

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ КАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биогеоценологии; СГУГиТ, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (383)363-90-25, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru

Андрей Геннадьевич Шарикалов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Проведен анализ изменения состояния экосистем на территории Кальчинского месторождения нефти в Уватском районе Тюменской области. Продемонстрировано, что предложенная методика автоматизированного дешифрирования территорий в южной тайге, обладает высокой эффективностью при дешифрировании земель водного и лесного фонда, а также других видов земель.

Ключевые слова: Западная Сибирь, Тюменская область, Уватский район, южная тайга, нефтедобыча, дистанционное зондирование земли, мониторинг.

ANALYSIS OF THE STATUS OF ECOSYSTEMS IN THE TERRITORY OF KALCHINSK OIL FIELD USING AUTOMATED INTERPRETATION METHODS

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 8/2 Academician Lavrentjev, Sc. D., senior researcher, laboratory of biogeocenology; SSUGT, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., professor of department of ecology and wildlife management, tel. (383)363-90-25, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru

Andrei G. Sharikalov

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post graduate student, department of ecology and wildlife management, tel. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

The analysis of changes in ecosystems in the territory of the Kalchinsk oil field in the Uvat district in the Tyumen region was made. It's demonstrate that the proposed technique automated interpretation of territories in southern taiga have high efficiency for interpretation of land water and forest resources, as well as other kinds of land.

Key words: Western Siberia, Tyumen region, Uvat district, southern taiga, oil production, remote sensing, monitoring.

Дистанционное зондирование (ДЗ) можно представить как процесс, посредством которого собирается информация об объекте, территории или явлении без непосредственного контакта с ним. Космическое зондирование, пре-

доставило наукам о Земле новые возможности для исследования земной поверхности. В последнее время существенно возросли объем, разнообразие и качество материалов ДЗ. К настоящему времени накоплен огромный фонд (более 100 миллионов) аэрокосмических снимков, полностью покрывающих всю поверхность Земли. Для значительной части районов имеется возможность многократного перекрытия.

Полученные космические снимки не могут быть использованы в работе непосредственно. Основное предназначение предварительной обработки изображений – модификация данных с целью улучшения зрительного восприятия изображения, либо преобразование его в форму, более удобную для дальнейшего анализа. Классификация – это тематическая обработка, которая позволяет производить автоматизированное разбиение снимков на однородные по какому-либо критерию области. Получающееся при этом изображение является тематической картой. Различают два основных методологических подхода к проведению классификации: классификацию с обучением и автоматическую классификацию. В случае классификации с обучением, задача состоит в обнаружении на изображении объектов уже известных типов, что требует некоторых предварительных знаний об исследуемом участке земной поверхности. Методологической основой автоматической классификации является кластерный анализ, в ходе которого пытаются определить все встречаемые типы объектов при некотором уровне обобщения, а задача их интерпретации решается на втором этапе. Существуют алгоритмы сочетающие элементы классификаций с обучением и автоматической классификацией. Часто возникает необходимость тематической корректировки результатов классификации, особенно автоматической, выполняемой фактически по информационным характеристикам объектов. Для этого используется целый набор процедур, называемый операциями после классификационной обработки: слияние классов, разделение классов, устранение мелких ложных объектов, сглаживание границ объектов и т.п. Важным этапом в процессе классификации является оценка точности полученных изображений. Данная область обработки ДЗ в настоящее время довольно интенсивно развивается: появляются новые классификаторы, основанные на последних достижениях в области моделирования искусственного интеллекта и других областях прикладной математики [4, 6].

Дешифрирование – это специальная процедура, позволяющая связать географические структуры на земной поверхности с их изображением на снимке. Дешифрирование выполняется на основе информации о наличии или отсутствии связанных с субъектом косвенных признаков. Например, границы почв напрямую связаны с такими факторами почвообразования, как рельеф и растительность. Поэтому дешифрирование последних позволяет восстановить и распределение почвенного покрова [4].

Целью данной работы был анализ изменения состояния экосистем на территории Кальчинского месторождения нефти, находящегося в подзоне южной тайги Западной Сибири в пределах Уватского района Тюменской области. Общая площадь месторождения 7206,1 га. Область исследования была ограничена

пространственным контуром месторождения (зоной нефтенакопления). На момент исследования месторождение находилось на стадии разработки. Месторождение было открыто в 1990 году, и в 1992 году введено в разработку [2].

