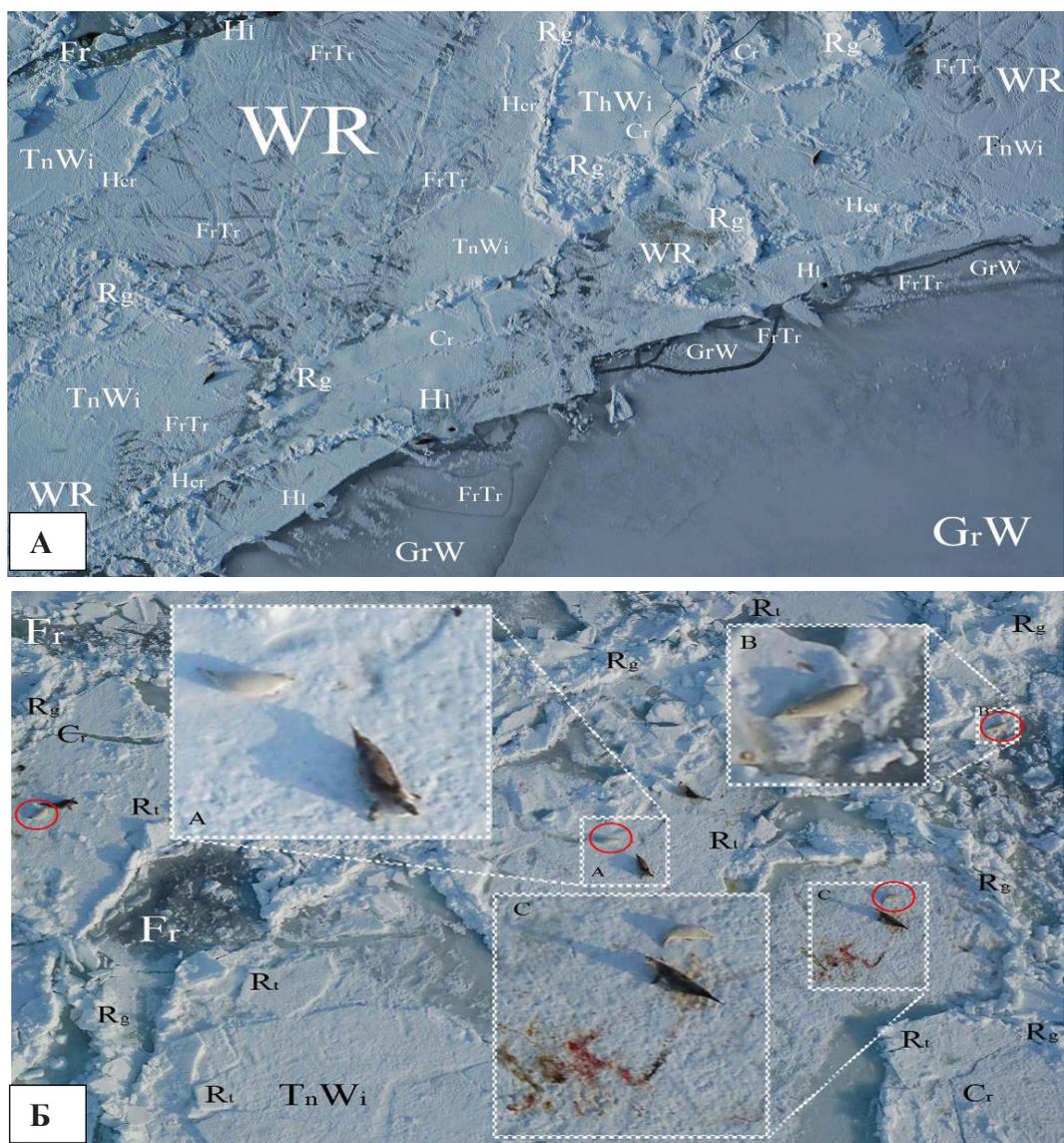


Рис. 9. Результаты эколого-криминалистического анализа шенки гренландского тюленя в условиях сжатия полей сморози тонкого однолетнего льда. Самолет Л-410, бассейн Белого моря, март 2008 г.: **А** — значительное сжатие; **Б** — сильное сжатие (соответственно 2-я и 3-я градации 3-балльной шкалы сжатий); *FrTr* — следы, оставляемые ценными самками. Обозначения типов льда как на рис. 8

