

Радиолокационный спутниковый мониторинг пленочных загрязнений Баренцева моря

А.Ю. Иванов¹, Д.В. Ивонин¹, Н.А. Филимонова², А.Ю. Кучейко³, Н.В. Евтушенко^{1,2}, Н.В. Терлеева¹

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, ² Группа компаний «СКАНЭКС», ³ Морской гидрофизический институт РАН
ivanoff@ocean.ru

Введение: Несмотря на продолжительное изучение проблемы загрязнения морской среды нефтью и нефтепродуктами, нет однозначного ответа относительно влияния нефтяных загрязнений на экосистемы арктических морей. В целях выявления основных источников и причин загрязнения, их типов, пространственно-временного распространения и физико-химических свойств необходимо проводить регулярный спутниковый мониторинг арктических акваторий. Мониторинг Баренцева моря начался в 2015 г. и продолжается по настоящее время; радиолокационные изображения (РЛИ), полученные во время мониторинга, а также необходимые для анализа данные, впервые в российской практике выкладывались на специально созданный геопортал с доступом посредством сети интернет, на котором интерактивно анализировались.

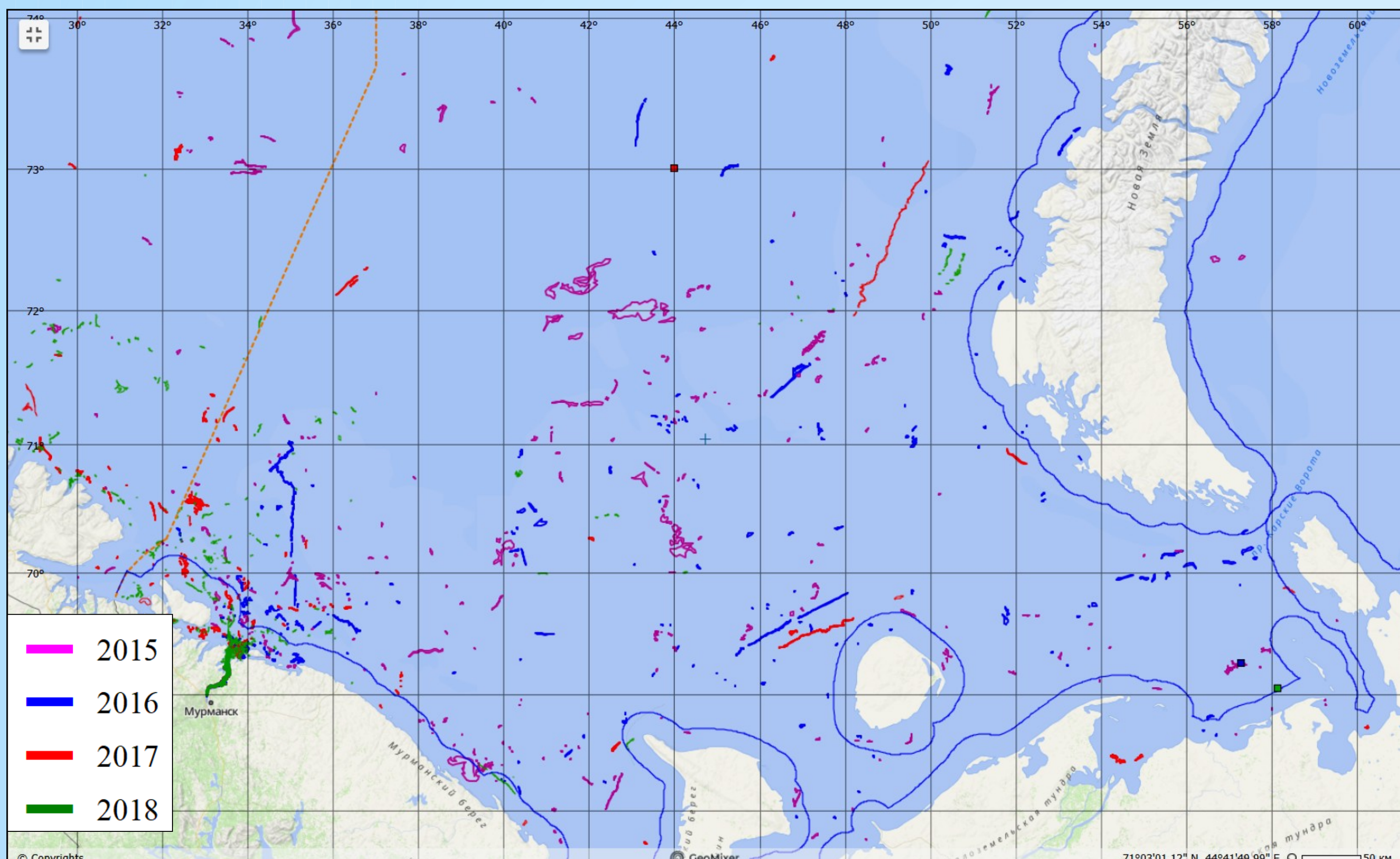


Рис. 1. Сводная карта пленочных загрязнений, обнаруженных в результате радиолокационного мониторинга в российской части Баренцева моря в 2015-2018 гг.

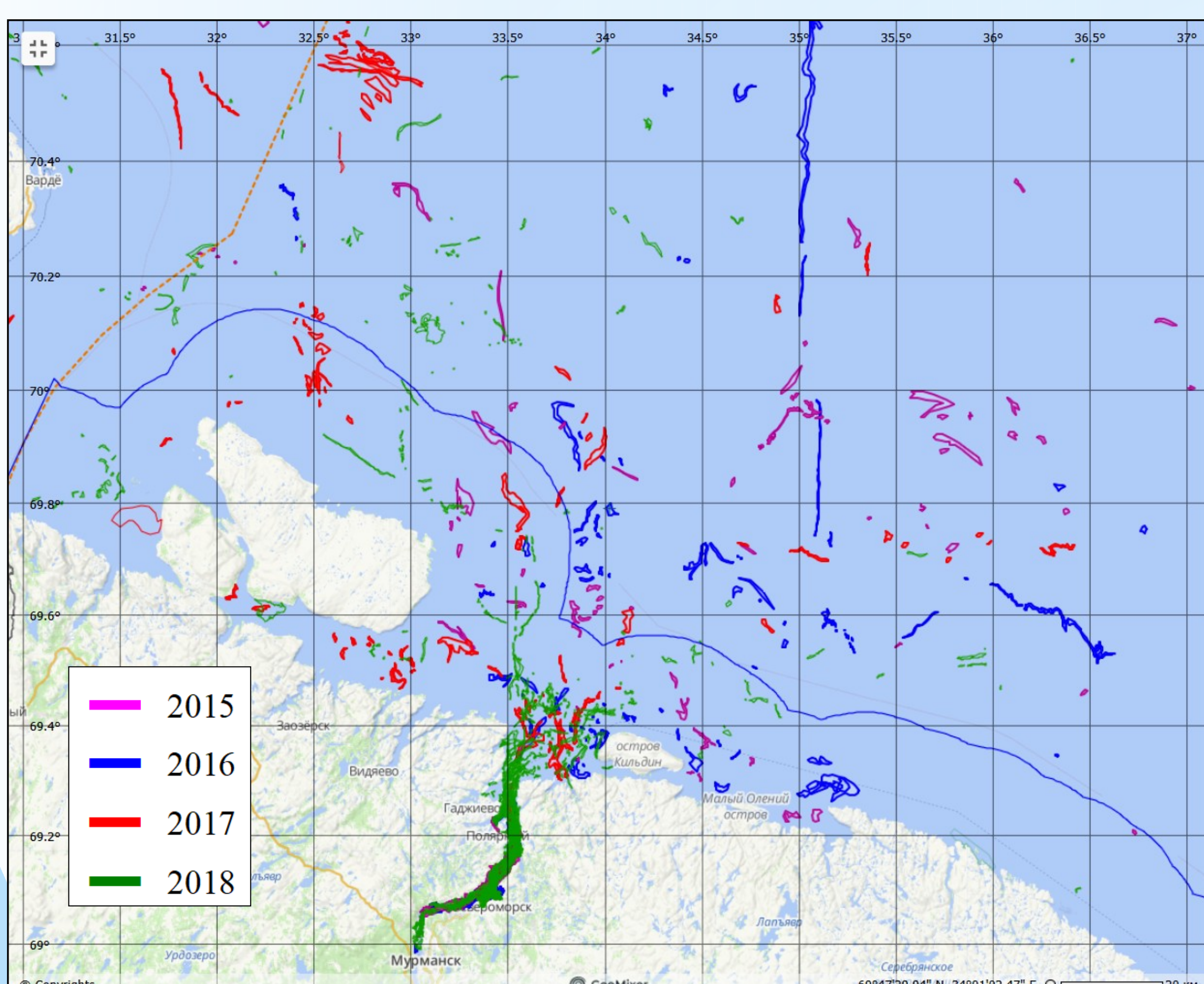
Обработка и анализ данных:

