

Химический состав образцов был определен методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES). Проведенные исследования выявили наличие в пробах бурового шлама большого количества тяжелых металлов. Были выделены элементы, превышающие значения ПДК (ОДК) и кларк земной коры (по Виноградову): - это As, Cu, Pb, Zn.

В МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ был проведен рентгеноструктурный анализ проб бурового шлама нефтяных месторождений. Исследование показало, что основной состав исследуемых проб бурового шлама - это кварц, мусковит и альбит. Наличие такой минеральной ассоциации указывает на схожий состав исходных вмещающих пород.

С помощью сканирующей электронной микроскопии был определен элементный состав исследуемых проб, в составе найденных минералов отмечаются следующие химические элементы: As, Pb, Ba, Fe, Ti, Zr, Mn. Это подтверждается результатом атомно-эмиссионного анализа образцов бурового шлама [1, 2].

Для оценки токсичности исследуемого бурового шлама был применен метод биотестирования, где в качестве тест-объектов использовались водоросли хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer и плодовые мушки *Drosophila melanogaster*. Биотестирование проб бурового шлама выявило наличие токсического эффекта.

Таким образом, исследуемые пробы бурового шлама являются токсичными и потенциально опасными для природной среды, поскольку содержат тяжелые металлы, относящиеся к I и II классу опасности, а также часть проб выделяется повышенной концентрацией нефтепродуктов.

Предложенный комплексный подход по изучению бурового шлама, его состава и токсичности позволяет определить экологическую опасность данного вида отхода бурения в целях дальнейшей разработки средозащитных мероприятий и способов утилизации образованных отходов.

Литература

1. Климова (Мех) А.А. Изучение бурового шлама с использованием сканирующей электронной микроскопии на примере объектов Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 784-785
2. Климова (Мех) А.А. Комплексная эколого-геохимическая оценка буровых шламов нефтяных месторождений Томской области // Проблемы недропользования: Сборник научных трудов. Часть II / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2017. с. 174
3. Крыса В.В., Малышкин М.М. Методика определения класса опасности соленых буровых шламов // Записки Горного института. Санкт-Петербург. 2013. С. 50-54
4. Пашкевич М. А. Разработка методологии мониторинга экологической опасности отходов бурения / М. А. Пашкевич, М. В. Гвоздецкая // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. - № 10. - С. 314-317.
5. Пашкевич М.А. Экологический мониторинг: учебное пособие / М. А. Пашкевич, М. А. Куликова. - Санкт-Петербург: Нац. минерально-сырьевой ун-т Горный, 2013. - 100 с.
6. Пичугин Е.А. К вопросу различия буровых и нефтяных шламов / Е.А. Пичугин, Б.Е. Шенфельд // Экология и промышленность России, 2017. Т. 21. №7. с. 14-19.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМОСНИМКОВ

А.В. Ковалёв

Научный руководитель профессор, д.т.н. Н.Г. Марков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сочетание природных и антропогенных процессов со временем приводит к изменению состояния земной поверхности. Одним из наиболее удобных и точных методов для оценки экологического состояния и анализа ландшафтов территорий является использование данных аэрокосмического мониторинга Земли. Существенная пространственная неоднородность исследуемых природных комплексов, их динамичность и большая площадь вызывает необходимость разработки новых алгоритмов, подходящих для моделирования и прогноза сложных пространственных зависимостей, являющихся важной характеристикой многих типов земной поверхности. На сегодняшний день существует несколько систем анализа динамики земной поверхности, но они не позволяют развивать или редактировать уже заложенный в них функционал.

Исходя из этого, создание системы для моделирования и прогноза состояния различных территорий является актуальной и практически важной задачей. Такая система позволит производить исследование и оценку наилучших параметров для анализа динамики изменения территорий, добавлять новые характеристики для более точного прогноза процессов на земной поверхности. Наиболее перспективным методом для работы с аэрокосмоснимками является использование клеточных автоматов (КА), которые позволяют моделировать сложные системы с помощью простого набора правил изменения систем.