Fig. 9. Eco-criminological control of whelping in conditions of moderate (**A**) and strong (**B**) compacting of the sea ice in March 2008. *FrTr* — traces, types of ice as at Fig. 8

Специально организованные исследования воздействия судоходства на ценные залежки, выполненные в 2006/07 и 2007/08 гг. на Белом море при различной суровости зимнего сезона, позволили установить следующее (Черноок и др., 2008):

- трассы судов, движущихся в сопровождении ледоколов, в том числе атомных, прокладываются без учета расположения ценных залежек, что ведет к разрушению массива дрейфующего льда — основы успешного воспроизводства гренландского тюленя;

- зафиксированные с борта самолета Л-410 следы движения судов в ряде случаев оказываются расположенными в наиболее плотной части залежек, где в момент авиасъемки находилось до 100 особей и более на 1 км<sup>2</sup>, при этом ширина наведенных судоходством линейных разводий варьировала от 35 до 65 м;

- общая протяженность судовых трасс, проходящих через скопления гренландского тюленя, обнаруженных данными авиасъемки 14–17 марта 2007 г., составила 145 км, что позволяет сделать вывод о возможности прямого наезда (навала) судов на ледяные поля и высокой вероятности гибели находящегося на них неперелинявшего приплода, которая, по нашим косвенным оценкам, может составлять от 2000 до 6000 щенков за сезон;

- особо тяжелая ситуация складывается в годы, когда на процесс техногенного воздействия накладывается эффект сокращения ледовитости моря и площади дрейфующего льда, пригодного для успешного выживания детенышей, как, например, произошло в условиях аномально теплой зимы 2007/08 г.;

- анализ материалов авиасъемки позволил выявить также, что после прохождения судна расколотые поля разрушаются под действием приливно-отливных течений и ветра.

Таким образом, комплексный анализ данных спутниковой и самолетной мультиспектральной съемки ледо-ассоциированных морских млекопитающих в условиях техногенного пресса и ветровых воздействий показывает, что они дополняют друг друга и в едином пакете могут использоваться в качестве документа, свидетельствующего об угрозе возникновения «наведенной» маммологической катастрофы, которая может быть предотвращена изменением маршрута движения морского транспорта. Могут они использоваться и для предъявления штрафных санкций к судовладельцам, которые предусмотрены как федеральным законодательством (Международное морское право, 2003), так и рядом запретительных указов и постановлений региональных властей, однако из-за отсутствия до последнего времени документальных подтверждений экологического правонарушения не реализовывались.

*Опыт аэрокосмического эколого-криминалистического трасологического мониторинга международных нейтральных вод (на примере Берингова моря)*

Трасология — раздел спутниковой криминалистики, поэтому в рамках настоящего раздела рассмотрен пример использования РСА-съемки как инструмента всепогодного документального эколого-криминалистического контроля судоходства и сохранения биоразнообразия в международных нейтральных водах.

Конвенция Организации Объединённых Наций по морскому праву вводит ряд основополагающих определений организации мореплавания в открытом море, важнейшими из которых являются категории территориального моря, исключительной экономической зоны и, собственно, «открытого моря», или международных нейтральных вод, под которыми понимаются акватории, открытые для свободного равноправного использования всеми государствами-членами ООН\* (Международное морское право, 2003).

