

Итоги спутникового мониторинга нефтяного загрязнения Юго-Восточной Балтики за 2006-2009 гг.

Е.В. Булычева¹, А.Г. Костяной²

¹Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
236022 Калининград, пр. Мира 1
E-mail: e-lena.b@mail.ru

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997 Москва, Нахимовский проспект, 36
E-mail: kostianoy@online.ru

В статье приведены обобщенные результаты спутникового мониторинга нефтяного загрязнения поверхности Юго-Восточной Балтики за 2006-2009 гг. Исследована межгодовая и сезонная изменчивость нефтяного загрязнения. Рассмотрен пример прогноза дрейфа нефтяного пятна с использованием интерактивной численной модели Шведского института метеорологии и гидрологии. Приведены результаты натурных наблюдений нефтяного загрязнения побережья, подтверждающие модельные расчеты.

Ключевые слова: Балтийское море, радиолокационные изображения, нефтяное загрязнение, межгодовая и сезонная изменчивость нефтяного загрязнения, прогноз дрейфа нефтяных пятен

Введение

Балтийское море – мелководный и полузамкнутый морской бассейн, что делает его особенно уязвимым к антропогенным воздействиям. С 2004 г. в рамках производственного экологического мониторинга нефтяного месторождения «Кравцовское» (D-6) ООО «ЛУКОЙЛ-КМН» проводится спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения Юго-Восточной Балтики (Kostianoy et al., 2004, 2005, 2006). Основными направлениями работы являются: радиолокационный контроль появления и распространения нефтяных пятен на поверхности моря, обнаружение и определение вероятных источников нефтяных загрязнений, прогноз направления и скорости переноса пятен, систематизация и хранение информации.

Результаты

Для выявления нефтяных загрязнений используются радиолокационные изображения (РЛИ) спутников ENVISAT Европейского космического агентства (ESA), RADARSAT-1 Канадского космического агентства (CSA) и RADARSAT-2 (MDA). Прием РЛИ осуществляется норвежской компанией Kongsberg Satellite Services (KSAT).

В ходе анализа РЛИ поверхности моря в Юго-Восточной Балтике за 2006-2009 гг. (всего 804 снимка) было идентифицировано 638 нефтяных пятен, из которых 319 находились в районе экологического мониторинга Кравцовского месторождения, куда входит российский сектор (исключительная экономическая зона) Юго-Восточной Балтики, а так же литовский сектор и прилегающая часть польского сектора до 18°в.д. как наиболее загрязненные районы с активным судоходством и крупными морскими портами (рис.1). На Рис. 1 представлена сводная карта нефтяных пятен, обнаруженных в районе мониторинга в 2006-2009 гг. (показана реальная форма и размеры пятен).

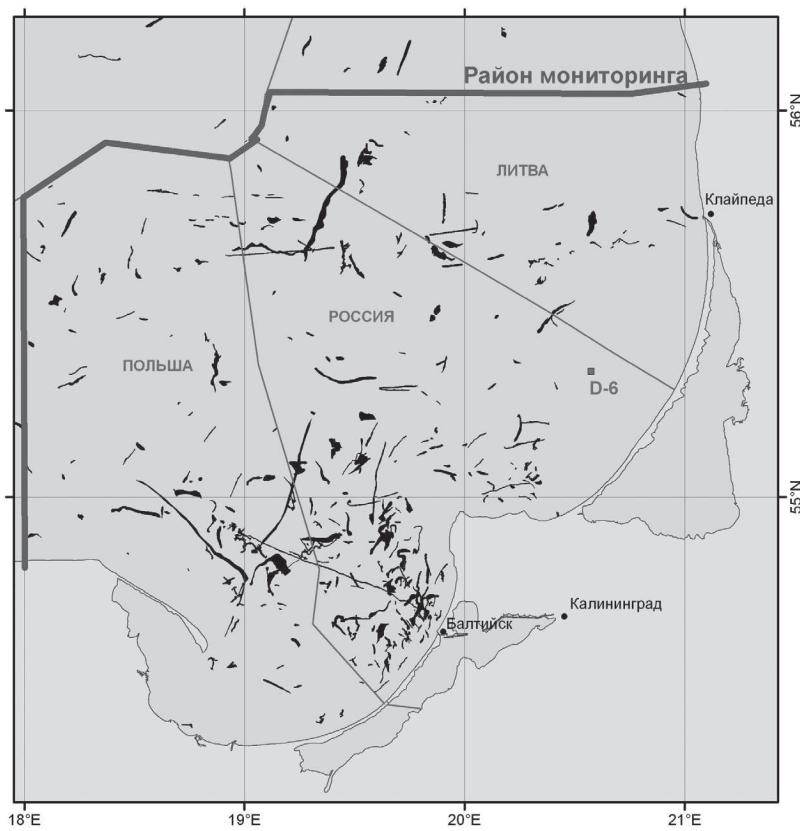


Рис. 1. Сводная карта нефтяных пятен, обнаруженных за 2006-2009 гг. в районе мониторинга юго-восточной части Балтийского моря. Красные линии разграничивают исключительные экономические зоны Польши, России, Литвы и Латвии. Точкой «D-6» отмечено положение нефтедобывающей платформы ООО «ЛУКОЙЛ-КМН»