КА являются математической идеализацией физических систем в виде совокупности наборов смежных пикселей, покрывающих изображение. При работе с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), каждый пиксель рассматривается как ячейка клеточного автомата с его окрестностью (обычно применяется 4, 8 или 24 «соседей»). Для изменения значения в ячейке применяются правила функции перехода с учетом окрестности. Это повторяется до тех пор, пока необходимое количество пикселей не перейдет в новое состояние в зависимости от пространственных и вероятностных характеристик на изображении. Так как клетка всегда изменяет свое состояние через различные итерации, клеточные автоматы имеют эволюционный процесс [1].

СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

В работе использован многоэтапный подход к анализу динамики земной поверхности. На первом этапе необходимо было определить временной интервал между космическими снимками территории, на втором этапе происходит определение классов для классификации изображения. На третьем этапе определяются основные параметры моделирования КА. Далее необходимо подсчитать матрицу ранжирования, которая позволяет преобразовать в первую очередь элементы изображения с наибольшей вероятностью перехода в тот или иной класс (чем больше вероятность перехода текущего пикселя, тем больше порядковый номер). После расчёта матрицы ранжирования, для каждого элемента изображения формируется квадратная окрестность заданного размера. Каждая такая окрестность будет представлять собой отдельный КА. Далее по predetermined правилам функционирования КА формируется каждый элемент моделируемого изображения. Это выполняется до тех пор, пока все элементы согласно матрице ожидаемых переходов, не перейдут в элементы соответствующих типов. В данном алгоритме рассматривается использование двух вероятностей для получения результирующей вероятности [2].

Разработанное ПО позволяет открыть разновременные снимки, задать количество итераций, выбрать размер окрестности, и, если необходимо, выполнить ранжирование пикселей изображения. Количество итераций задаёт временной интервал, на который необходимо сделать прогноз. Например, если входной набор данных содержит снимки за 2015 и 2016 г., то для прогноза на следующий временной интервал (2017 год) необходимо выставить количество итераций равное единице (рис. 1).

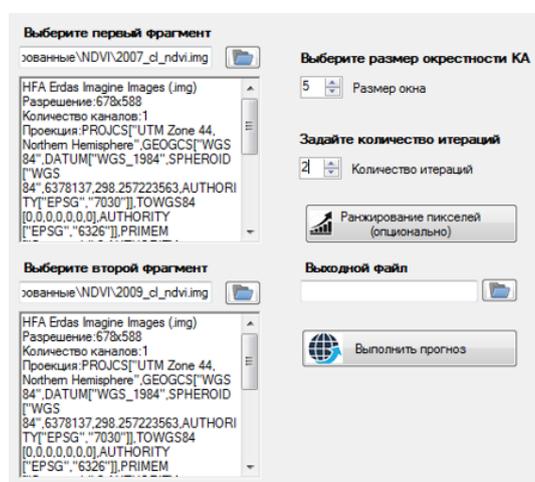


Рис. 1 Главное окно программы

Программное обеспечение разработано с помощью языка программирования C#, API Windows Forms и библиотеки GDAL, которая предоставляет возможность загрузки, сохранения данных ДЗЗ, их обработки и визуализации. Разработанная программа для моделирования окружающей среды содержит ряд дополнительных подсистем для обработки имеющегося набора спутниковых данных, их загрузки в систему и сохранения, а также используется СУБД для возможности хранения и эффективного оперирования данными и геоинформационная система для возможности проведения классификации.

В работе использованы данные MODIS с пространственным разрешением 500 метров территории Юганского заповедника с подсчитанными значениями нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) за 2000-2008 гг. с интервалом в 2 года и снимки Landsat с пространственным разрешением 30 м территории лесоболотных комплексов Томской области за 2007 и 2009 гг., а изображение за 2011 г. использовалось в качестве эталонного для оценки точности прогноза. Для используемых данных Landsat были также получены карты значений NDVI. Изображения разбиты на 4 класса, так как в данном случае это позволило определить основные типы поверхности на исследуемой области (густая растительность, разреженная растительность, гарь, водные объекты).

Для иллюстрации полученных результатов, на рис. 2 представлено полученное прогнозное изображение снимков Landsat на 2011 год.

