## Нефтяное загрязнение пляжа Балтийской косы в результате разлива мазута с судна на внешнем рейде порта Калининград в июле 2019 г.

E. В. Крек<sup>1</sup>, О. Ю. Лаврова<sup>2</sup>, А. В. Крек<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, 117997, Россия E-mail: elenka krek@mail.ru

В результате аварийного разлива мазута с танкера «Индига», выполнявшего бункеровку на внешнем рейде порта Калининград 17 июля 2019 г., пляж Балтийской косы оказался загрязнён мазутом. Оперативное слежение за перемещением пятна осуществлялось с судов Калининградского филиала ФГБУ «Морспасслужба». Обратный модельный прогноз перемещения пятна от побережья Балтийской косы с использованием интерактивной численной модели Seatrack Web (HELCOM) показал, что источник нефтяного загрязнения пляжа Балтийской косы находился на внешнем рейде порта Калининград. На спутниковом снимке Sentinel-2A (MSI), полученном через 4 ч 50 мин после разлива, среди облаков прослеживалось нефтяное пятно в форме «гребёнки». Положение пятна на спутниковом снимке совпадало с судовыми наблюдениями за перемещением пятна от места разлива.

**Ключевые слова:** Балтийское море, внешний рейд порта Калининград, нефтяное загрязнение, спутниковый мониторинг, разлив мазута с судна, модель Seatrack Web

Одобрена к печати: 21.04.2021 DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-309-314

По данным многолетнего спутникового мониторинга нефтяного загрязнения морской поверхности юго-восточной части Балтийского моря, акватория внешнего рейда порта Калининград — самый загрязнённый район в российском секторе Юго-Восточной Балтики (Булычева, Костяной, 2011, 2014; Булычева и др., 2016а, б; Лаврова и др., 2011; Kostianoy et al., 2006; Lavrova et al., 2014; Oil..., 2014). Основной источник загрязнения — это суда. При преобладающих западных ветрах за весь период мониторинга ни разу не было визуально зафиксировано нефтяного загрязнения пляжа Балтийской косы.

Информация об аварийной утечке нефтепродуктов с танкера «Индига» (ІМО (уникальный идентификатор судна) 7421942) при бункеровке на внешнем рейде порта Калининград была предоставлена Калининградским филиалом ФГБУ «Морспасслужба» (МСС). Утечка произошла 17 июля 2019 г. в 07:00 по местному времени в координатах 54°38,8′ с. ш. 19°47,6′ в. д. Тип разлитого нефтепродукта — судовой мазут марки RMG-380 вид III, заявленный капитаном танкера «Индига» объём сброса составлял 400 л.

За перемещением мазутного пятна наблюдали с судна МСС СКБ (спасательный катер-бонопоставщик) «Геннадий Кожухов». Под воздействием северного ветра скоростью 8–10 м/с (meteo.pl) пятно перемещалось на юг в направлении Балтийской косы (*puc. 1*, см. с. 310). На снимке со спутника Sentinel-2A (MSI — *англ.* Multispectral Instrument) (09:50 UTC), полученном через 4 ч 50 мин после разлива, среди облаков наблюдалось нефтяное пятно протяжённостью около 1,3 км и средней шириной 0,17 км (см. *puc. 1*). Скорость перемещения пятна в среднем составляла 24 см/с. Положение и ориентация пятна согласовывались с судовыми наблюдениями Калининградского филиала ФГБУ «Морспасслужба» (см. *puc. 1*). Таким образом, можно утверждать, что пятно, зафиксированное на снимке Sentinel-2A (MSI), возникло в результате аварийного разлива мазута с танкера «Индига».

Наличие «радужной плёнки» однозначно свидетельствовало о присутствии нефтепродуктов в поверхностной плёнке (Лаврова и др., 2011, 2016). Форма пятна имела вид «гребёнки», что характерно для плёнок, распространяющихся под действием ветра (Ермаков и др., 2016).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия E-mail: olayroya@iki.rssi.ru

По такой форме достаточно точно можно определить направление распространения пятна, не прибегая к модельным расчётам.

Следует заметить, что, несмотря на облачность, пятно на изображении видимого диапазона (спектральные каналы 4, 3, 2) хорошо идентифицировалось не только на свободной от облачности морской поверхности, но и в области тени от облака. Причём именно в области тени находилась его бо́льшая часть. Площадь видимой части пятна составляет порядка 0,26 км², учитывая зубья «гребёнки». С большой вероятностью можно утверждать, что часть пятна была скрыта под облаками.

