

УДК 528.852.8

Г.М. Халмурзаева

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЯНЫМИ ПЯТНАМИ ТЕРРИТОРИЙ НЕФТЕПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕТЫБАЙ И УЗЕНЬ (ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ)

Введение

Время от времени поверхность нашей планеты подвергается различным изменениям. Результаты трансформации земельного покрова могут быть как положительными, так и отрицательными. Использование различных технологий наблюдения Земли (Earth observation) может помочь в решении проблем Земельного покрова, включая оценку и прогнозирование изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Современные технологические разработки в области наблюдения Земли расширили и повысили качество и улучшили методы анализа получаемых данных. Более того, увеличение количества свободно доступных спутниковых данных с высоким разрешением открывает новые возможности для получения пространственной информации [4]. Эта информация очень важна для наблюдения и мониторинга Земли.

Как известно, нефтяные отходы негативно влияют на поверхность земли, разрушая состав почвы. К сожалению, многие нефтяные компании допускают утечку нефтяных отходов, более того, вместо очистки и рекультивации они маскируют их. Однако

благодаря новейшим технологиям ДЗЗ и ГИС можно выявить зоны, загрязненные нефтяными отходами, их точные координаты, площадь, а также степень их изменения. Статья была написана в рамках проекта «Создать информационную систему оценки масштабов нефтяных загрязнений на континентальных месторождениях и акватории Каспийского моря методами дистанционного зондирования».

Данные и область исследования

Для проведения анализа выявления изменений (АОИ) и объектно-ориентированного анализа изображений (ООАИ) были выбраны оптические данные, мультиспектральные изображения Sentinel-2a с атмосферной коррекцией. Всего 4 изображения, по два на каждую область исследования – территории месторождений Жетыбай и Узень, с временной разницей около года. Пространственное разрешение изображений 10 м, 4 канала: синий (b2), зеленый (b3), красный (b4) и ближний ИК (b8). Нефтепромышленные месторождения функционируют уже более 50 лет, с 1961 года, и входят в пятерку крупнейших залежей нефти Казахстана [8]. Они представлены ниже, на рисунках 1 и 2.

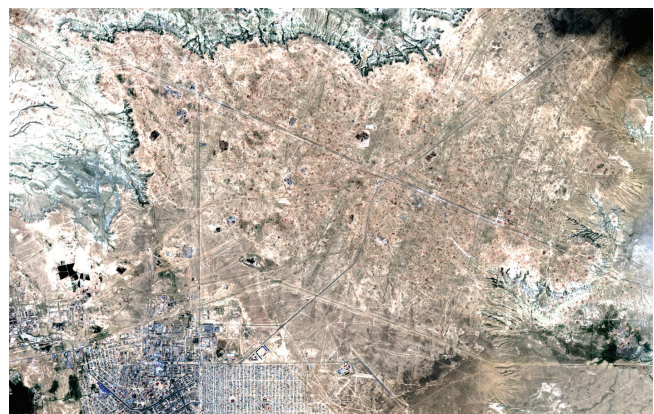
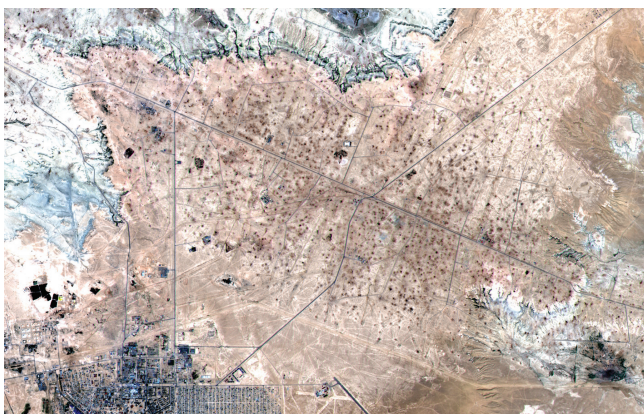


