

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АКТИВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Павел Иванович Наздрачев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (913)066-41-10, e-mail: paasshaaa@gmail.com

Александр Юрьевич Чермошентцев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

В работе описана реализация методики обработки радиолокационных снимков со спутника Sentinel-1 на территорию Сахалинской области, целью которой является обнаружение нефтяных разливов. Показана возможность применения данной методики для оперативного обнаружения нефтяных разливов на акваториях, а также выполнения мониторинга.

Ключевые слова: нефтяные разливы, радиолокационная съемка, Sentinel-1, Сахалин

APPLICATION OF ACTIVE REMOTE SENSING METHODS FOR OIL SPILL DETECTION

Pavel I. Nazdrachev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Graduate, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (913)066-41-10, e-mail: paasshaaa@gmail.com

Alexander Yu. Chermoshentsev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (383)361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

The article describes the implementation of the method for processing radar images from the Sentinel-1 satellite on the territory of the Sakhalin Region, the purpose of which is to detect oil spills. The possibility of using this technique for the prompt detection of oil spills in water areas, as well as for monitoring is shown.

Keywords: oil spills, radar survey, Sentinel-1, Sakhalin

Введение

В августе 2020 года по сообщениям рыбаков поступила информация о крупном нефтяном разливе в акватории Набильского залива, расположенном на востоке Ногликского района. Была обнаружена обильная нефтяная пленка, покрывающая поверхность воды узкого длинного залива, расположенного на южном

берегу пролива, соединяющего основную акваторию Набильского залива с его частью под названием старый Набиль. Эти два залива разделяет широкая песчаная коса, вытянутая с юга на север, в южной части которой расположен береговой нефтепромысел «Набиль», принадлежащей ООО «РН-Сахалинморнефтегаз» (входит в структуру компании «Роснефть»).

Обнаружение и отслеживание разливов нефти на акваториях, выполненные до наступления критической ситуации, позволят заблаговременно принять меры по локализации разлива и его устранению [1]. Для этого необходима оперативная информация о местоположении, размерах и направлении распространения нефтяного пятна. Современные методы обработки радиолокационных снимков позволяют дистанционно идентифицировать и отслеживать участки акватории, на которых имеют место разливы нефтепродуктов [2–6].

В данной работе рассматривается методика применения материалов радиолокационной съемки со спутника Sentinel-1 для оперативного обнаружения разливов нефти.

Методы и материалы

В качестве исходных данных использовался снимок Sentinel-1, за 24.08.2020. На рис. 1 показано расположение области исследования на территории Сахалинской области.

Поиск космических снимков Sentinel-1 осуществлялся с помощью веб-сервиса Copernicus Open Access Hub [7].