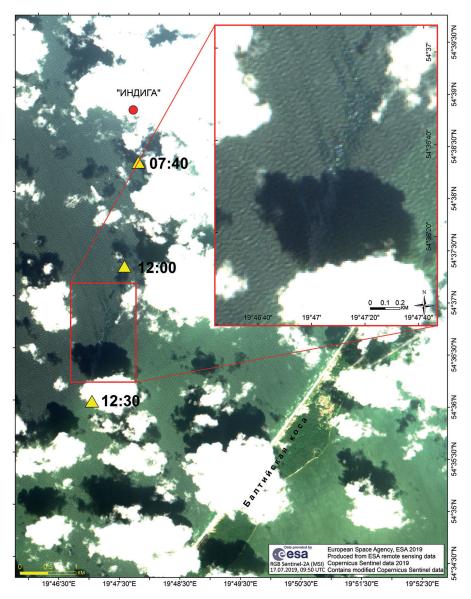


Рис. 1. Фрагмент оптического изображения со спутника Sentinel-2A (MSI), полученного 17.07.2019 (09:50 UTC), на котором было обнаружено нефтяное пятно. Красной точкой показано положение танкера «Индига», с которого произошёл сброс мазута. На врезке — увеличенное изображение пятна. Жёлтыми треугольниками показано положение пятна по данным наблюдений Калининградского филиала ФГБУ «Морспасслужба» по местному времени

Через несколько часов мазут оказался на побережье Балтийской косы. Впоследствии с береговой полосы длиной 5900 м было вывезено около 1000 т песчано-мазутной смеси (по данным МСС), которая согласно ITOPF (*англ*. International Tanker Owners Pollution Federation Limited — Федерация владельцев танкеров по предотвращению загрязнения) (Очистка...,

2014) содержит около 10 т мазута. Таким образом, объём разлитого мазута был в разы выше заявленного.

В сообществе стран HELCOM (англ. Helsinki Commission — Хельсинкская комиссия по защите морской среды Балтийского моря) рекомендуется использовать интерактивную численную модель Seatrack Web в качестве прогностической модели. Модель позволяет рассчитывать траекторию дрейфа нефтепродуктов различного типа на двое суток вперёд, а также восстанавливать траекторию дрейфа до шести суток назад. С помощью Seatrack Web было доказано, что наиболее вероятным источником обильного выброса нефтепродуктов на пляжи Калининградской обл. 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). Seatrack Web неоднократно показала свою работоспособность в Юго-Восточной Балтике, и в частности в прибрежной зоне Калининградской обл. С помощью этой модели удалось выявить источник нефтяного разлива в экономической зоне Польши 23 июля 2016 г. (Костяной и др., 2016), а также установить причину загрязнения пляжа Куршской косы в июле 2008 г. (Булычева, Костяной, 2011; Костяной, Булычева, 2014; Bulycheva, Kostianoy, 2015). Результаты вычислений с помощью Seatrack Web хорошо коррелировались с натурными измерениями течений в территориальных водах юго-восточной части Балтийского моря (Лаврова и др., 2011, 2016).



*Рис. 2.* Восстановленная траектория движения нефтяного пятна, по данным Seatrack Web, от побережья Балтийской косы. А — положение пятна на побережье 18.07.2019 в 04:00 UTC; Б — положение пятна 17.07.2019 в 05:00 UTC

Анализируя результаты обратного модельного прогноза (*puc. 2*), а также наблюдения с судна Калининградского филиала ФГБУ «Морспаслужба», можно утверждать, что пятно, наблюдаемое на спутниковом изображении, является сбросом нефтепродуктов со стационарного объекта, находящегося на внешнем рейде порта Калининград. Там же произошла утечка мазута с танкера «Индига».

Авторы выражают благодарность Калининградскому филиалу ФГБУ «Морспасслужба» за предоставленные материалы. Е. В. Крек и А. В. Крек проводили исследование в рамках государственного задания Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН № 0128-2021-0012. О.Ю. Лаврова выполняла анализ спутниковых изображений в рамках государственного задания № 01.20.0.2.00164 (тема «Мониторинг»).