Более 100 приморских стран, включая СССР и РФ, определили ширину своей ИЭЗ в 200 миль. США хотя и не подписали конвенции, но во времена СССР признавали большую часть пограничного между нашими странами Берингова моря в качестве международных вод. Так что, например, первый советско-американский эксперимент в области космической метеорологии «Беринг», проводившийся под руководством академика К.Я. Кондратьева, проходил в пределах всей акватории «открытого моря» (Кондратьев и др., 1975). Однако в 1990 г., т.е. уже после провозглашения окончания «холодной войны», было подписано противоправное соглашение об установлении границы территориальных вод Российской Федерации по так называемой «линии Шеварнадзе» (рис. 10).

Влияние судоходства на жизненный цикл тихоокеанского моржа *Odobenus rosmarus divergens* может проявляться в настоящее время лишь в восточной части акватории Берингова моря, где проходят трассы судов, выполняющих операции по обеспечению нефтегазового месторождения Прадхо-Бей, расположенного в море Бо-

---

\* Энциклопедический юридический словарь. 1997.

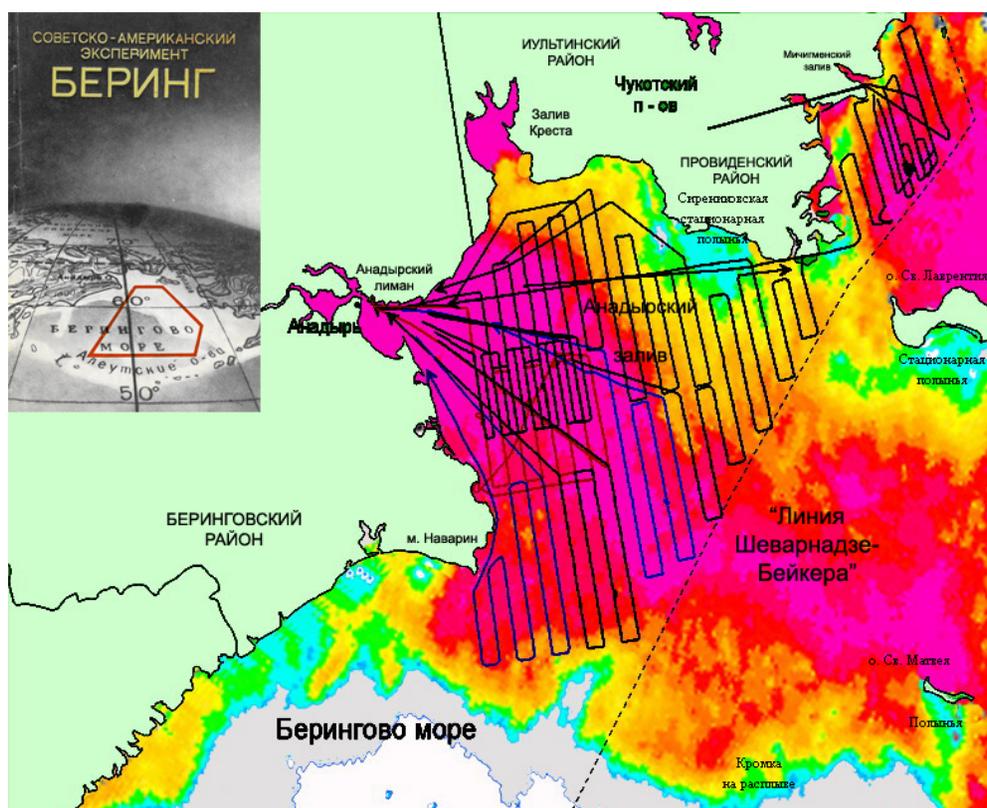


Рис. 10. Маршруты полётов Л-410 «Норд» в Беринговом море, проводившихся в рамках российско-американского проекта «Pacific Walrus», наложенные на данные спутниковой СВЧ-съемки, 19 апреля 2006 г. На врезке: обложка книги Труды Советско-американского эксперимента «Беринг» (Л.: Гидрометеиздат, 1975), на которой обозначен район совместных самолетных, судовых и спутниковых исследований

Fig. 10. Routes of the aircraft L-410 «Nord» in the Bering Sea superposed with satellite microwave survey on April 19, 2006 (project «Pacific Walrus»). Incut: Proceedings of the BESEX (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975)

форта вблизи мыса Барроу. Соответственно, в Анадырском заливе взлом полей сморози толстого и среднего однолетнего льда происходит в основном под действием ветра и приливных течений. На рис. 11, 12 приводятся примеры исследований их влияния на поведенческий фактор тихоокеанского моржа (Lydersen et al., 2012).