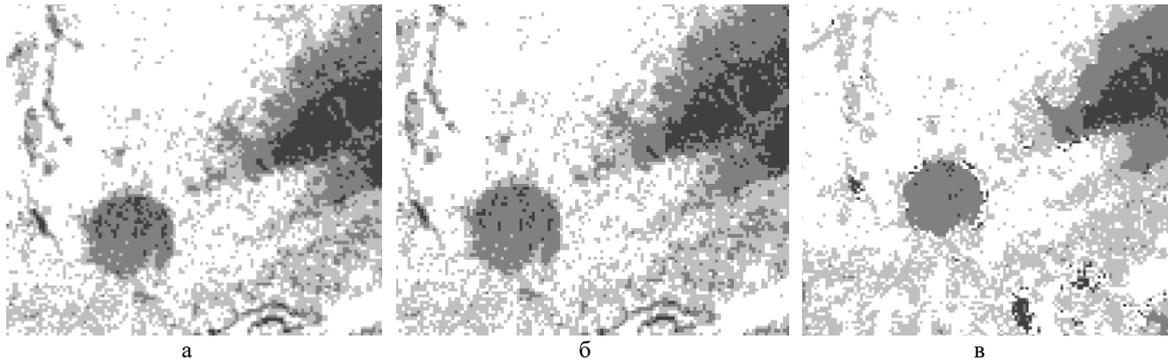


Рис. 2 Фрагмент снимка Landsat за 2007 год (а), 2009 год (б), прогнозное 2011 (в)

Анализируя представленные выше фрагменты космоснимков Landsat можно сделать вывод, что в 2009 г. произошло увеличение значений NDVI в сравнении с 2007 г., что говорит об увеличении биомассы растительности, что в свою очередь нашло отражение на прогнозном изображении за 2011 год. Сравнивая полученное изображение с эталонным, была подсчитана точность прогноза, равная приблизительно 88 процентам.

Для получившихся прогнозных карт по данным MODIS были получены средние значения NDVI для Юганского заповедника, которые отличаются от эталонных незначительно (около двух процентов для 2004 года и 4,5 % для 2008 года), что также говорит о высокой точности прогноза (таблица 1).

Таблица

Значения NDVI для исследуемых данных MODIS

Область/год	2000	2002	2004	2006	2008	2004 (прогноз)	2008 (прогноз)
Юганский заповедник	0,77025	0,77748	0,77517	0,77273	0,76615	0,77384	0,76957

Также было оценено влияние размерности клеточного автомата на точность прогнозных карт. Чем ближе количество пикселей, перешедших в новый класс на прогнозном изображении, к количеству пикселей, поменявших своё значения на предыдущем временном интервале, тем больше точность прогноза. Наибольшая точность соответствует КА степени 7. Это говорит о том, что наиболее перспективным и точным является исследование 48 пикселей вокруг текущего пикселя на каждой итерации.

Прогноз состояния растительного покрова является довольно сложной задачей и для более точного прогнозирования необходим учёт ряда других характеристик (направление ветра, рельеф, климатические условия и т.д.) в виде добавления дополнительных вероятностей. Использование подобных характеристик потребует модификации используемых методов и разработки нового функционала для их учёта, однако это поможет решить более широкий спектр задач и увеличит достоверность полученных результатов.

Литература

1. Moises Espinola, Roza Ayala, Cellular Automata Applied in Remote Sensing to Implement Contextual Pseudo-fuzzy Classification, Cellular Automata for Research and Industry 2010, pp. 312-316.
2. Замятин А.В., Марков Н.Г. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. - г. Москва: Физматлит, 2007. - 176 с.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.В. Коваленко

Научный руководитель к.г.н., доцент С.В. Андрушко
УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь

Природные ландшафты, занятые промышленными предприятиями, стройками и фабриками, а также карьерными комплексами, рассматриваются как особый вид антропогенных ландшафтов, называемых промышленными. Промышленные антропогенные ландшафты по техническому назначению классифицируют на присваивающие и производящие. Присваивающий тип формируется вокруг добывающих отраслей промышленности, в то время как производящий - около перерабатывающих производств [2, с. 179].

В размещении присваивающих и производящих типов промышленных ландшафтов существует своя зональность и азональность. Зональность в размещении промышленных ландшафтов выражается в объеме потребления возобновляемых ресурсов, а именно количестве использования воды. Зонально расположены ландшафты, где размещены промышленные площадки, которые требуют для своего развития охлаждающие устройства [2, с. 192]. Азональность в размещении ландшафтов проявляется в технологических особенностях