Рис. 1. Узень. 12.08.2015 – 26.08.2016

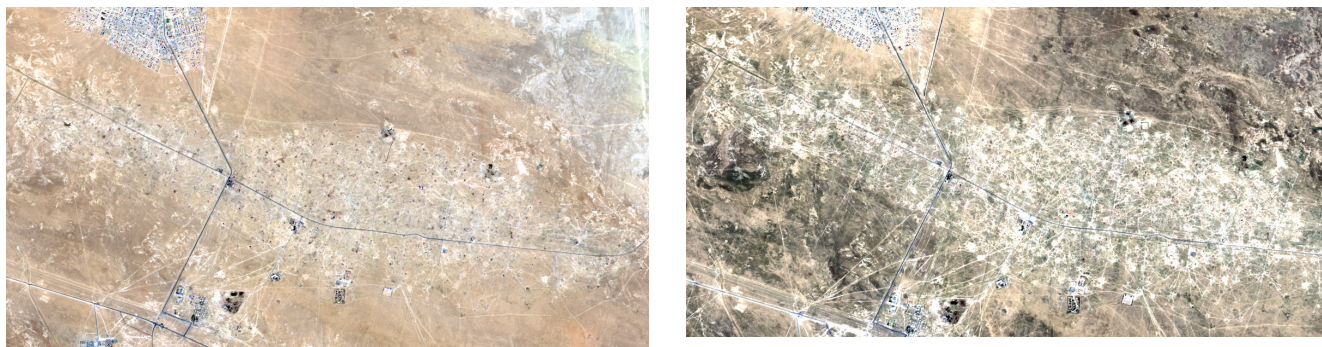


Рис. 2. Жетыбай. 12.08.2015–26.08.2016

Методология

Комбинация каналов

Для выявления изменений был проведен анализ АОИ. Выявления изменений – это процесс детектирования различий или изменений в состоянии исследуемого объекта при наблюдении за ним в разное время [6]. Для этого ближний ИК (b8) канал от первого изображения, снятого 12.08.2015 г., был комбинирован с синим (b2) и зелеными (b3) каналами от второго изображения (26.08.2016 г.). Комбинация каналов была выполнена с помощью ArcGIS for Desktop 10.4.1, результат получен в виде ложно-цветного изображения. Ниже на рис. 3 представлены результаты комбинации каналов.

Объектно-ориентированная контролируемая классификация

Объектно-ориентированная классификация намного эффективнее, чем пиксельно-ориентированная. Объектно-ориентированный анализ изображений основан на старых концепциях анализа изображений ДЗЗ [1]. ООАИ имеет дело с группой пикселей, которые имеют одинаковые параметры, так называемые объекты изображения или «geons» (геоны) [5], которые являются результатом сегментации

изображения. В статье профессора Томаса Блашке [1] объясняется причина выбора методологий – это улучшение качества классификации. А также этот метод позволяет избежать известного эффекта «соли и перца» [2]. Контролируемая классификация на основе объектов была сделана с помощью программы eCognition Developer 9.0. Далее описана методология классификации по этапам.

1. Мультиразрешающая сегментация (Multiresolution segmentation)

Для регионализации и определения границ между объектами была проведена мультиразрешающая сегментация (рис. 4) с заданными параметрами (scale 100, shape 0,1 и compactness 0,5). Параметр scale (масштаб) определяет порог цветового различия в пределах каждого выделенного объекта. Алгоритм мультиразрешающей сегментации основан на критериях гомогенности, которые помогают группировать пиксели по однородности или неоднородности. Более того, алгоритм рассчитывается как комбинация цвета и формы полученных начальных объектов. Гомогенность (однородность) цветов основывается на стандартном отклонении спектральных цветов.