## Литература

- 1. *Бульчева Е. В.*, *Костяной А. Г.* Результаты спутникового мониторинга нефтяного загрязнения юговосточной части Балтийского моря в 2006—2009 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 2. С. 74—83.
- 2. *Булычева Е. В., Костяной А. Г.* Итоги спутникового мониторинга нефтяного загрязнения морской поверхности Юго-Восточной Балтики за 2004—2013 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 4. С. 111—126.
- 3. *Бульчева Е. В.*, *Крек А. В.*, *Костяной А. Г.* (2016а) Нефтяное загрязнение Юго-Восточной Балтики по спутниковым наблюдениям и натурным данным // Океанология. 2016. Т. 56. № 1. С. 81—89.
- 4. *Булычева Е. В.*, *Костяной А. Г.*, *Крек А. В.* (2016б) Межгодовая изменчивость нефтяного загрязнения морской поверхности Юго-Восточной Балтики в 2004—2015 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 74—84.
- 5. *Ермаков С.А.*, *Лаврова О.Ю.*, *Капустин И.А.*, *Макаров Е.В.*, *Сергиевская И.А.* Исследование особенностей геометрии пленочных сликов на морской поверхности по данным спутниковых радиолокационных наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 3. С. 97—105. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-3-97-105.
- 6. *Костяной А. Г.*, *Булычева Е. В.* Численное моделирование рисков нефтяного загрязнения Юго-Восточной Балтики и Финского залива // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 4. С. 56—75.
- 7. *Костяной А. Г.*, *Булычева Е. В.*, *Лаврова О. Ю.*, *Митягина М. И.*, *Бочарова Т. Ю.*, *Соловьев Д. М.*, *Сирота А. М.* Беспрецедентный случай нефтяного загрязнения морской поверхности с судна в Юго-Восточной Балтике 23 июля 2016 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 7. С. 277—281.
- 8. Лаврова О. Ю., Костяной А. Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М.: ИКИ РАН, 2011. 470 с.
- 9. Лаврова О. Ю., Митягина М. И., Костяной А. Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. М.: ИКИ РАН, 2016. 335 с.
- 10. Очистка береговой линии от нефти: техн. информ. док. ITOPF. 2014. 20 c. URL: https://www.itopf. org/ru/knowledge-resources/documents-guides/document/07-ochistka-beregovoi-linii-ot-nefti/.
- 11. *Bulycheva E. V., Kostianoy A. G.* Numerical modelling of risks of oil pollution in the Southeastern Baltic Sea and in the Gulf of Finland in 2004–2014 // Marine Environmental Monitoring, Modelling and Prediction: 47<sup>th</sup> Intern. Liege Colloquium on Ocean Dynamics: Book of abstr. Liege, Belgium. 4–8 May 2015.
- 12. *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 // Proc. VI Scientific Workshop on High Resolution Operational Model of the Baltic Sea. Saint Petersburg, Russia. 8–10 Sept. 2003 / MORZASCHITA and Russian State Hydrometeorological University. Saint Petersburg, 2004. pp. 69–75.
- 13. Kostianoy A, Litovchenko K, Lavrova O., Mityagina M., Bocharova T., Lebedev S., Stanichny S., Soloviev D., Sirota A., Pichuzhkina O. Operational satellite monitoring of oil spill pollution in the southeastern Baltic Sea: 18 months experience // Environmental Research, Engineering and Management. 2006. No. 4(38). pp. 70–77.
- 14. *Lavrova O. Yu.*, *Mityagina M. I.*, *Kostianoy A. G.*, *Semenov A. V.* Oil pollution in the Southeastern Baltic Sea in 2009–2011 // Transport and Telecommunication. 2014. V. 15. No. 4. pp. 322–331.
- 15. Oil pollution in the Baltic Sea / eds. Kostianoy A.G., Lavrova O.Yu. Berlin; Heidelberg; N.Y.: Springer-Verlag, 2014. V. 27. 268 p.

## Oil pollution of the Vistula Spit beach as a result of oil discharge from ship at the outer anchorage of the port of Kaliningrad in July 2019

E. V. Krek<sup>1</sup>, O. Yu. Lavrova<sup>2</sup>, A. V. Krek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow 117997, Russia E-mail: elenka krek@mail.ru

As a result of an accidental spill of fuel oil from the Indiga tanker, which was performing bunkering on the outer anchorage of the port of Kaliningrad on July 17, 2019, the beach of the Baltic Spit was contaminated with fuel oil. Operational tracking of the spill movement was carried out from the vessels of the Kaliningrad branch of "Morspasluzhba". A backward model simulation of the spill from the coast of the Baltic Spit using Seatrack Web (HELCOM) showed that the source of oil pollution of the Baltic Spit beach was on the outer anchorage of the port of Kaliningrad. A comb-shaped oil spill was detected in Sentinel-2A (MSI) satellite image, acquired 4 hours 50 minutes after the spill. The position of the spill on the satellite image coincided with the ship's observations of the spill's movement from the source of the oil spill.

