НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

ОЦЕНКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ЯНАО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ И НАЗЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ THE ESTIMATION OF THE OIL CONTAMINATION OF YANAO LANDS USING SPACE IMAGES AND TERRESTRIAL RESEARCHES

Д.В. Федоров¹, Т.В. Королева¹, М.Н. Алексеева², И.Г. Ященко²
D.V. Fedorov¹, T.V. Koroleva¹, M.N. Alekseeva², I.G. Yashchenko²

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

² *Институт химии нефти СО РАН, г. Томск*
denilletti@gmail.com, amn@ipc.tsc.ru

Проведена оценка площадей нефтезагрязнений на территории ЯНАО. Приведена методика автоматизированного картографирования водных объектов, нефтезагрязненных земель и производственной инфраструктуры месторождений по космическим снимкам (КС) Sentinel-2. Рассмотрены способы и типы рекультивации нефтезагрязненных участков трех месторождений Пуровского нефтегазоносного района.

The article considers the area of oil pollution in the territory of the Yamalo-Nenets Autonomous Area. The technique of automated mapping of water bodies, oil-contaminated lands and production infrastructure of fields using satellite imagery Sentinel-2. Methods and types of reclamation of oil-infested sections of three fields of the Purovsky oil and gas region are presented.

Ключевые слова: нефтезагрязненные земли, Ямало-Ненецкий АО, месторождения, вечная мерзлота, Sentinel-2, рекультивация.

Key words: oil-contaminated lands, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, deposits, permafrost, Sentinel-2, reclamation.

Основными источниками загрязнения окружающей природной среды на территории Ямало-Ненецкого автономного округа являются месторождения углеводородного сырья. За последние 20 лет из-за деформаций грунта и таяния вечной мерзлоты увеличилось число аварий на нефтяных месторождениях в зоне вечной мерзлоты [1]. Например, при аварии на нефтесборном трубопроводе Комсомольского месторождения, которое разрабатывает «РН-Пурнефтегаз», было обнаружено 8 разливов нефтесодержащей жидкости [2]. Общая площадь загрязнения земельных участков лесного фонда составила более 1 га.

Целью данной работы является оценка площади нефтезагрязнения почв и водных объектов с применением космических снимков и наземных данных трех месторождений компании «Роснефть-Пурнефтегаз» в Пуровском нефтегазоносном районе.

Пуровский район находится в центре ЯНАО в бассейне р. Пур, занимает 108,6 тыс. км² и составляет 15 % его территории. В Пуровском районе находится свыше 130 месторождений, из них 69 нефтяных, 36 – нефтегазоконденсатных. Для мониторинговых исследований экологической ситуации на нефтедобывающих предприятиях, выявления участков, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, и подтверждения полученных результатов перспективно сочетание наземных и дистанционных методов исследования [3].

В результате наземных исследований 3 рассматриваемых в работе месторождений были составлены паспорта объектов рекультивации, включающие карты-схемы нефтезагрязненных участков, фотографии и описание проб почв. На первом месторождении наземные исследования нефтезагрязненных болотно-подзолистых почв и озёрков были проведены 30.08.2019 г., на втором – 02.09.2019 г., на третьем – 05.09.2019 г.

Далее использовали методику обработки спутниковых данных. Данная методика включает следующие этапы работы:

1. Формирование цифровых слоев в ArcGIS с координатами месторождений для дистанционного выявления нефтезагрязненных земель по космическим снимкам (КС).
2. Формирование комплекта КС со спутника Sentinel-2, близких к дате изучения нефтезагрязненных участков.
3. Построение слоя объектов инфраструктуры нефтедобычи на территории месторождений.
4. Построение слоя объектов воды.
5. Подбор комбинации спутниковых каналов для отображения участков с нефтезагрязнением.
6. Построение слоя нефтезагрязненных земель.

Спутник Sentinel-2 был запущен в 2015 г. и предназначен для мониторинга использования земель, растительности, лесных и водных ресурсов. Данные снимаются мультиспектральной камерой в 12 спектральных полосах (443-2190 нм.), и имеют пространственное разрешение 10, 20 и 60 м. Объекты инфраструктуры нефтедобычи, нефтепроводы, дороги, кустовые площадки наиболее четко отображаются в 2, 4 и 12 канале КС Sentinel-2.

Территории месторождений характеризуются повышенной заболоченностью и наличием множества мелких озер, для построения цифрового слоя водных объектов нами предложена формула:

$$N_{\text{вода}} = \frac{\text{Visible} - \text{NIR}}{\text{Visible} + \text{NIR}}, \quad (1)$$

где **Visible** – значения пикселей 2 канала КС Sentinel-2, NIR – значения пикселей 8 канала КС Sentinel-2.

Для построения цифрового слоя нефтезагрязненных земель предложена формула:

$$N_{\text{нефт}} = \frac{\text{float}(\text{VISIBLE}_{\text{blue}} - \text{VISIBLE}_{\text{red}})}{\text{float}(\text{VISIBLE}_{\text{blue}} + \text{VISIBLE}_{\text{red}})}, \quad (2)$$

где $\text{VISIBLE}_{\text{blue}}$ – значения пикселей второго канала КС Sentinel-2, $\text{VISIBLE}_{\text{red}}$ – значения пикселей четвертого канала КС Sentinel-2.

По результатам визуального анализа наиболее различимы нефтеразливы в комбинации 5, 6, 8 спектральных каналов КС Sentinel-2.