После загрузки данных на специально созданный геопортал выполнялась тематическая обработка и экспертный анализ, включающие следующее:

- общую экспертную оценку РЛИ (простая/сложная сцена для анализа);
- оценку гидрометеорологических условий (ГМУ);
- интерактивное выделение пятен пленочных загрязнений
- идентификацию пятен (нефть, нефтепродукты, судовой разлив и т.п.);
- классификацию идентифицированных пятен с привязкой к возможному источнику загрязнения на берегу или в море;
- определение площади и координат геометрического центра разлива(ов);
- определение местоположения/координат судов и объектов, которые могут быть причастны к загрязнению.
- при необходимости - моделирование дрейфа пятен с помощью программы ScanDrifter.

Совместный анализ массива РЛИ, карт распределения пятен, данных АИС и другой доступной информации, позволил сделать следующие выводы:

- Пленочные загрязнения моря были представлены в основном судовыми разливами; явных разливов сырой нефти обнаружено не было.
- Основное загрязнение моря происходит на судоходных трассах и в районах рыболовства.
- Большая часть крупных пленочных загрязнений обнаружена вне территориальных вод РФ.
- Размеры обнаруженных пятен пленочных загрязнений варьировали от 0,05 до 90 км²; наиболее часто встречались пятна площадью 0,5 – 5 км².
- Отмечена сезонная динамика количества пленочных загрязнений — наиболее часто они детектировались в летнее время года.
- Количество и общая площадь обнаруженных пятен зависели от ГМУ, интенсивности судоходства, рыбной путины, учений ВМФ, и ряда др. факторов.



	2015	2016
Количество полученных и проанализированных РЛИ	833	894
Общее количество обнаруженных пятен	581	406
Общая площадь обнаруженных пятен, км ²	1255	870
Площадь максимального разлива, км ²	89	35

Таблица. Основные результаты радиолокационного мониторинга Баренцева моря в 2015-2016 гг.

← Рис. 3. Пространственно-временное распределение пленочных загрязнений, обнаруженных на подходах к Кольскому заливу и в нем самом, - одной из самых грязных частей Баренцева моря.

Используемые данные и материалы: Для обнаружения и идентификации пленочных загрязнений в Баренцевом море используются данные космической радиолокационной съемки европейской спутников Sentinel-1A и Sentinel-1B. Сразу после их появления на портале Европейского космического агентства (ESA) Copernicus Open Access Hub данные автоматизированно скачивались и обрабатывались с использованием алгоритмов, программного обеспечения и подходов, разработанных в ГК «СКАНЭКС».

Для проведения эффективного анализа полученных спутниковых данных, использовался геоинформационный подход. На базе веб-ГИС технологии/приложения «Геомиксер» создан баренцевоморский геопортал (<http://projects.scanex.ru/BarentsSea>), позволяющий объединять различные типы данных, проводить ряд операций с ними, включая тематическую обработку, и осуществлять интерактивный анализ РЛИ. В настоящее время баренцевоморский геопортал состоит из следующих основных слоев, объединяющих большое кол-во специализированных подслоев: детальная батиметрия; нефтегазовый комплекс (НГК); газовые/нефтяные поля и структуры, инфраструктура НГК (платформы, терминалы, нефтегазопроводы); лицензионные участки; границы территориальных вод и экономзон; судоходные трассы; данные АИС (данные www.marinetraffic.com); охраняемые арктические территории РФ; уязвимость побережий; зоны рыболовства; ареалы морских животных; структурные элементы геологического строения дна; прибрежная промышленность; архив радиолокационных изображений (Envisat и Radarsat-2 с 2009 г.); модельные/прогнозные карты ветра; дополнительные картографические материалы и ряд других. В рамках ГИС-подхода использование всей совокупности подобных данных о море практически автоматически дает информацию об источниках нефтяного/пленочного загрязнения.