**Keywords:** Baltic Sea, outer anchorage of the port of Kaliningrad, oil pollution, satellite monitoring, oil discharge from a ship, Seatrack Web

Accepted: 21.04.2021

DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-309-314

## References

- 1. Bulycheva E.V., Kostianoy A.G., Results of satellite monitoring of oil spills in the Southeastern Baltic Sea in 2006–2009, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 2, pp. 74–83 (in Russian).
- 2. Bulycheva E. V., Kostianoy A. G., Results of satellite monitoring of sea surface oil pollution in Southeastern Baltic Sea in 2004–2013, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 4, pp. 111–126 (in Russian).
- 3. Bulycheva E.V., Krek A.V., Kostianoy A.G. (2016a), Peculiarities of distribution of oil pollution in the Southeastern Baltic by satellite data and in situ measurements, *Oceanology*, 2016, Vol. 56, No. 1, pp. 75–83.
- 4. Bulycheva E.V., Kostianoy A.G., Krek A.V. (2016b), Interannual variability of the sea surface oil pollution in the Southeastern Baltic Sea in 2004–2015, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 4, pp. 74–84 (in Russian).
- 5. Ermakov S. A., Lavrova O. Yu., Kapustin I. A., Makarov E. V., Sergievskaya I. A., Investigation of geometry of film slicks on the sea surface from satellite radar observations, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 3, pp. 97–105 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-3-97-105.
- 6. Kostianoy A. G., Bulycheva E. V., Numerical simulation of risks of oil pollution in the Southeastern Baltic Sea and in the Gulf of Finland, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 4, pp. 56–75 (in Russian).
- 7. Kostianoy A. G., Bulycheva E. V., Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Bocharova T. Yu., Soloviev D. M., Sirota A. M., The unprecedented case of oil pollution of sea surface from a ship in the South-Eastern Baltic Sea on 23 July 2016, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 7, pp. 277–281 (in Russian).
- 8. Lavrova O. Yu., Kostianoy A. G., Lebedev S. A., Mityagina M. I., Ginzburg A. I., Sheremet N. A., *Complex Satellite Monitoring of the Russian Seas*, Moscow: IKI RAN, 2011, 470 p. (in Russian).
- 9. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Kostianov A. G., *Satellite methods for detecting and monitoring marine zones of ecological risk*, Moscow: IKI RAN, 2016, 335 p. (in Russian).
- 10. https://www.itopf.org/ru/knowledge-resources/documents-guides/document/07-ochistka-beregovoi-linii-ot-nefti/.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Russian Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia E-mail: olavrova@iki.rssi.ru

- 11. Bulycheva E. V., Kostianoy A. G., Numerical modelling of risks of oil pollution in the Southeastern Baltic Sea and in the Gulf of Finland in 2004–2014, *Marine Environmental Monitoring, Modelling and Prediction:* 47<sup>th</sup> Intern. Liege Colloquium on Ocean Dynamics, Book of abstr., Liege, Belgium, 4–8 May, 2015.
- 12. 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, *Proc. VI Scientific Workshop on High Resolution Operational Model of the Baltic Sea*, Saint Petersburg, Russia, 8–10 Sept. 2003, MORZASCHITA and Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, 2004, pp. 69–75.
- 13. Kostianoy A., Litovchenko K., Lavrova O., Mityagina M., Bocharova T., Lebedev S., Stanichny S., Soloviev D., Sirota A., Pichuzhkina O., Operational satellite monitoring of oil spill pollution in the southeastern Baltic Sea: 18 months experience, *Environmental Research*, *Engineering and Management*, 2006, No. 4(38), pp. 70–77.
- 14. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Kostianoy A. G., Semenov A. V., Oil pollution in the Southeastern Baltic Sea in 2009–2011, *Transport and Telecommunication*, 2014, Vol. 15, No. 4, pp. 322–331.
- 15. *Oil pollution in the Baltic Sea*, Kostianoy A. G., Lavrova O. Yu. (eds.), Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2014, Vol. 27, 268 p.