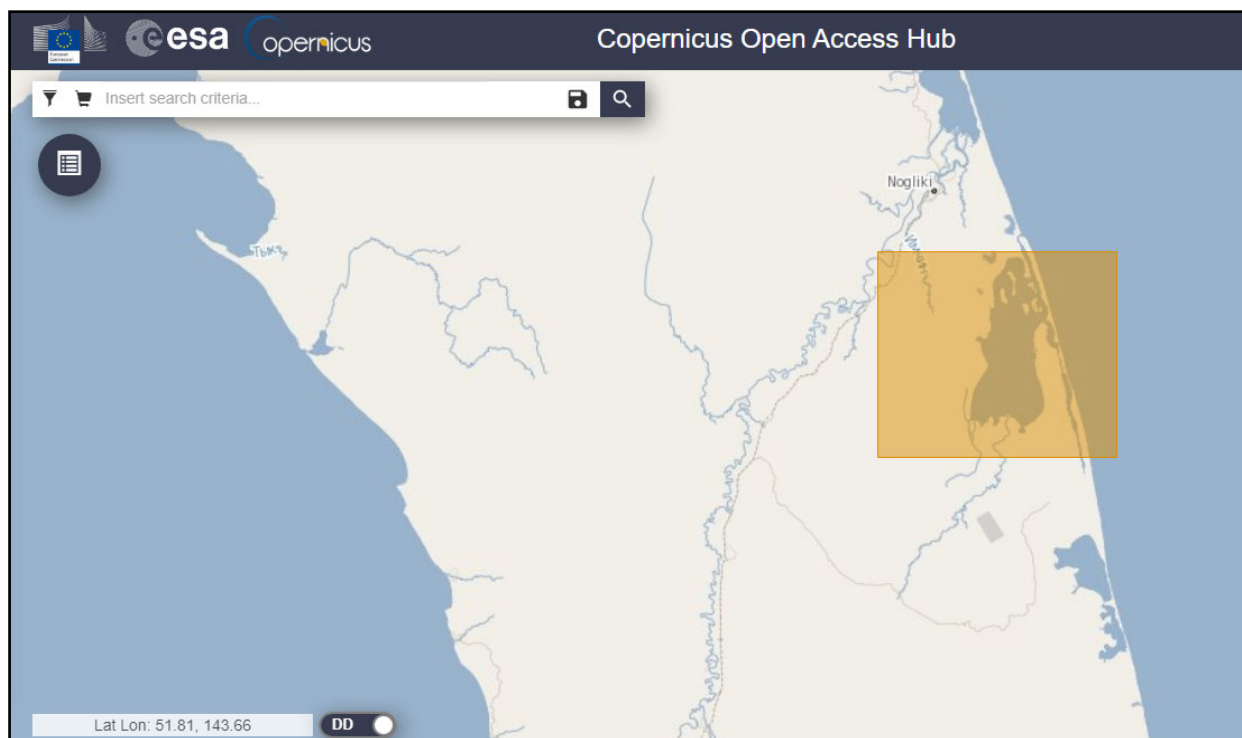


Рис. 1. Границы исследуемой территории на портале Copernicus

Характеристики исходного снимка приведены в таблице.

Все основные процессы обработки снимков выполнены в программном продукте Sentinel-1 Toolbox, который входит в пакет Sentinel Application Platform (SNAP) [8]. Последовательность обработки данных Sentinel-1 в программном продукте SNAP включала следующие основные шаги:

- выделение области интереса;
- фильтрация спекл-шума;
- применение алгоритма oil-spill-detection;
- геометрическая коррекция;
- экспорт области загрязнения.

Характеристики исходного снимка

Идентификатор снимка	Дата съемки	Уровень обработки	Поляризация	Режим съемки
S1B_IW_GRDH_1SDV_20200824T204628_20200824T204653_023070_02BCDD_C8C5	24.08.20	GRD	VV+VH	IW

Предварительная обработка заключается в выделении области интереса из целой сцены, охватывающей 251,8 км², а также применении к исходному изображению фильтрации спекл-шума. На рис. 2 приведен результат применения фильтра.

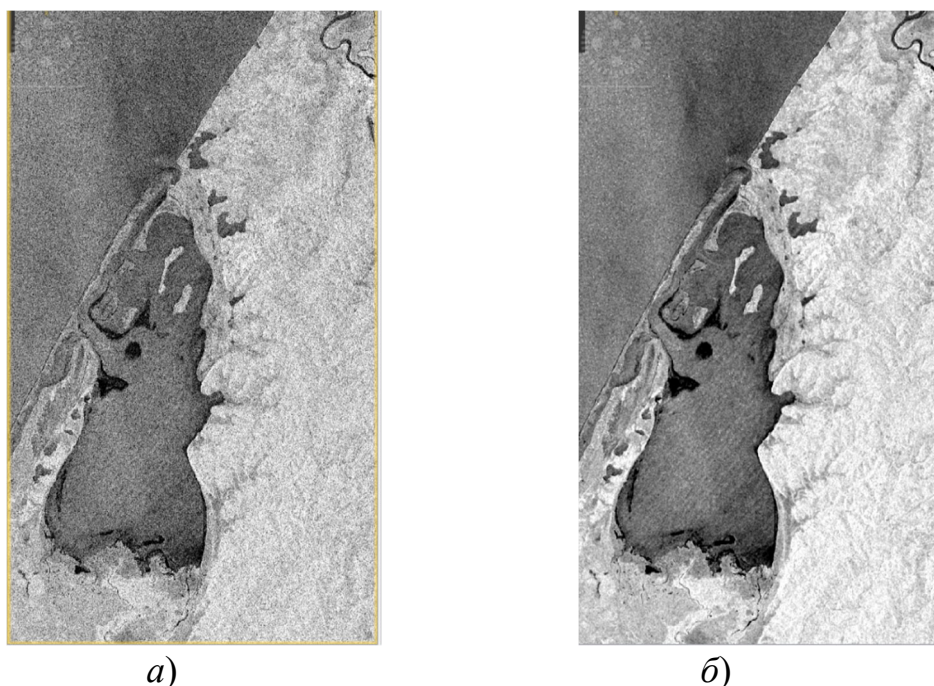


Рис. 2. Изображение: а) до фильтрации; б) после

В результате фильтрации достигнуто подчеркивание границ между предполагаемыми нефтяными разливами.