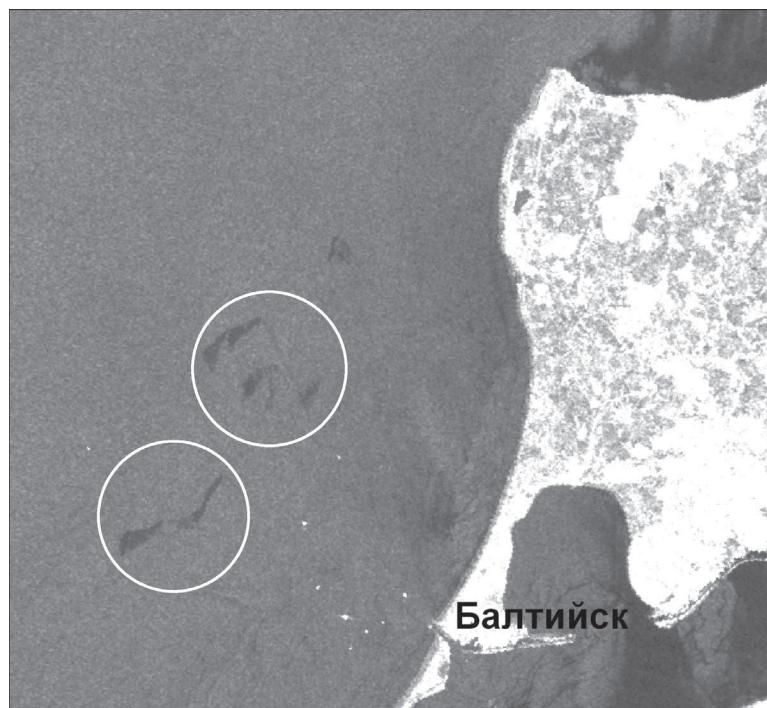


Рис. 2. Пример нефтяного загрязнения поверхности моря у западного побережья Калининградской области (фрагмент РЛИ от 27.06.2008 г. со спутника ENVISAT). Скопления темных пятен, отмеченные кружками, соответствуют нефтяной пленке, светлые точки – суда на рейде п. Балтийск. ©2008 ESA.

Distributed by Kongsberg Satellite Services

Анализ формы обнаруженных пятен, их концентрация вдоль основных судоходных трасс и у портов, а также сопоставление их положения с оперативными данными AIS (автоматическая система идентификации судов) по расположению судов в Балтийском море однозначно указывают на то, что основным источником загрязнения поверхности моря нефтепродуктами является судоходство.

В российском секторе Юго-Восточной Балтики наибольшее загрязнение наблюдается к западу от Самбийского полуострова и на подходе к Калининградскому каналу (в районе Балтийска) (рис. 1). На Рис. 2 представлен один из примеров нефтяного загрязнения этой акватории.

Межгодовая и сезонная изменчивость нефтяного загрязнения

В качестве показателей межгодовой и сезонной изменчивости нефтяного загрязнения поверхности моря было выбрано количество и площадь обнаруженных с помощью спутниковых РЛИ нефтяных пятен. Площади отдельных пятен определялись с помощью программного пакета ArcGIS 9.2.

В 2006 г. количество пятен и суммарная площадь нефтяного загрязнения района мониторинга составили, соответственно, 114 пятен и 371,7 км², в 2007 г. – 94 пятна и 213,7 км², в 2008 г. – 67 пятен и 198,7 км², в 2009 г. – 44 пятна и 81,7 км² (рис. 3). Эти цифры соответствуют нижней оценке существующего нефтяного загрязнения морской поверхности в связи с ограничениями используемого метода и промежутками между спутниковыми пролетами, которые иногда достигают двух суток. Тем не менее, наблюдается очевидная межгодовая тенденция к уменьшению как числа нефтяных пятен, так и площадей суммарного нефтяного загрязнения. Следует отметить, что по данным ХЕЛКОМ за 1988-2009 гг. аналогичная тенденция прослеживается и для всего Балтийского моря в целом (HELCOM, 2009).