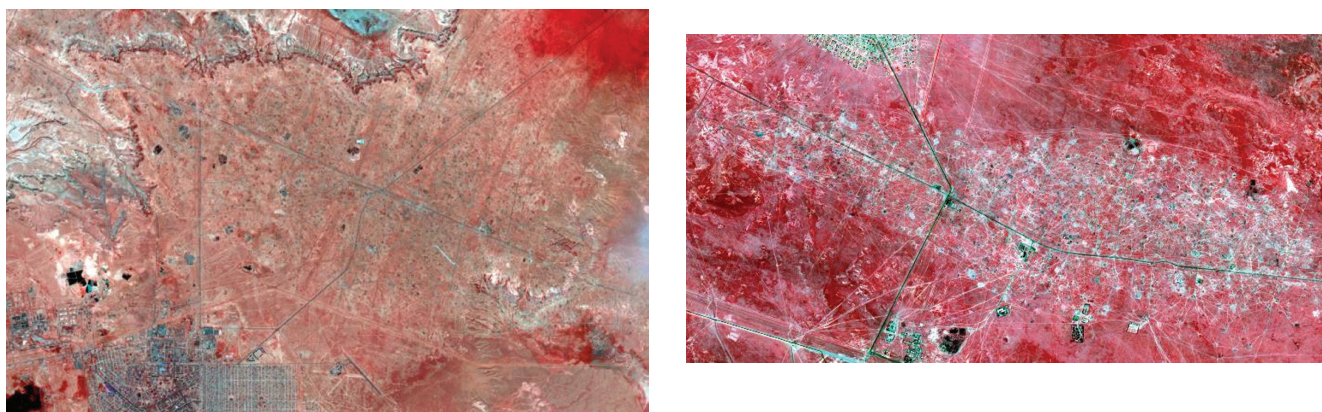


Рис. 3. Результаты комбинации каналов

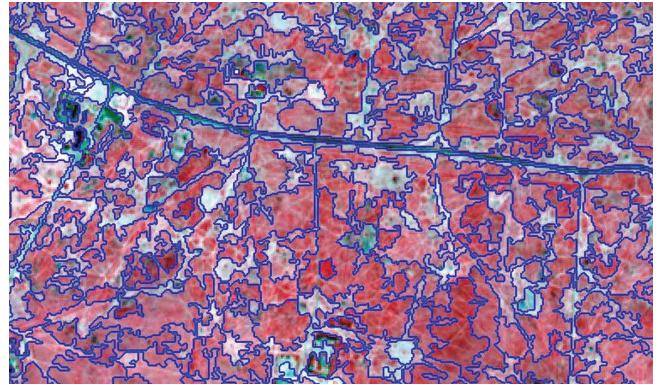
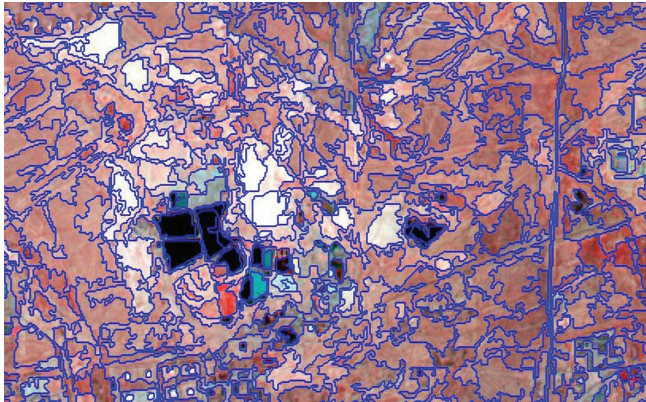


Рис. 4. Мультиразрешающая сегментация

Однородность формы основана на отклонении компактной (или гладкой) формы. Критерии гомогенности могут быть настроены посредством определения веса формы и критерия компактности [7]. Для временного анализа подходит параметр масштаба – 100, учитывая масштаб изображения в целом. Shape (Форма) и compactness (компактность) установлены по умолчанию.

2. Выбор образцов по классам

Для исследований временных изменений были выбраны два основных класса. «Изменения (Changes)» и «Нет изменения (Not changed)», то есть класс «Изменения» подразумевает изменения на земной поверхности в трех подклассах в зависимости от качества изменения. Класс «Нет изменения» также имеет подклассы, то есть этот класс указывает на места, где изменения не произошли.

3. Оценка правильности выбора классов по Nearest Neighbor features (Функции ближнего соседа)

Так как образцы были выбраны визуально, нужно будет выяснить правильность выбора, а также отличаются ли классы друг от друга, для точности классификации. Ниже в табл. 1 и на рис. 5 представлены Nearest Neighbor features и сравнения между классами по этим функциям. Схожесть классов макс. составляет 0,37, то есть это допустимая норма.