### Заключение

Проведенные исследования направлены на дальнейшее развитие методов аэрокосмической спутниковой трасологии как центрального раздела криминалистической науки. Представленные примеры тематического трасологического дешифрирования данных всепогодной РСА-съемки морей и внутриконтинентальных водоемов демонстрируют открывающиеся новые широкие возможности использования ИСЗ для всепогодной дистанционной диагностики их состояния, в том числе в интересах спутниковой экологической криминалистики для целей оперативного документального контроля местоположения морских судов и следов их движения в условиях штормового волнения и присутствия льда различного возраста и сплоченности. Более того, спутниковая информация может быть использована и в интересах маммологии (териологии) для решения конфликта судоходство — безопасность жизнедеятельности ледо-ассоциированных морских млекопитающих.

Важным результатом работы являются данные спутниковой документальной оценки влияния круглогодичного судоходства на акватории Балтийского моря на

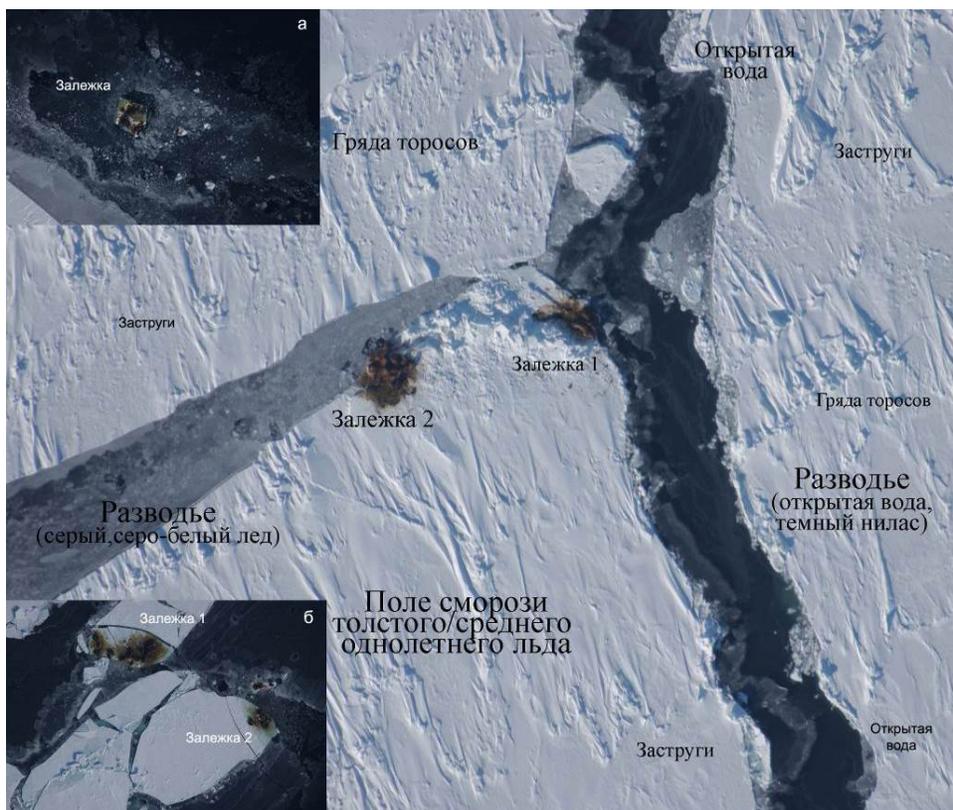


Рис. 11. Влияние ветра на взлом полей сморози однолетнего льда и образование разводий, заставляющих моржа менять место залежек. Л-410 «Норд», Анадырский залив, 5 апреля 2005 г. На врезке: различные стадии развития процесса