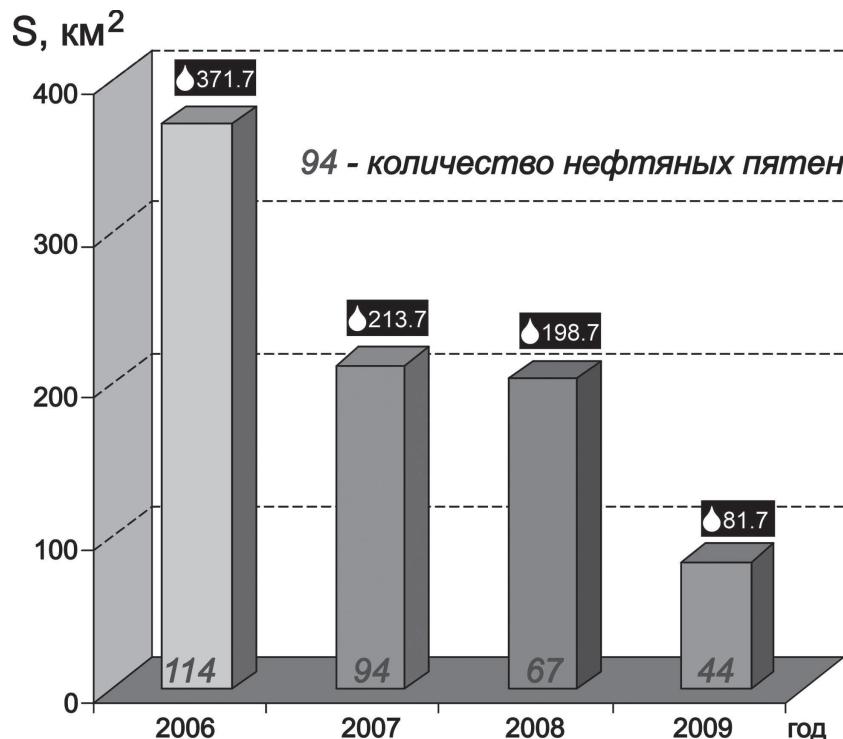


Рис. 3. Межгодовая динамика площади нефтяного загрязнения (и количества нефтяных пятен) в районе мониторинга

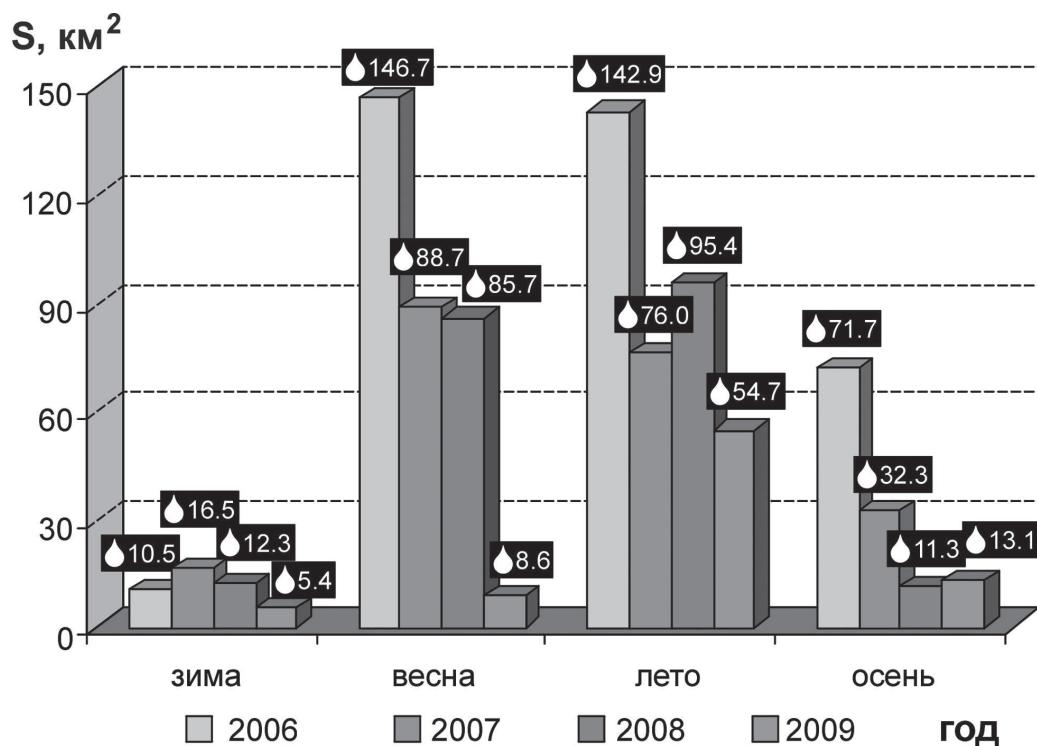


Рис. 4. Сезонная изменчивость площади нефтяного загрязнения для 2006, 2007, 2008 и 2009 гг.

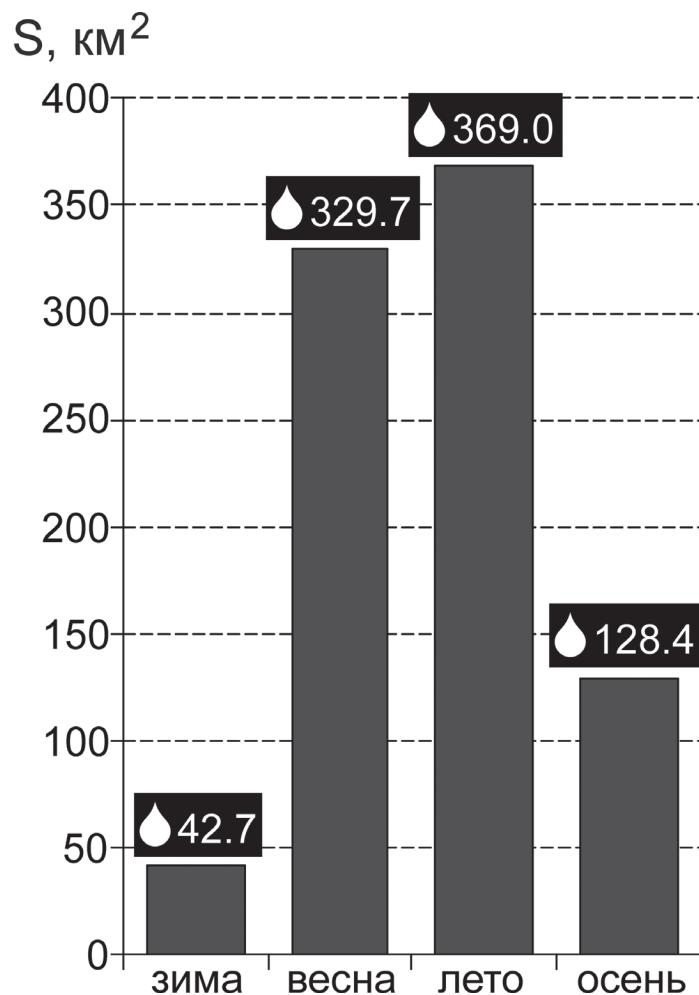


Рис. 5. Сезонная изменчивость суммарного нефтяного загрязнения поверхности моря в 2006-2009 гг.