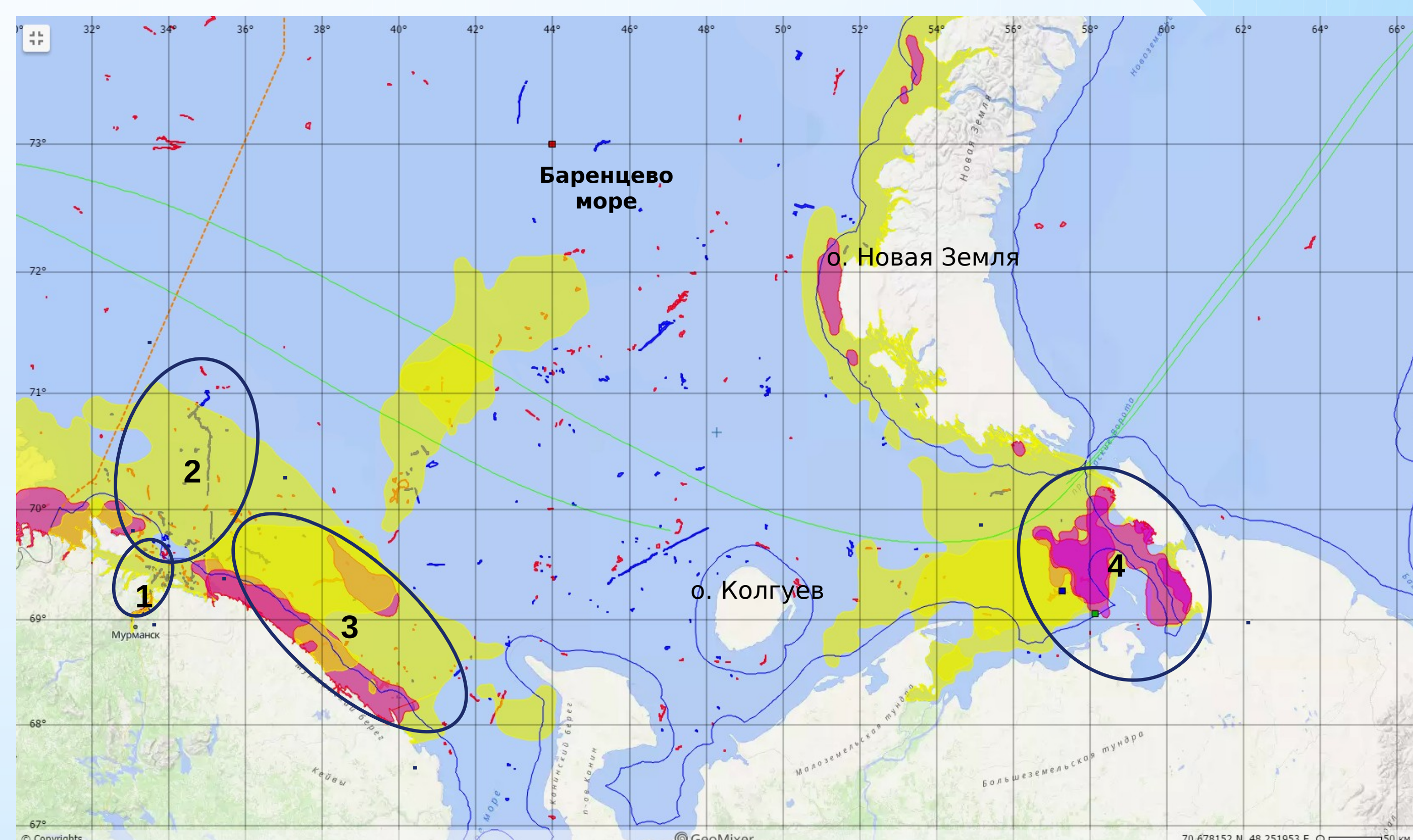


Рис. 2. Карта пленочных загрязнений, обнаруженных в Баренцевом море в 2015-2016 гг., совмещенная с интегральными картами уязвимости побережий и акваторий к нефтяному загрязнению (по данным Шавыкина и Ильина 2010); уязвимость представлена в виде рангов от 1 до 5, где ранг 5 – наивысший; на карте представлены уязвимые районы с рангом 4 – желтый и 5 – розовый). Выявленные зоны риска: 1 – Кольский залив, 2 – подходы к Кольскому заливу, 3 – прибрежная зона вдоль Мурманского берега, 4 – мелководная часть Печорского моря с объектами российского НГК.

