

## Комплексный подход к выявлению влияния разливов нефти на состояние водных объектов по данным дистанционного зондирования Земли

*А. С. Гордиенко<sup>1\*</sup>, А. В. Ткач<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* a.s.gordienko@sgugit.ru

**Аннотация.** В статье выполнен анализ источников загрязнения водных экосистем нефтью и нефтепродуктами. Рассмотрены методы выявления разливов нефти и ее влияния на состояние водных объектов по данным дистанционного зондирования Земли. Предложен комплексный подход к выявлению влияния разливов нефти на состояние объектов гидрографии с использованием различных данных дистанционного зондирования Земли. Подход основан на использовании данных дистанционного зондирования Земли различного пространственного разрешения, которое позволяет регистрировать как крупные нефтеразливы, так и незначительные. Представлены примеры применения многоспектральных космических снимков для распознавания загрязнения местности нефтепродуктами.

**Ключевые слова:** последствия разливов нефтепродуктов, данные дистанционного зондирования, экологический ущерб, водные экосистемы

## The approach to detecting the impact of oil spills on the state of water by a remote sensing data

*A. S. Gordienko<sup>1\*</sup>, A. V. Tkach<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: a.s.gordienko@sgugit.ru

**Abstract.** The sources of pollution of water ecosystems with oil and oil products were analyzed. Methods for detecting oil spills and its impact on the state of water based on Earth remote sensing data are presented. Further research on the development of methods for determining the types of oil pollution based on an integrated approach used on the space images are offered. The approach is based on the use of Earth remote sensing data of various spatial resolution, which makes it possible to register both large and small oil spills. The examples of the application of multispectral satellite images for the recognition of contamination of the area with oil products are presented.

**Keywords:** results of oil spills, remote sensing data, environmental damage, water ecosystem

Состояние водных экосистем подвержено влиянию большого числа негативных факторов. К таким факторам относятся как природные процессы, так и антропогенные. Промышленные стоки, пестициды и удобрения применяемые в сельском хозяйстве, бытовые отходы, добыча полезных ископаемых и многое другое оказывают серьезное воздействие на качество воды и состояние водных объектов. Загрязняющие вещества, попадающие в воздух или почву, в итоге попадают в грунтовые воды и водоемы [1].

Существенный урон объектам гидрографии наносят нефтепродукты. Разливы нефти приводят к массовой гибели как живых организмов обитающих в водной среде, так и представителей фауны, которые питаются этими организмами. В результате снижается численность и скорость воспроизведения популяций.

Основным источником загрязнения водных объектов нефтепродуктами является человеческая деятельность. Аварии могут происходить на различных этапах: добыча, транспортировка и переработка нефти. Кроме того, возможны естественные выходы нефти на поверхность (рис. 1) [2].



Рис. 1. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами

Для уменьшения негативного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов на водные объекты необходимо оперативно выявлять очаги загрязнений и проводить комплекс мер по их устранению. Мониторинг объектов нефтяной промышленности выполняется с помощью данных дистанционного зондирования Земли. Как правило, загрязнения морских акваторий контролируют радиолокационными методами. Нефтяные пленки на поверхности воды проявляются на радиолокационных изображениях. Но при сильном приповерхностном ветре

они становятся неразличимы от морской поверхности. Кроме того, влияние на точность распознавания нефтяных пленок оказывает высота волн, количество и тип нефти или нефтепродуктов [3–9].

Выявление аварийных ситуаций по данным дистанционного зондирования на суше осуществляется чаще всего по косвенным признакам. Так как нефтепродукты проникают в почву и определить непосредственно разлив становится сложно. Но при попадании в почву нефть оказывает губительное воздействие на окружающую растительность, а по ее угнетенному состоянию можно распознать наличие нефтепродуктов [10–16].

Водные экосистемы включают в себя представителей флоры и фауны, которые могут непосредственно контактировать с другими экосистемами. А значит их состояние отразится и на смежных сообществах. Таким образом, целесообразно применять комплексный подход к выявлению влияния разливов нефти на состояние водных объектов с использованием различных данных дистанционного зондирования Земли. Методика, основанная на данном подходе представлена на рис. 2.