Что касается сезонной изменчивости, то отмечается уменьшение количества обнаруженных пятен в холодный и штормовой период года (осень-зима) (рис. 4, 5), что связано, по-видимому, с ограничением радиолокационного метода по скорости ветра (2-10 м/с). Кроме того, сильное волнение способствует более быстрому образованию эмульсии «вода в нефти» и «нефть в воде», что препятствует возникновению поверхностных нефтяных пленок (Немировская, 2004). С другой стороны, в теплый период наблюдается интенсивное цветение водорослей, что при слабом ветре приводит к выглаживанию поверхности моря и наблюдению слизиков естественного происхождения, которые можно принять за нефтяные пятна.

Как видно из рис. 4, 5 максимум нефтяного загрязнения приходится на весенне-летний период. Причем, наибольшее загрязнение наблюдалось именно весной и летом 2006 г. Далее происходило постепенное уменьшение площади нефтяного загрязнения, минимум которого был достигнут в 2009 г.

Анализ внутрисезонной изменчивости показал (рис. 6), что максимум нефтяного загрязнения пришелся на май-июнь и сентябрь 2006 г. Так же наблюдалось увеличение нефтяного загрязнения, обнаруженногопомощью РЛИ, в мае и июле 2008 г. Минимум приходится на ноябрь, декабрь, январь и февраль. В октябре 2008-2009 гг. также наблюдался минимум нефтяного загрязнения, что уже связано с общей межгодовой тенденцией к уменьшению нефтяного загрязнения.

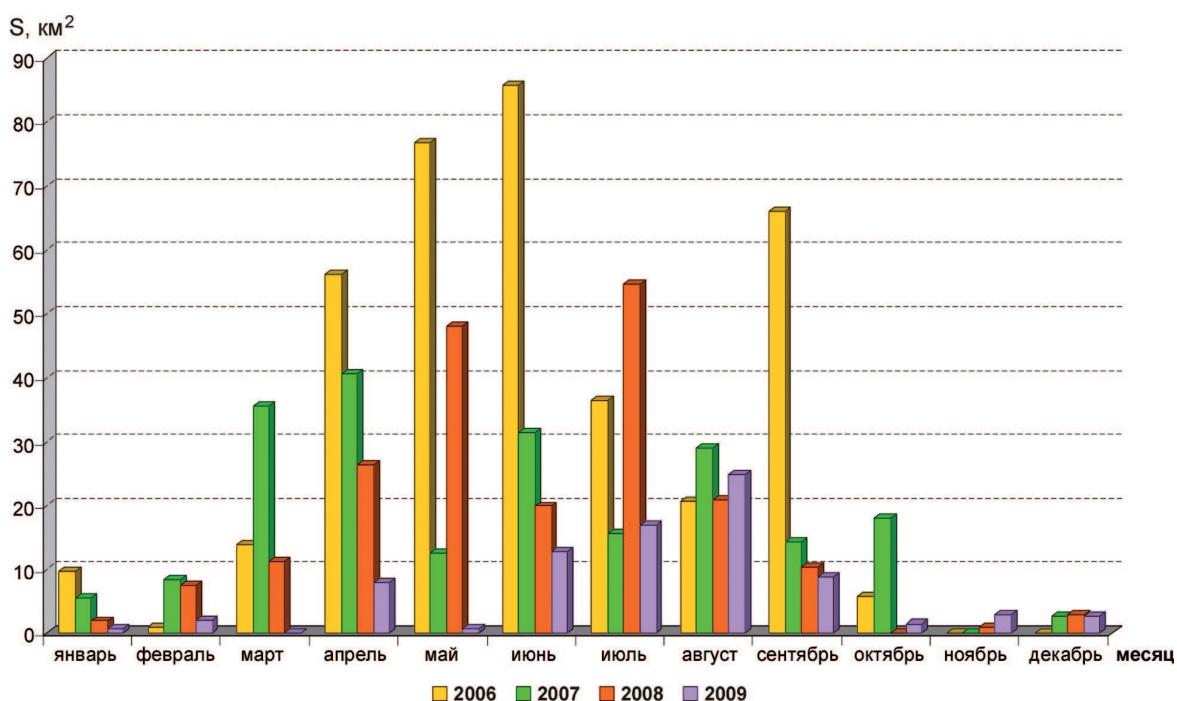


Рис. 6. Внутрисезонная изменчивость площади нефтяного загрязнения в 2006, 2007, 2008 и 2009 гг.

Максимальное количество пятен было обнаружено весной 2006 г. и 2007 г. и летом 2006 г. Минимум пришелся на зиму всех годов (рис. 7).