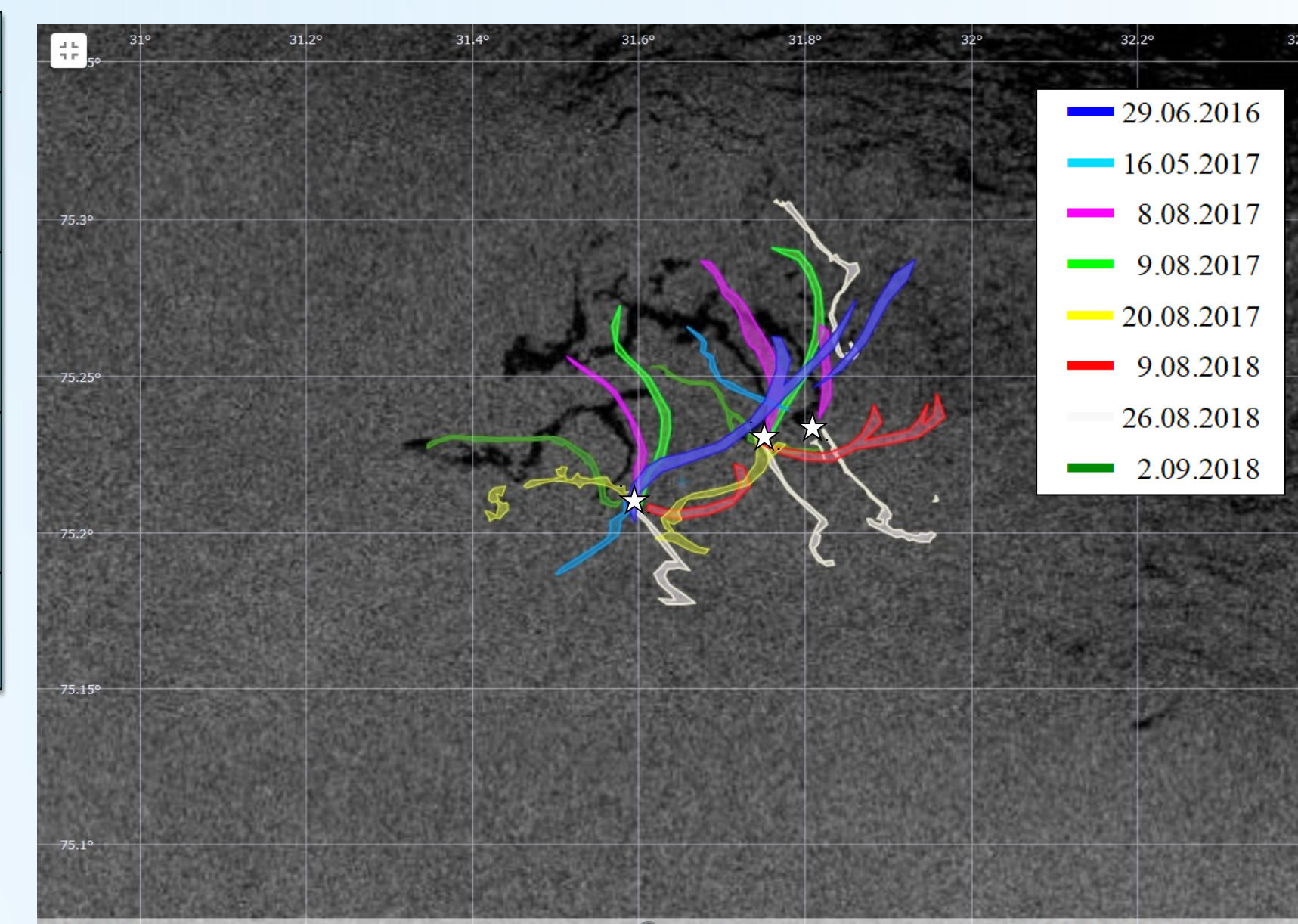


Рис. 4. Пространственно-временная группировка пятен-сликов, обусловленная активностью обнаруженной группы подводных источников углеводородов (звездочки), на фрагменте радиолокационного изображения спутника Sentinel-1A от 4.08.2017 (центральная часть моря, норвежский сектор: 75°13' с.ш. и 31°45' в.д.).

Выводы и Заключение:

- На основе спутникового радиолокационного мониторинга были созданы карты фактического распределения пленочных/нефтяных загрязнений открытой части моря за 2015-2018 гг. (рис. 1, 2, 3). Интегральные карты позволили провести анализ пространственно-временных и статистических характеристик пленочного загрязнения (табл.) и выявить основные источники загрязнения.
- В основном на поверхности моря наблюдались пленки различных нефте-маслянистых продуктов, образованные в результате судовых сбросов.
- Основными источниками загрязнений можно считать рыболовный флот и морской транспорт, а также прибрежную промышленность (в Кольском заливе). Существенный вклад в общее загрязнение может вносить сброс различных загрязняющих веществ с судов, проходящих транзитом по акватории моря.
- Распределение пятен пленочных загрязнений в море зависит главным образом от интенсивности судоходства, положения судоходных трасс и рыболовных зон, наличие рыбной путины и учений ВМФ и др. факторов. Обнаружаемость пятен значительно зависела от скорости ветра. Наиболее часто пленки на морской поверхности детектировались в летнее время.
- В результате мониторинга 2016-2018 гг. впервые обнаружен источник естественных нефтепроявлений в норвежской части моря (рис. 4).
- Выводы, полученные на основе анализа карт распределения пленочных загрязнений, согласуются с выводами, полученными на основе подспутниковых (судовых) измерений ИО РАН. Степень загрязненности Баренцева моря нефтью и нефтепродуктами можно охарактеризовать как «незначительную», за исключением Кольского залива.