Далее выполнялась обработка изображения, прошедшего фильтрацию, с помощью алгоритма oil-spill-detection [9]. Для его корректной работы в автоматизированном режиме с помощью матрицы высот SRTM создается маска суша-море, которая может гарантировать, что обнаружение сосредоточено только на интересующей области. На следующем этапе выполняется обнаружение темных пятен с помощью адаптивного метода определения порога. Для определения порогового значения предварительно был построен график изменения значений амплитуды радиолокационного снимка в пределах разлива нефти, представленный на рис. 3.

Пиксели, обнаруженные как часть темного пятна, группируются, а затем удаляются в зависимости от размера кластера и выбранного пользователем минимального размера кластера. В результате была создана маска, показывающая границы распространения нефтяного пятна, показанные на рис. 4.

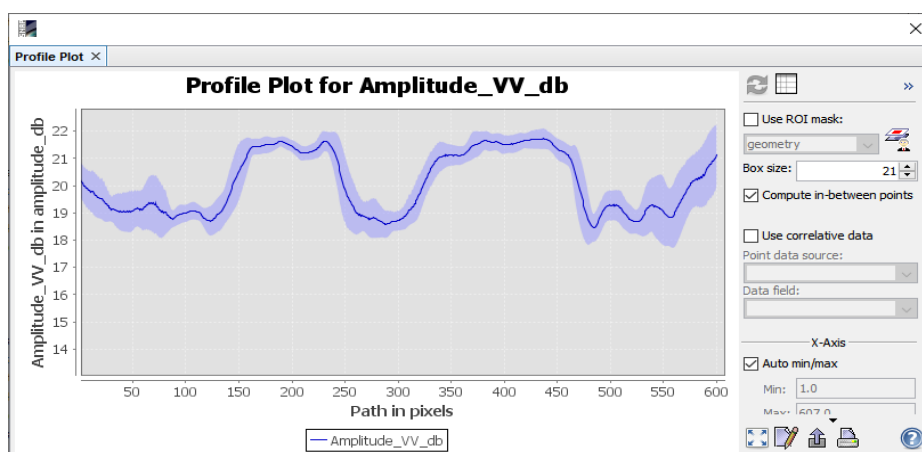


Рис. 3. График изменения значений амплитуды радиолокационного снимка в пределах разлива нефти

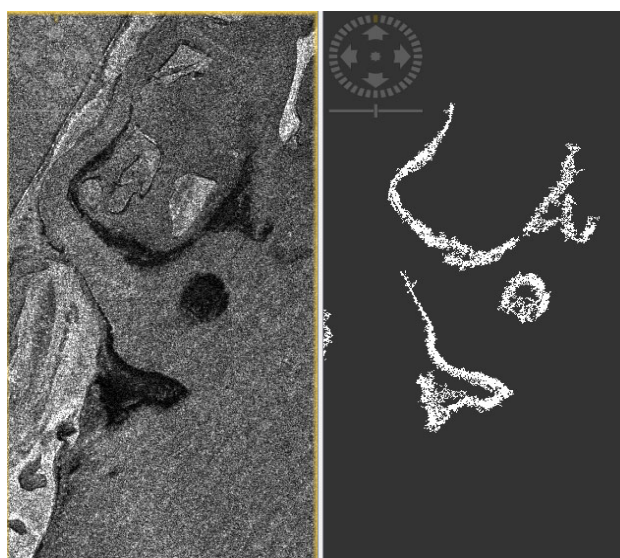


Рис. 4. Результат поиска разлива нефти

Поскольку изначально из-за геометрических особенностей радиолокационной съемки изображение является инвертированным, для дальнейшей работы и анализа выполнялась геометрическая коррекция с помощью модели эллипсоида. На рис. 5 приведены результаты коррекции изображения, а также преобразования в картографическую проекцию.