Fig. 11. Influence of wind on behavior of pacific walrus observed from the aircraft L-410 «Nord» in the Anadyr Bay on April 5, 2005. Incut: different stages of icebreaking and opening the fractures

возникновение угрозы исчезновения балтийской кольчатой нерпы и серого тюленя, обитающих в восточной части Финского залива.

Комплексные мультиспектральные трасологические исследования, проводившиеся на акватории Белого и сопряженных с ним арктических морей с использованием ИСЗ и летающих лабораторий Ан-26 «Арктика» и Л-410 «Норд», позволили выявить многочисленные случаи нарушения норм международного морского и экологического права, когда курс транспортных судов прокладывается через районы массовых скоплений морского зверя. Так, данные аэрокосмической съемки позволили оценить степень воздействия судоходства на успех репродукции беломорской популяции гренландского тюленя и получить документально установленные свидетельства возникновения наведенной маммалогической экологической катастрофы, которые могут быть использованы для предъявления штрафных санкций судоходным компаниям.

Накопленный опыт в области эколого-криминалистического трасологического контроля международных вод может быть использован для отстаивания национальных интересов РФ в разрешении споров о претензиях ряда зарубежных государств на различные части российской Арктики, в том числе и для РСА-контроля правового статуса хозяйственной деятельности иностранных судов, выполняющих транспортные, рыбопромысловые и иные операции в пределах «открытого моря», и проверки соответствия их деятельности положениям Конвенции ООН по морскому праву.

*Авторы выражают признательность коллективу Чукотского филиала ТИПРО-центра за многолетнее плодотворное сотрудничество, М.А. Шубиной (НИИ Космоаэрометодов), Л.Х. Петтерссону («Нансен-Центр», г. Берген) за предоставленную для*