Сравнение количества обнаруженных нефтяных пятен и покрываемых ими площадей на утренних и дневных/вечерних снимках показало, что вероятность обнаружить нефтяное загрязнение на утренних снимках значительно выше (рис. 8-9). Этот факт свидетельствует о том, что нелегальный сброс нефтепродуктов с судов происходит именно по ночам, когда зафиксировать сливы оптическими приборами или видеосъемкой невозможно, что лишний

раз подтверждает преимущества радиолокационной съемки для мониторинга нефтяного загрязнения морских акваторий. Следует отметить, что в 2006-2007 гг. на утренних и дневных/вечерних РЛИ фиксировалось примерно одинаковое количество нефтяных пятен, а уже с 2008 г. количество пятен на дневных/вечерних РЛИ стало более чем в 2 раза меньше, чем пятен, выявляемых на утренних снимках (рис. 8а). Это связано с усилением борьбы с нелегальными сбросами нефтепродуктов в море, в связи с чем, капитаны судов предпочитают это делать по ночам.

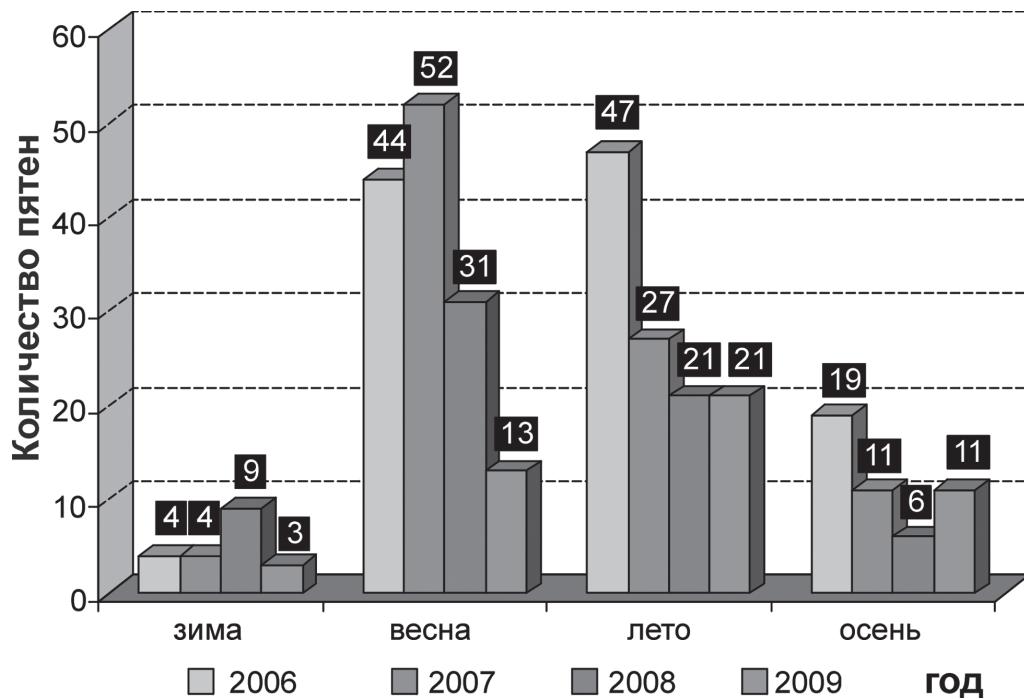


Рис. 7. Сезонная динамика количества нефтяных пятен в 2006, 2007, 2008 и 2009 гг.