В настоящее время, для широкого круга пользователей доступны данные, получаемые с космических съемочных систем среднего разрешения (30 м), которые позволяют выявлять нефтеразливы (рис. 3), а также угнетенное состояние растительности, вызываемое влиянием нефтепродуктов (рис. 4) [10].

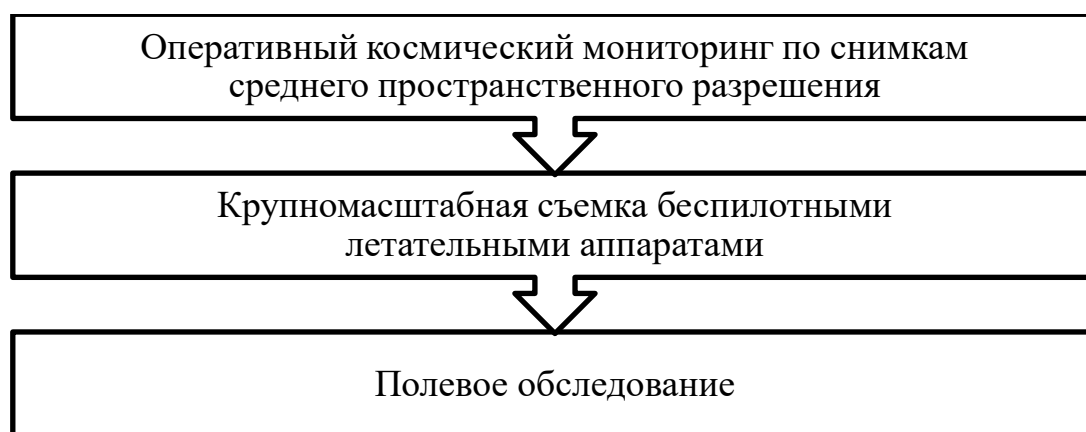


Рис. 2. Технологическая схема выявления влияния разливов нефти на состояние водных объектов по данным дистанционного зондирования Земли

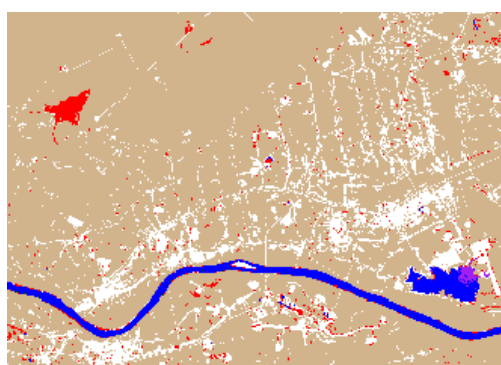


Рис. 3. Результат автоматизированной классификации нефтеразливов (выделены красным цветом)

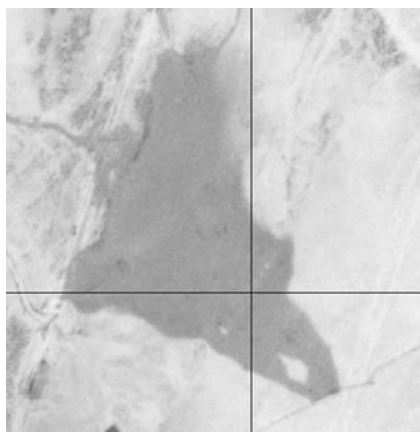


Рис. 4. Фрагмент индексного изображения с участком угнетенной растительности в области нефтеразлива

Выявление нефтяных пленок на поверхности воды целесообразно осуществлять по радиолокационным данным, которые не позволяют выявлять мелкие нефтеразливы и часто нуждаются в уточнении. Таким образом, крупномасштабную съемку можно выполнять на отдельных участках, что позволит сэкономить время и средства. Полевое обследование следует осуществлять на объектах, которые недостаточно различимы на материалах полученных с беспилотных летательных аппаратов, а также для контроля.