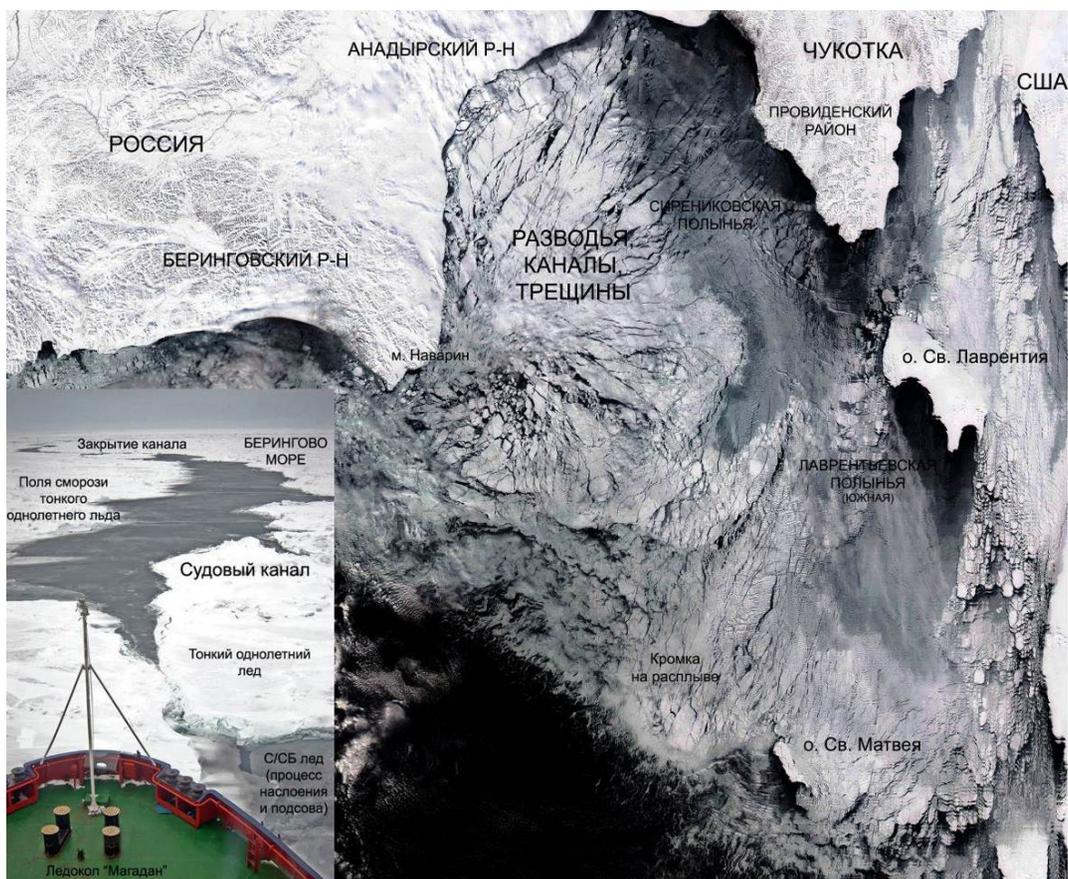


Рис. 12. Влияние приливных течений на взлом полей сморози льда и образование полыней и разводий. ИСЗ «Аqua», 6 апреля 2006 г., разрешение 250 м. На врезке: закрытие канала за ледоколом «Магадан», выполняющим программу спутникового мечения

Fig. 12. Influence of tide on behavior of pacific walrus observed from the satellite Aqua on April 6, 2006, resolution 250 m. Incut: closing the channel after icebreaker Magadan

*трасологического тематического дешифрирования аэрокосмическую информацию, а также А.И. Грачеву (МагаданНИРО) за судовые фотоснимки Берингова моря, использованные для валидации спутниковой РСА-информации.*

### Список литературы

- Аверьянова Т.В., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р.** Криминалистика : учеб. для вузов. — М. : НОРМА, 2000. — 990 с.
- Виноградов А.П., Калесник С.В., Папанин И.Д., Федоров Е.К.** Алексей Федорович Трёшников // Метеорол. и гидрол. — 1974. — № 5. — С. 116–117.
- Ионов В.В.** А.Ф. Трёшников // Океанология в Санкт-Петербургском университете. — СПб : СПбГУ, 1997. — С. 39–43.
- Кондратьев К.Я., Мелентьев В.В., Бобылев Л.П. и др.** Опыт практического использования ERS-1 SAR изображений для целей мониторинга и совершенствования гидрометеорологического обеспечения ледового плавания по трассе Северного морского пути // Исследование Земли из космоса. — 1995. — № 1. — С. 74–88.
- Кондратьев К.Я., Мелентьев В.В., Назаркин В.А.** Космическая дистанционная индикация акваторий и водосборов : монография. — СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. — 248 с.
- Кондратьев К.Я., Рабинович Ю.И., Мелентьев В.В.** Итоги эксперимента «Беринг» // Советско-американский эксперимент «Беринг» : тр. заключит. симпоз. по итогам сов.-амер. экспедиции. — Л. : Гидрометеоиздат, 1975. — С. 7–14.
- Мамаева М.А.** Концепция эколого-дружественного порта Усть-Луга // Морские берега — эволюция, экология, экономика : мат-лы 24-й междунар. береговой конф., посвящ. 60-летию основания Рабочей группы «Морские берега». — Краснодар : Юг, 2012. — Т. 2. — С. 206–208.

**Международное морское право** : учеб. пособие / под ред. С.А. Гуреева. — М. : Юрид. лит-ра, 2003. — 216 с.

**Мелентьев В.В.** Термобар как управляющий фактор «экологии поведения» ледовых форм тюленей, обитающих в пресных и солоноватых водоемах (кольчатая нерпа *Phoca hispida* в качестве примера) // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 6-й междунар. конф. — М. : КМК, 2010. — С. 385–390.