Классификация на основе метода опорных векторов

Для этих исследований был применен классификационный метод опорных векторов (Support Vector Machine). Метод опорных векторов – это группа алгоритмов машинного обучения, используемых для классификации, которая оптимизирована для размещения оптимальных границ между классами. Таким образом, смещение между

классами сокращается, где оптимальные границы обобщены для невидимых выборок [3]. На рис. 6-7 представлены результаты классификации изменения двух месторождений. В результате на месторождении Жетыбай выявлены серьезные изменения по сравнению с Узень. Как указывают результаты, уменьшилось количество нефтяных загрязнений, предположительно за счет рекультивации. Некоторые изменения произошли рядом с большими нефтяными бассейнами. По расчетам изменения площади загрязнения за год составили 25,4% в нефтепромышленном месторождении Узень, а в Жетыбай немного выше – 35,7%. Изменения вычислялись от общего количества площади загрязнения и класса «Изменения». Более того, было выявлено 3,5 км² источников нефтяного загрязнения на территорию Узень. Минимальная площадь нефтяного загрязнения составила 0,003 км², максимальная – 0,08 км². Также было выявлено 11,2 км² источников нефтяного загрязнения на территории Жетыбай. Минимальная площадь нефтяного загрязнения составила 0,0005 км², а максимальная – 0,49 км². В этой работе оценка точности проведенной классификации не осуществлялась, так как классифицировались изменения объектов, а не сами объекты.

Создание базы данных загрязненных зон

В результате объектно-ориентированной классификации и выявления изменений нефтяных загрязнений были созданы базы геоданных на территории нефтяных промыслов Узень и Жетыбай, содержащие полную информацию об этих источниках, загрязняющих окружающую среду:

1. Идентификационный номер;
2. Координаты источников нефтяного загрязнения (ИНЗ);
3. Площадь нефтяного загрязнения;
4. Дата наличия нефтяного загрязнения.