В результате нами было обработано три КС Sentinel-2: первый с датой съемки 30.07.2019 г. на территории 1 и 2 месторождений, второй от 08.09.2019 г. на территорию первого месторождения, (рис. 1) и третий – от 12.09.2019 г. на территорию 3 месторождения. Установлено, что на территории 1 месторождения наиболее загрязнено 3 000 м², на территории 2 месторождения – 2 000 м², на территории 3 месторождения выявлен наиболее нефтезагрязненный участок площадью 420 м². По данным наземных исследований глубина пропитки нефтью на данных участках составила более 8 см. Расхождения с площадью загрязнения, определенной путем наземного картирования, составили в пределах 26 %, что свидетельствует о возможности применения методики.

Технология рекультивации нефтезагрязненных земель предусматривает удаление загрязненного грунта за пределы участка, что требует использования приемов экскавации почвы, ее транспортировки и размещения грунтов для последующей обработки/переработки. Причем, срезка земель может вызвать нарушение морфологической структуры обрабатываемого участка и изменение гидрологического режима территории. Перед биологической рекультивацией производится технологическая подготовка участков, включающая: очистку участка от мусора, вырубку кустарников и деревьев; сбор свободных слоев нефти различными способами и её вывоз на пункты сдачи; отмывка грунта, откачка водонефтяной эмульсии и её вывоз с участка на полигон; срезка слоя высоковязкой «забитуминизированной» нефти с грунта и водной поверх-

ности и её вывоз. Задачами биологического этапа рекультивации являются доочистка почв от остаточного нефтяного загрязнения, создание благоприятных условий для роста и размножения почвенной биоты и восстановления растительного покрова.

Рис. 1. Объекты инфраструктуры, нефтезагрязненные земли и водные объекты на первом месторождении:
А – результаты дешифрирования КС Sentinel-2; Б – фотоснимок месторождения

Основные технологические операции, выполняемые на этапе биологической рекультивации включают [4]:

1. Внесение в почву раскислителей. Проводится за 2 недели до механической/ручной обработки почвы.
2. Механическая обработка почвы, включая фрезерование, рыхление, вспашку. При этом обработка почвы проводится вручную в недоступных для техники местах.
3. Внесение в почву удобрений и других реагентов.
4. Внесение в почву микробиологических препаратов в необходимой дозе, которая определяется производителем биопрепаратов.
5. Торфование с последующим орошением участков водой (орошения при необходимости выполняется многократно).
6. Проведение фитомелиорации, в том числе создание искусственного микрорельефа, формирование борозд и (или) повышений.

В 2018 г. на Барсуковском месторождении в ходе рекультивационных работ было срезано около 2 225 м³ нефтезагрязненного грунта на площади 19,503 га. Совместное применение наземных данных и КС Sentinel-2 для выявления нефтезагрязненных земель и водных объектов нефтегазовых месторождений в зоне вечной мерзлоты позволяет более оперативно приступать к работам по рекультивации.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН (Проект V.46.2.1), финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Литература

1. Таяние вечной мерзлоты – угроза добыче нефти и газа. URL: <https://www.finam.ru/analysis/forecasts/tayanie-vechnoiy-merzloty-ugroza-dobyche-nefti-i-gaza-20091123-19070/> (дата обращения: 11.03.2020).
2. Предприятие «Роснефти» оштрафовали за разливы нефти в ямальской тундре. URL: <https://www.yamalpro.ru/2017/10/31/predpriyatie-rosnefti-oshtrafovali-za-razlivyi-nefti-v-yamalskoy-tundre/> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Алексеева М.Н., Ященко И.Г. Использование космических снимков и геоданных для оценки экологических рисков при разливах нефти // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 7. С. 55–60.
4. Типовой проект по рекультивации загрязненных земель на территории деятельности «РН-Пурнефтегаз» в ЯНАО. М. : ООО «ОГК», 2013. 169 с.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-91

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОСБОРОВ РЕК СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ASSESSMENT OF LANDSCAPE DYNAMICS AND CATCHMENT CHARACTERISTICS OF RIVERS ON THE NORTHERN SLOPE OF ZAILIYSKY ALATAU USING REMOTE SENSING DATA

А.В. Черноштан, А.Н. Никитенков

A.V. Chernoshtan, A.N. Nikitenkov

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
nas.lucky.96@mail.ru*

В работе разрабатывается подход к комплексному исследованию взаимосвязи в изменениях ландшафтов водосборных бассейнов на примере северного склона Заилийского Алатау, Алматинская область, Южный Казахстан.

In this article, we develop an approach to a comprehensive study of the relationship in changes in the landscapes of catchment basins on the example of the Northern slope of the Zailiysky Alatau, Almaty region, southern Kazakhstan.

Ключевые слова: сток, landsat, ландшафты, Заилийский Алатау.

Key words: flow, Landsat, landscapes, Zailiysky Alatau.

Процесс преобразования ландшафтов обусловлен как естественными, так и природно-антропогенными и антропогенными процессами. Исследование результатов воздействия данных процессов на ландшафты позволяет выявлять вклад отдельных факторов, оценивать и прогнозировать направленность и последствия данных преобразований. Применительно к условиям юго-восточного Казахстана рассмотрение данной проблемы в многолетнем разрезе актуально как с позиций глобальных климатических изменений, ведущих в перспективе к недостатку водных ресурсов [1–2], так и для оценки роли человека в данном процессе.

Цель работы – разработка подходов к оценке изменения ландшафтов водосборов основных рек северного склона Заилийского Алатау, морфометрических характеристик территории и их роли в происходящих изменениях.

Задачи работы включали:

1. Сбор и анализ отдельных космоснимков для выявления многолетней динамики изменений земной поверхности.