Исследование территории месторождения выполнялось по материалам дистанционного зондирования Земли. Использованные спутниковые снимки Landsat 7 ETM+ и Landsat 5 TM были представлены геологической службой правительства США (U.S. Geological Survey) в рамках проекта Glovis [10]. В данной работе в целях выделения наиболее значимых спектральных признаков на множестве регистрируемых диапазонов, а также уменьшения влияния таких явлений как разности в освещенности снимков, облачности, дымки, поглощении радиации атмосферой и др. использовался нормализованный относительный индекс растительности NDVI, а также преобразование Tasseled Cap. Нормализованный относительный индекс растительности, обычно называемый вегетационным индексом или плотностью растительности, является простым количественным показателем количества фотосинтетической активности биомассы. Плотность растительности в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей [8].

Расчет вегетационного индекса базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять и анализировать растительные объекты от прочих природных объектов. Использование же не простого отношения, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких явлений как различия в освещенности снимка, облачности, дымки, поглощение радиации атмосферой и пр. [9].

Благодаря особенности отражения в используемых вегетационным индексом областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI, что позволяет использовать этот параметр для их идентификации. Изучая отображенные на снимках объекты в различных диапазонах электромагнитного спектра можно отметить, что их спектральные яркости хотя и отличаются, но сильно коррелированы. Таким образом, система измерений не образует ортогональный базис. Преобразование Tasseled Cap осуществляет переход из пространства измерений спектральных яркостей объектов, в пространство признаков, связанных со свойствами заданного класса объектов [1].

Результат преобразования космического снимка Landsat 5 TM на территорию Кальчинского месторождения приведен на рис. 1.

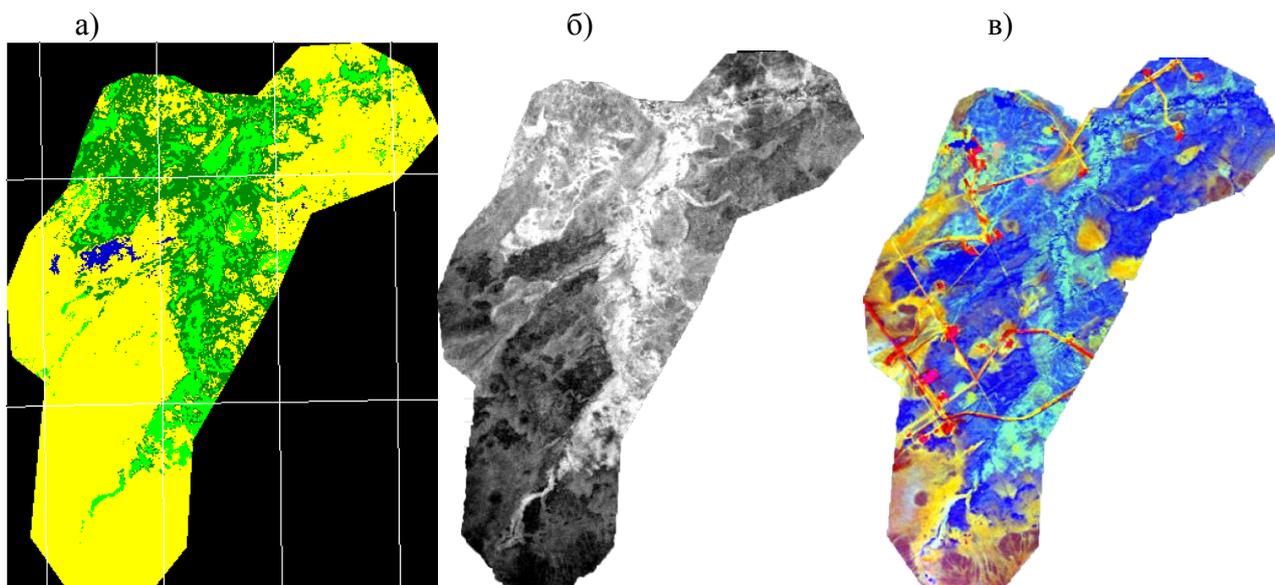


Рис. 1. Результат преобразования космического снимка на территорию Кальчинского месторождения (а – анализ снимка со спутника Landsat 5 ТМ 1987 г.; б – индекс NDVI; в – результат преобразования Tasseled Cap)