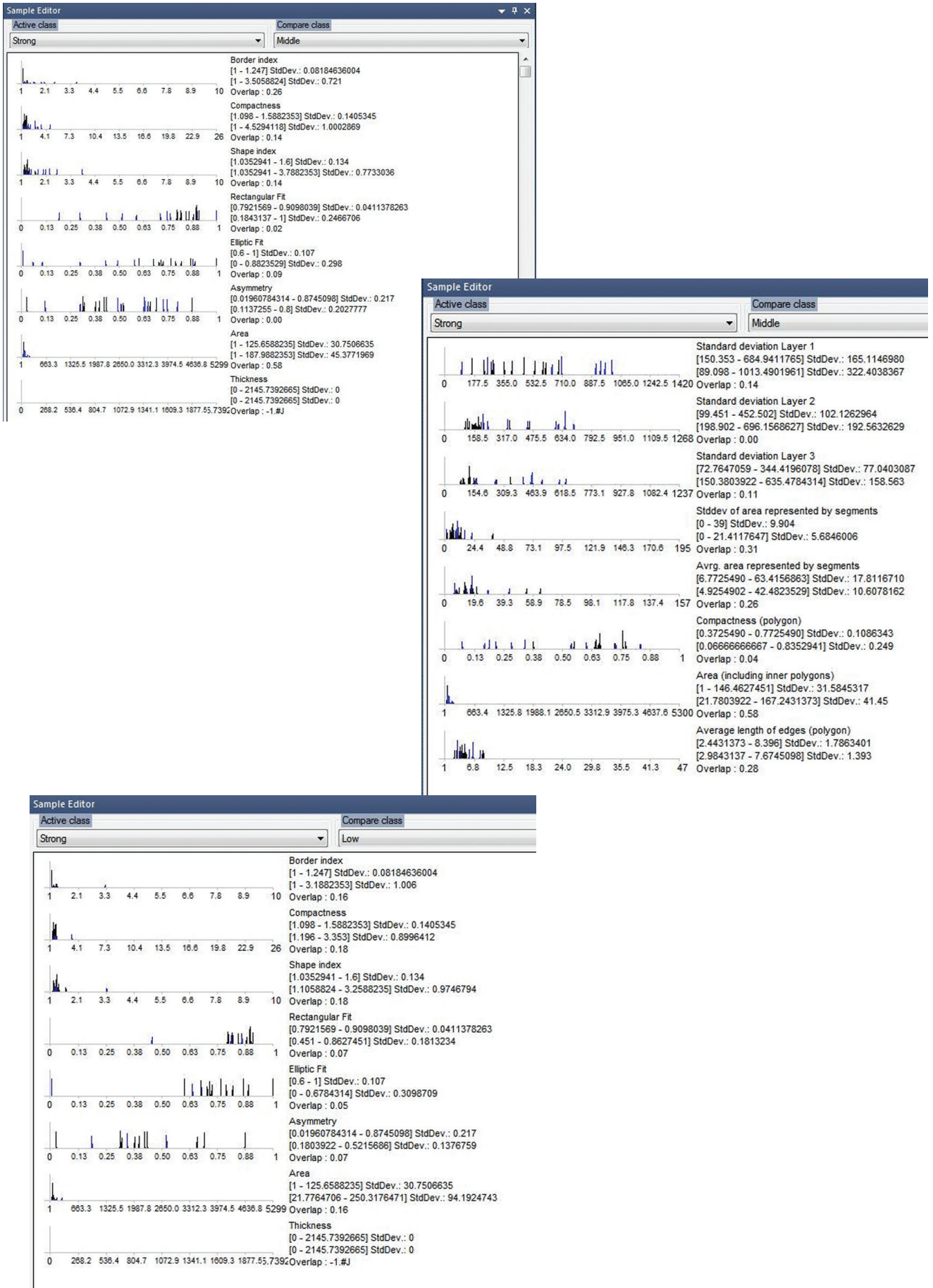


Рис. 5. Оценка правильности выбора классов по NN features

NN features

1	Mean red	13	Area (including inner polygons)
2	Mean green	14	Compactness (polygon)
3	Mean blue	15	Number of edges (polygon)
4	Standard deviation green	16	Roundness
5	Standard deviation blue	17	Main direction
6	Brightness	18	Rectangular fit
7	Max. diff	19	Number of segments (skeleton)
8	Area	20	GLSM Homogeneity (all. dir)
9	Border length	21	GLCM Contrast (all. dir)
10	Standard deviation red	22	GLCM Dissimilarity (all. dir)
11	Average length of edges (polygon)	23	GLCM Entropy (all. dir)
12	Roundness	24	GLCM Correlation (all. dir)
13	Width	25	Border index
14	Elliptic fit	26	Shape index