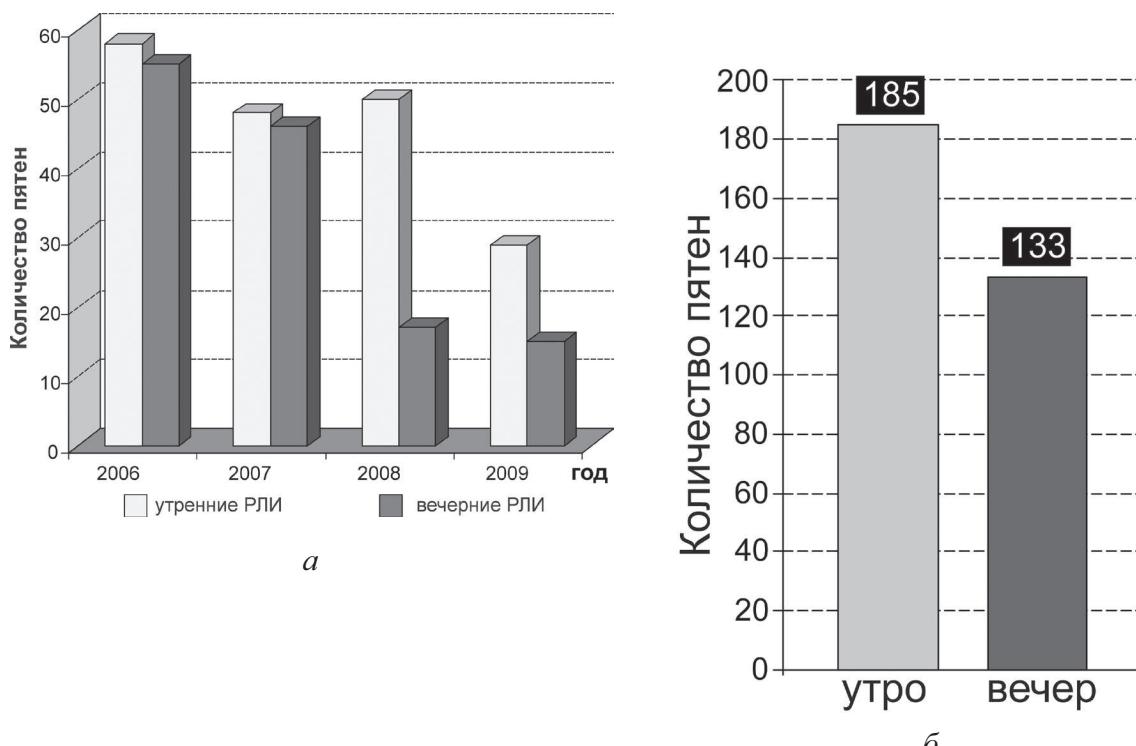
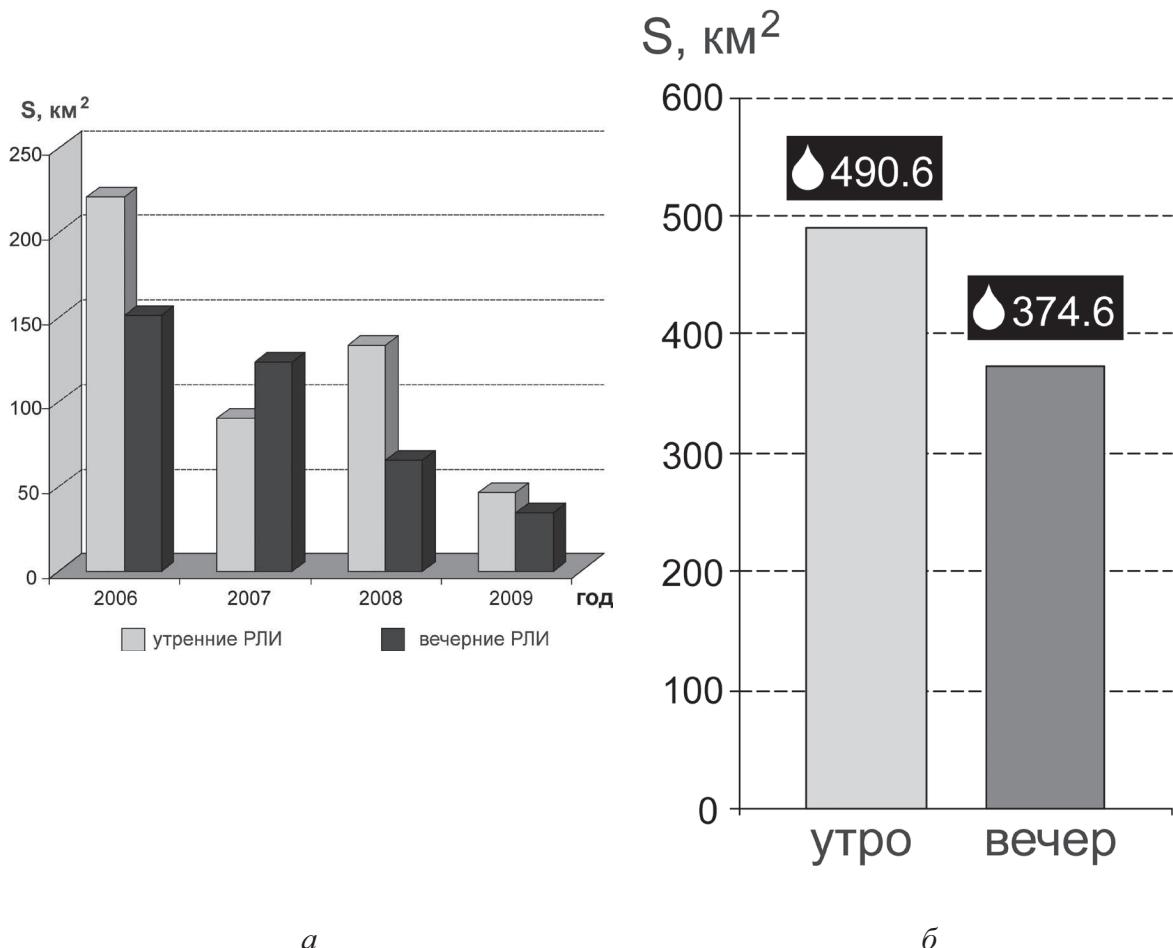


Рис. 8. Сопоставление количества нефтяных пятен, обнаруженных на утренних и дневных/вечерних РЛИ:
а) по годам; б) суммарное за 2006-2009 гг.



a

б

Рис. 9. Сопоставление площадей нефтяных пятен, обнаруженных на утренних и дневных/вечерних РЛИ:
а) по годам; б) суммарное за 2006-2009 гг.