Данный подход позволит получать наиболее полную информацию о разливах нефтепродуктов и их влиянии на состояние окружающей среды по данным дистанционного зондирования Земли. А значит оперативно принимать меры по ликвидации аварий в нефтяной отрасли и восстановлению природно-территориальных комплексов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (тема «Разработка теории и технологических решений контроля состояния защитных сооружений при перекачке нефтепродуктов методами активного дистанционного зондирования», № 0807-2020-0002).*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние антропогенных факторов на водные экосистемы / П. Я. Пукало, А. В. Базаева, А. В. Беспалый, М. А. Панчишный // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2020. – № 3(38). – С. 33-36.
2. Гордиенко, А. С. Перспективные методы мониторинга последствий разливов нефтепродуктов по данным дистанционного зондирования земли / А. С. Гордиенко // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2021. – № 1. – С. 239-245.
3. Наздрачев, П. И. Применение методов активного дистанционного зондирования для обнаружения разливов нефти / П. И. Наздрачев, А. Ю. Чермошенцев // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 6. – С. 213-218.
4. Митягина, О.Ю. Лаврова, Т.Ю. Спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 5. – С. 130–149.

5. Oil spills detection and identification with Synthetic Aperture Radar (SAR) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geo.university/pages/oil-spills-detection-and-identification-with-synthetic-aperture-radar-sar> (дата обращения: 20.09.2021).
6. Prastyani R., Basith A. Utilisation of Sentinel-1 SAR Imagery for Oil Spill Mapping: A Case Study of Balikpapan Bay Oil Spill [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/327840056/> (дата обращения: 20.09.2021).
7. Chaturvedi S.K., Banerjee S. An assessment of oil spill detection using Sentinel 1 SAR-C images / Journal of Ocean Engineering and Science. – 2020. – №5. – С.116–135.
8. Оперативный спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения юго-восточной части Балтийского моря [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259839653/> (дата обращения: 20.09.2021).
9. Гулиев А. Ш., Хлебникова Т. А. Выявление мест нефтезагрязнений шельфовой зоны по материалам космических съемок (на примере акватории нефтяных камней (Каспий)) // Вестник СГУГиТ. – 2019. – № 3. – С. 52–64.
10. Гордиенко, А. С. Мониторинг нефтеразливов по космическим снимкам / А. С. Гордиенко, К. Д. Дыбина // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: Материалы VIII Международной научной конференции; электронное научное издание, Красноярск, 14–17 сентября 2021 года Науч. редактор Е.А. Ваганов, отв. ред. Г.М. Цибульский. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. - С. 166–169.
11. Кулик, Е. Н. Анализ влияния разлива нефтепродуктов на состояние природных комплексов в условиях Восточной Сибири / Е. Н. Кулик, Д. А. Байкин // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : Материалы VIII Международной научной конференции; электронное научное издание, Красноярск, 14–17 сентября 2021 года / Науч. редактор Е.А. Ваганов, отв. ред. Г.М. Цибульский. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. – С. 191-194.
12. Байкин, Д. А. Анализ влияния разлива нефтепродуктов на состояние природных объектов по данным дистанционного зондирования Sentinel-2 в условиях Восточной Сибири / Д. А. Байкин, Е. Н. Кулик // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 6. – С. 24-31. – DOI 10.33764/2618-981X-2021-6-24-31.
13. Бондур, В. Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов комплекса // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 6. – С. 3–17.
14. Кулик Е. Н., Байкин Д. А. Мониторинг растительности в районах добычи и транспортировки нефти методами автоматизированного дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы междунар. науч. конф. – Красноярск : СФУ, 2020. – С. 244–247.
15. Recent trends and remaining challenges for optical remote sensing of Arctic tundra vegetation: A review and outlook / Alison Beamisha, Martha K. Reynoldsb, Howard Epsteine, et al. // Remote Sensing of Environment. – 2020. – № 246, С. 1–12.
16. Remote sensing and petroleum seepage: a review and case study / Van Der Meer, F., Van Dijk, P., Van Der Werff, H., Yang, H. // Terra Nova 2002. – 2006. – № 14, С. 1–17.

© А. С. Гордиенко, А. В. Ткач, 2022