- Особое внимание следует уделять морским объектам НГК, таким как платформа «Приразломная» и терминал «Варандей» в Печорской части моря; нефтетерминалам у о. Колгуев, акваториям, примыкающим к портам Индига и Териберка, самому Кольскому заливу и подходам к нему, а также транзитным судоходным трассам, проходящим через море.
- Для физико-географических условий Баренцева моря спутниковая радиолокация является незаменимым средством мониторинга пленочных загрязнений. Частая облачность и полярная ночь не позволяют использовать оптические датчики, а поскольку море в настоящее время является один из крупнейших незамерзающих арктических морей России, радиолокационный мониторинг моря и отдельных его частей необходимо вести ежегодно.

1. Иванов А.Ю., Кучейко А.А., Филимонова Н.А., Кучейко А.Ю., Евтушенко Н.В., Терлеева Н.В. Предварительные результаты радиолокационного спутникового мониторинга пленочных загрязнений Баренцева моря // *Экология и промышленность России*, 2016. Т. 20. № 12. С. 44-53.
2. Иванов А.Ю., Терлеева Н.В., Евтушенко Н.В., Кучейко А.Ю., Филимонова Н.А., Кучейко А.А. Основные результаты радиолокационного спутникового мониторинга нефтяных загрязнений Баренцева моря // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*, 2017. № 3 17-32.
3. Ivanov A.Yu., Filimonova N.A., Kucheyko A.Yu., Evtushenko N.V., Terleeva N.V. Oil spills in the Barents Sea based on satellite monitoring with SAR: Spatial distribution and main sources // *International Journal of Remote Sensing*, 2018. V. 39. N 13. P. 4484-4498.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проекты № 14-05-93084 и № 18-55-20010