Для получения базовых векторов были выбраны три типа объектов: яркость – Brightness, «зелёность» – Greenness, и влажность – Wetness. Для определения расположения векторов, характеризующих эти признаки, использовались усредненные измерения спектральных яркостей трех типов объектов чистой почвы, растительности и водной поверхности соответственно. Для определения коэффициентов преобразования Tasseled Cap можно использовать метод Грамма-Шмидта либо также метод главных компонент, который дает аналогичный результат. В данной работе использовались стандартные коэффициенты преобразования Tasseled Cap для спутниковых снимков Landsat 5 ТМ и Landsat 7 ETM+ заложенные в программный продукт ENVI 4.8 [3].

За основу в процессе классификации видов земельных угодий была взята универсальная система классификации данных на основе аэро- и космических снимков разработанная в США. Использован первый и частично второй уровень детализации категорий угодий, а именно: водные поверхности, хвойные леса, лиственные и смешанные леса, застроенные земли, территории лишенные растительного покрова, незаселенные заболоченные земли [3].

Пороговые значения критериев разделения типов угодий подбирались для каждого снимка индивидуально с учетом периода вегетации, условий освещенности, ландшафтных особенностей и др. Результат классификации сравнивался визуально с имеющимися топографическими картами на исследуемую территорию масштабов 1:500 000–1:100 000, в случае необходимости проводилось редактирование критериев разделения типов угодий и повторный анализ [5, 7].

По результатам работы были составлены две ландшафтно-экологические карты для Кальчинского месторождения (состояние экосистем 17 лет назад и в настоящее время), с помощью которых стало возможно определить площади основных классов экосистем на изученной территории и оценить их динамику.

ку. Для каждого класса экосистем определялся процент от общей площади территории месторождения.

На исследуемой территории разведываемого нефтяного месторождения за 17 лет произошло уменьшение доли территории занятой преимущественно смешанными и лиственными на 0,09 %, а также хвойными лесами на 2,28 %. Доля заболоченных земель увеличилась, в общем, на 1,44 %, а площадь водных объектов – на 0,07 %. Одновременно произошло увеличение доли территорий, занятых объектами промышленности и транспортной инфраструктурой (на 0,55 % от общей площади месторождений). Также увеличивается доля лишенных растительности, незастроенных территорий (на 0,31 %).

Таким образом, установлено, что данная методика автоматизированного дешифрирования природно-территориальных комплексов показала высокую эффективность дешифрирования земель водного и лесного фонда по типу растительного покрова, а также возможность своего применения при мониторинге других видов земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Клещев К.А. Нефтяные и газовые месторождения России: справочник: В 2 кн. – Кн. 2. Азиатская часть России / К. А. Клещев, В. С. Шеин. – М.: ВНИГНИ, 2010. – 711 с.
3. Трифонова Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях: учебное пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков. – М.: Академический Проект, 2005. – 352 с.
4. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
5. Шарикалов А. Г., Якутин М. В. Геоэкологический анализ состояния антропогенных экосистем // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 95–100.
6. Шарикалов А. Г. Анализ состояния таежных экосистем с использованием методики автоматического дешифрирования / А. Г. Шарикалов, М. В. Якутин // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – № 3/1. – С. 123–127.
7. Якутин М. В., Ван А. В., Шарикалов А. Г. Динамика площадей экосистем на территории мамонтового месторождения нефти (Западная Сибирь) // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 167–170.
8. Asner G.P. Per-pixel analysis of forest structure. Vegetation indices, spectral mixture analysis and canopy reflectance modeling / G. P. Asner, J. A. Hicke, D. B. Lobell // Remote Sensing of Forest Environments. Concepts and Case Studies. [Wulder, M.A., Franklin, S.E. (Eds.)]. – Kluwer Academic Publishers, 2003. – P. 209–254.
9. Gis-Lab: NDVI. Теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
10. Wolfe R. E. Achieving sup-pixel geolocation accuracy in support of MODIS land science / R.E. Wolfe, M. Nishihama, A.J. Fleig et al. // Remote Sens. Environ. – 2002. – Vol. 83. – P. 31–49.

© М. В. Якутин, А. Г. Шарикалов, 2015