**Мелентьев В.В., Мелентьев К.В., Захарова Т.А. и др.** Спутниковая трасология: опыт всепогодного РСА обнаружения морских судов и их следов как индикаторов соблюдения норм международного морского и экологического права // Регион. экология. — 2013а. — № 1–2(34). — С. 68–85.

**Мелентьев В.В., Мелентьев К.В., Черноок В.И., Петтерссен Л.Х.** Методы и средства спутниковой экологической криминалистики и их использование для контроля добычи и транспортировки нефти // Регион. экология. — 2013б. — № 1–2(34). — С. 86–104.

**Мелентьев В.В., Мельниченко И.Г.** Ландшафтно-экологическая СВЧ-диагностика процессов взаимодействия системы водоем-водосбор // Вод. ресурсы. — 1995. — Т. 22, № 1. — С. 110–114.

**Мелентьев В.В., Черноок В.И., Мелентьев К.В. и др.** Морские млекопитающие Финского залива и Ладожского озера в условиях антропогенного пресса и климатических изменений: опыт использования спутниковой РСА съемки и ГИС для совершенствования реабилитационных технологий // Геосистемы: факторы развития, рациональное природопользование, методы управления : сб. науч. статей по мат-лам 2-й междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию со дня основания филиала РГГМУ в г. Туапсе. — Краснодар : Издательский Дом — Юг, 2011. — С. 310–313.

**Сазонов К.Е.** Ледовая управляемость судов : монография. — СПб. : ЦНИИ, 2006. — 252 с.

**Смирнова А.С., Мелентьев В.В.** Методология тематического дешифрирования и оценки ложных целей при использовании спутниковой СВЧ информации в интересах геоэкологии // Тр. 62-й междунар. студенч. науч. конф. ГУАП. Ч. 1 : Технические науки. — М. : ГУАП, 2009. — С. 54–56.

**Старцев А.А.** Технология гибких информационно-моделирующих систем в задачах смягчения негативных последствий природных и антропогенных чрезвычайных ситуаций // Регион. экология. — 2013. — № 1–2(34). — С. 105–114.

**Черноок В.И., Васильев А.Н., Мелентьев В.В., Глазов Д.М.** Опыт использования самолета-лаборатории Л-410 для инструментальных авиаучетов морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 5-й междунар. конф. — М. : КМК, 2008. — С. 132–137.

**Шарлай Г.Н.** Управление морским судном : учеб. пособие. — Владивосток : МГУ, 2010. — 509 с.

**Шилин М.Б., Петрова М.М.** Наука, бизнес и власть в решении вопросов устойчивого развития береговой зоны Лужской губы // Гидротехника. — 2013. — № 2(31). — С. 99–102.

**Lydersen C., Chernook V.I., Glazov D.M. et al.** Aerial survey of Atlantic walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) in the Pechora Sea // Polar Biol. — 2012. — Vol. 35, Iss. 10. — P. 1555–1562.

**Melentyev V.V.** Satellite passive microwave radiometry from beginning to the contemporary investigations // Proc. of the 9th Intern. Conf. on Antenna Theory and Techniques. — 2013. — P. 68–73.

**Melentyev V.V., Chernook V.I.** Experience of application of satellite SAR for ice monitoring and prevention of mass destruction of seals resulted in ship traffic // Proc. of the Symp. on Biology and Management of Seals in the Baltic area. — Helsinki, 2005. — P. 31.

**Speckman S.G., Chernook V.I., Burn D.M. et al.** Results and evaluation of a survey to estimate Pacific walrus population size // Mar. Mammal Sci. — 2011. — Vol. 27, Iss. 3. — P. 514–553.

*Поступила в редакцию 21.08.14 г.*