Прогноз дрейфа нефтяного загрязнения

Наиболее удобным и проверенным инструментом прогнозирования перемещения и эволюции нефтяных пятен в Балтийском море является численная модель Шведского института метеорологии и гидрологии (Seatrack Web model, SMHI, <http://seatrack.smhi.se/seatrack/>). С ее помощью было доказано, что наиболее вероятным источником обильного выброса нефтепродуктов на пляжи Калининградской области в июле 2003 г. была часть нефти, попавшей в Балтику в результате катастрофы с танкером «Фу-Шан-Хай» в районе Борнхольма (Chubarenko et al., 2004). Статистически наиболее вероятным является загрязнение ближайшего к месту образования нефтяного пятна участка побережья (Чубаренко и др., 2009), но для Юго-Восточной Балтики все определяют характеристики наблюдаемого ветра и течений, которые сильно изменчивы.

Кроме того, модель Seatrack Web уже успешно применялась как для прогноза дрейфа нефтяных пятен, обнаруженных во время спутникового мониторинга юго-восточной части Балтийского моря в 2004-2005 гг., так и для оценки рисков загрязнения окружающей морской среды, побережья Самбийского полуострова и Куршской косы в результате потенциально возможной аварии на нефтяной платформе D-6 (Kostianoy et al., 2005, 2006).

Расчеты конкретной ситуации июня-июля 2008 г. показали, что нефтяные пятна, обнаруженные на РЛИ 27 июня 2008 г. в 15-20 км к западу от Самбийского полуострова (рис. 2)

вполне могут быть источниками нефтяного загрязнения побережья Куршской косы – объекта российско-литовского природно-культурного наследия ЮНЕСКО, которое было обнаружено в ходе обследования песчаных пляжей косы в конце июля 2008 г. Модель показала возможные места выноса нефтепродуктов на берег – м. Таран и корень Куршской косы (рис. 10). Именно там 20-22 июля 2008 г. и были обнаружены нефтяные сгустки (рис. 11, 12).

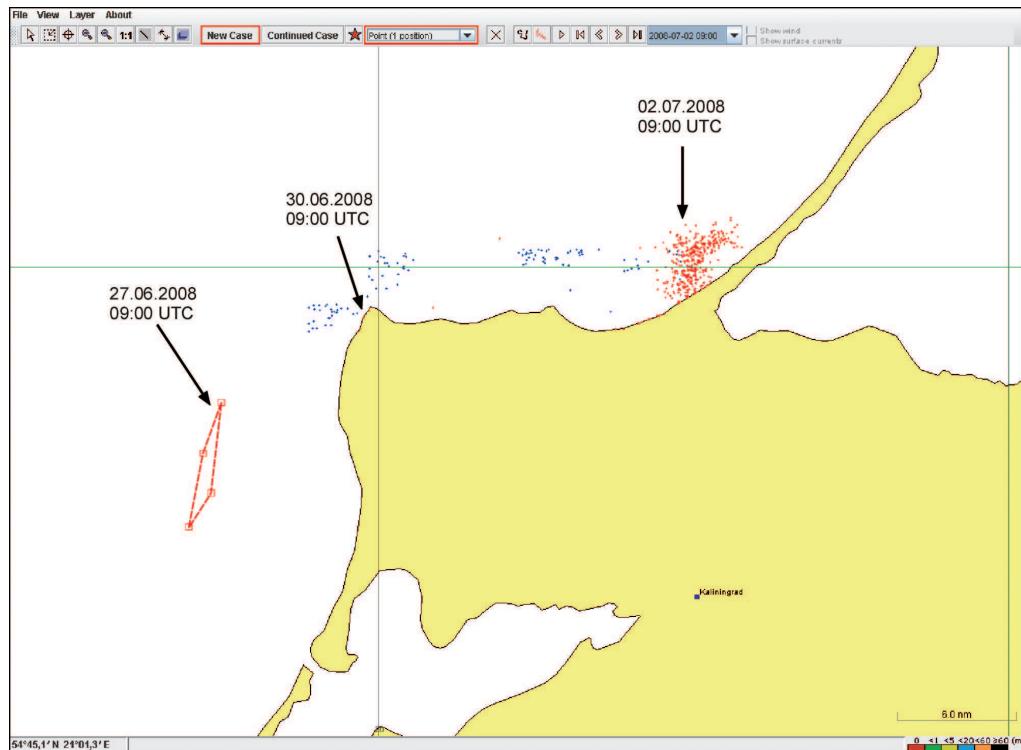


Рис. 10. Модельный прогноз дрейфа группы пятен, обнаруженных на РЛИ 27.06.2008 г.
Пунктиром показано положение пятен на РЛИ. Цветом показана глубина нахождения нефти:
красный – на поверхности, зеленый – до 1 м, желтый – от 1 до 5 м и т.д. Скопление красных точек
показывает вероятное место выброса нефти на берег после 2 июля 2008 г.



Рис. 11. Комки нефтепродуктов, обнаруженные в районе мыса Таран 20.07.2008 г.