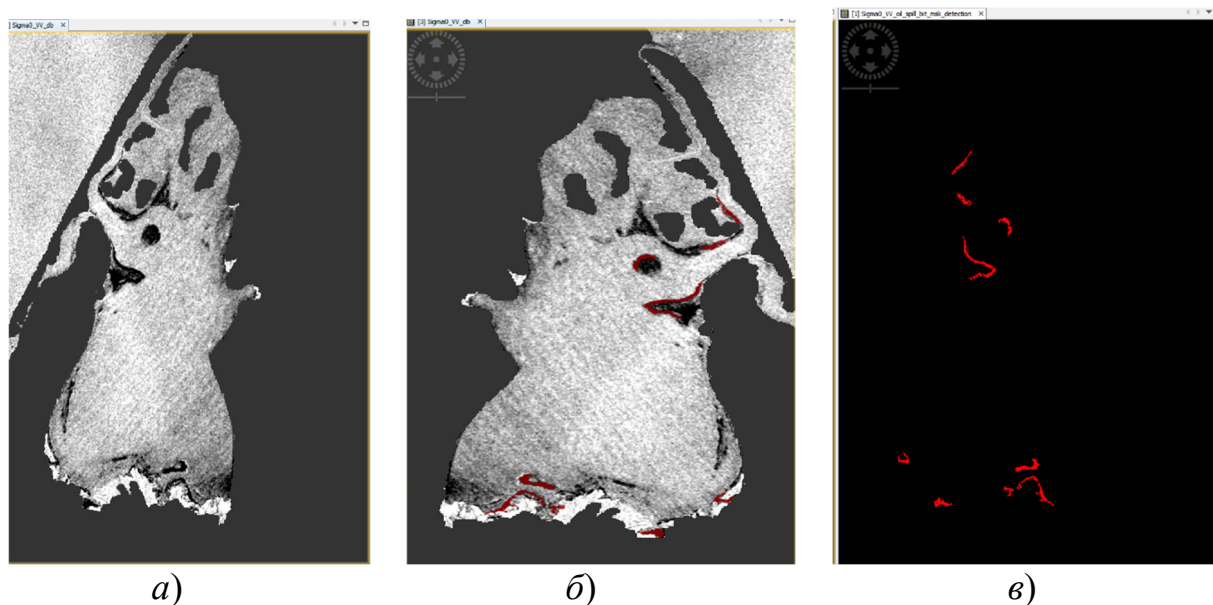


Рис. 5. Изображение до коррекции (а), после коррекции (б) и выделенные разливы нефти (в)

Результаты

В результате применения алгоритма обнаружения разливов нефти oil-spill-detection получена маска, представленная в растровом или векторном формате, которая указывает все области, которые могут включать потенциальное загрязнение нефтью. На представленном изображении маска обнаружения разливов нефти соответствует реально существующему разливу. Эффективность работы алгоритма обнаружения разливов нефти оценивается по перекрытию маски обнаружения с темными структурами. Чем точнее маска покрывает интересующую структуру и чем меньше похожих структур обнаруживается поблизости, тем выше производительность инструмента. Также обнаружены некоторые объекты, похожие на разливы. Есть несколько обнаруженных кораблей, но все они не находятся в непосредственной близости от темного пятна. С учетом пространственного разрешения спутника Sentinel-1 составляющего 10 метров, рассчитываются длина и площадь покрытия нефтяным пятном.

Заключение

Полученные результаты определения разливов нефти в Набильском заливе показывают в целом хорошую производительность алгоритма адаптивного порога, реализованного в программном продукте SNAP для обнаружения

разливов нефти [10]. Некоторые похожие структуры частично обнаруживаются как нефть, поэтому дополнительно для проверки результатов требуется процедура классификации или визуальный контроль оператором. Алгоритм адаптивного порога можно использовать для автоматического обнаружения разливов нефти только в случае значительных разливов нефти и после точной процедуры классификации.

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. 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.
2. 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: 20.04.2021).
3. 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: 20.04.2021).
4. 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.
5. Оперативный спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения юго-восточной части Балтийского моря [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259839653/> (дата обращения: 20.04.2021).
6. 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.
7. Copernicus Open Access Hub. Copernicus Open Access [Электронный ресурс]. URL: <https://scihub.copernicus.eu/> (дата обращения: 20.04.2021).
8. SNAP [Электронный ресурс]. URL: <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/> (дата обращения: 20.04.2021).
9. Иванов А. Ю. Стики и плёночные образования на космических радиолокационных изображениях // Исследование Земли из космоса. – 2007. – № 3. – С. 73–96.
10. Oil spill mapping with Sentinel-1 1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus-training.eu/training/oil-spill-mapping-with-sentinel-1> (дата обращения: 20.04.2021).

© П. И. Наздрачев, А. Ю. Чермошнцев, 2021