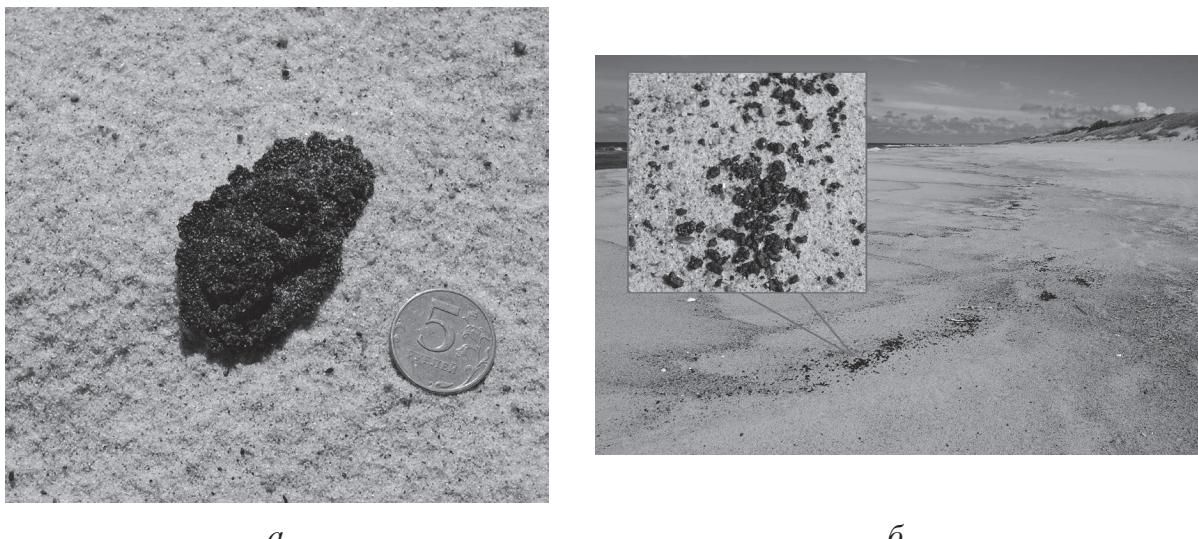


Рис. 12. Нефтяное загрязнение побережья Куршской косы 22.07.2008 г.

Таким образом, спутниковый мониторинг нефтяного месторождения «Кравцовское» (D-6) на данный момент является единственным оперативным инструментом контроля нефтяного загрязнения морской поверхности, поскольку в рамках государственного экологического мониторинга Балтийского моря спутниковые наблюдения не проводятся. За весь период спутникового мониторинга с 2004 по 2009 год нефтяного загрязнения, исходящего от нефтяной платформы D-6, зарегистрировано не было. Районами наиболее частого обнаружения нефтяного загрязнения являются основные судоходные трассы Балтийского моря и места якорных стоянок вблизи портов. Основными источниками загрязнения морской поверхности нефтепродуктами являются суда различных типов.

Литература

- Немировская И.А. Углеводороды в океане (снег-лед-вода-взвесь-донные осадки) // М.: Научный Мир, 2004. 328 с.
- Чубаренко Б.В., Шибин А.И., Резниченко Н.В. Анализ возможных источников нефтезагрязнения морского побережья Куршской косы // Ученые записки Русского географического общества Калининградского отделения (электронное издание), 2009. Т. 8. BB103- BB123.
- Chubarenko B.V., Durkin M.Yu., Ivanov A.G. On local operational oceanographic forecasting system for Kaliningrad coastal waters including the Vistula Lagoon: the necessity and principal terms of references // Proceedings of VI Scientific Workshop on High Resolution Operational Model of the Baltic Sea, 8-10 September, 2003, St.-Petersburg, Russia. MORZASCHITA and Russian State Hydrometeorological University, St.-Petersburg, 2004. P. 69-75.
- HELCOM Response. Illegal discharges of oil in the Baltic Sea during 2009. HELCOM Indicator Fact Sheets 2009, http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/illegaldischarges/ (accessed November 20, 2010).
- Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Litovchenko K.Ts., Stanichny S.V., Pichuzhkina O.E. Satellite remote sensing of oil spill pollution in the southeastern Baltic Sea // Gayana, 2004. V.68. N 2. Part 2. P.327-332.
- Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Soloviev D.M., Pichuzhkina O.E. Satellite monitoring of the Southeastern Baltic Sea. Annual Report 2004 // Kaliningrad: Lukoil-Kaliningradmorneft, 2005, 36 pp.
- Kostianoy A.G., Litovchenko K.Ts., Lavrova O.Yu., Mityagina M.I., Bocharova T.Yu., Lebedev S.A., Stanichny S.V., Soloviev D.M., Sirota A.M., Pichuzhkina O.E. Operational satellite monitoring of oil spill pollution in the southeastern Baltic Sea: 18 months experience // Environmental Research, Engineering and Management, 2006. N4 (38). P.70-77.

Results of satellite monitoring of oil spills in Southeastern Baltic Sea in 2006-2009

E.V. Bulycheva¹, A.G. Kostianoy²

*¹Atlantic Branch of P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS
236022 Kaliningrad, Mira 1
E-mail: e-lena.b@mail.ru*

*²P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS,
117997 Moscow, Nakhimovsky, 36
E-mail: kostianoy@online.ru*

The results of satellite monitoring of oil pollution in the Southeastern Baltic Sea in 2006-2009 are discussed in the paper. Interannual and seasonal variability of oil pollution was investigated. An example of oil spill drift forecast based on the Seatrack Web numerical model of Swedish Meteorological and Hydrological Institute is shown. Field observations of oil pollution in the coastal zone confirm the numerical model forecast.

Keywords: The Baltic Sea, ASAR/SAR imagery, oil pollution, interannual and seasonal variability of oil pollution, oil spill drift forecast