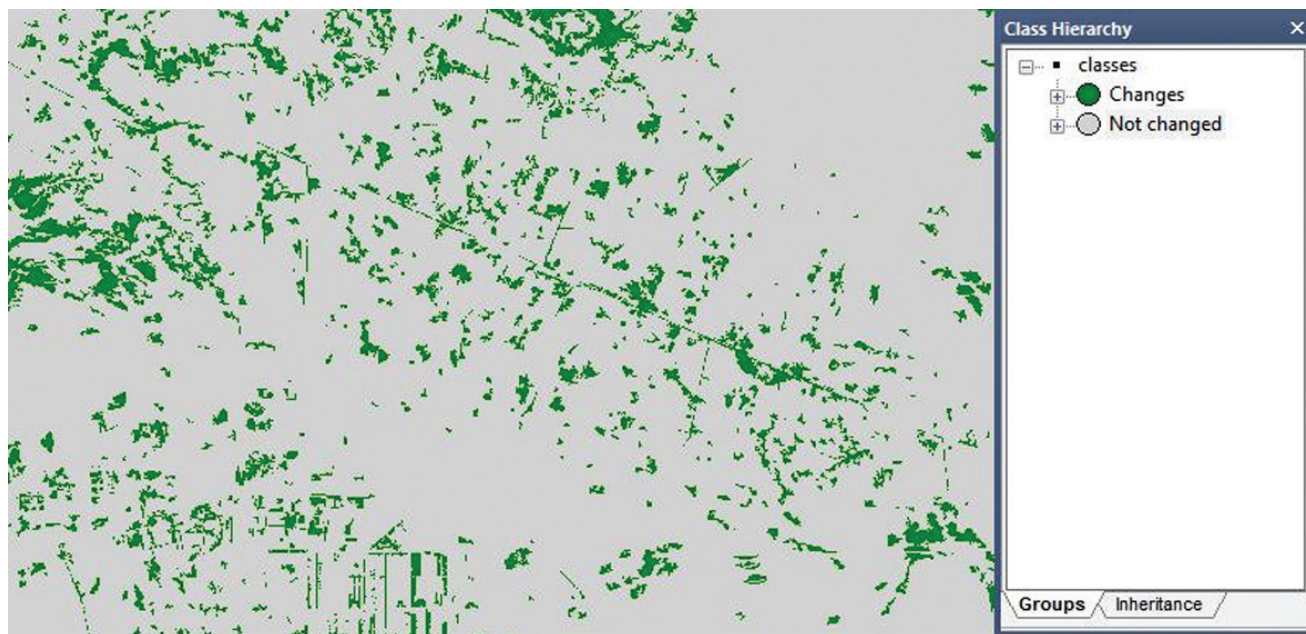


Рис. 6. Классификация на основе метода опорных векторов месторождения Узень

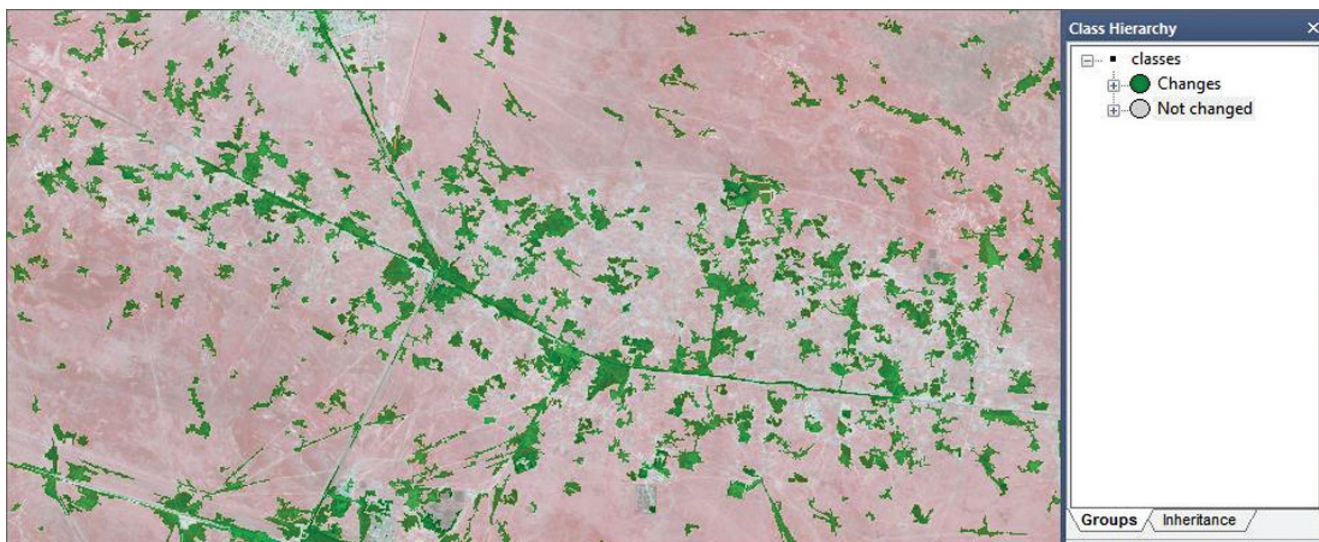


Рис. 7. Классификация на основе метода опорных векторов месторождения Жетыбай

Заключение

Инструменты ДЗЗ и ГИС позволяют осуществить своевременный мониторинг земельного покрова. Синтез изображений данных космического аппарата Sentinel-2a за временной промежуток в один год и методы мультиразрешающей сегментации позволили оценить динамику загрязнения земной поверхности на месторождениях, где ведется добыча и транспортировка нефти. По результатам вычислений с применением геоинформационных технологий на месторождении Узень, динамика загрязнения по сравнению с месторождением Жетыбай снижается. Предположительно, это улучшения условий добычи и транспортировки нефти. Созданная база данных ИНЗ даст возможность проведения мониторинга и анализа изменений окружающей среды с учетом реальных геоданных и информации о параметрах источников загрязнения. База данных ИНЗ реализована в среде ArcGIS for Desktop и позволяет сопоставлять разнообразную пространственно-временную информацию и представлять ее в форме, удобной для принятия управленческих решений.

Ключевые слова: метод опорных векторов, eCognition, ArcGIS, сегментация, контролируемая классификация.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blaschke T. Object based image analysis for remote sensing // ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing. – 2010. – Vol. 65, N 1. – P. 2-16.
2. Blaschke T., Strobl J. What’s wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS // GeoBIT/GIS. – 2001. – Vol. 6, N 1. – P. 12-17.
3. Huang C., Davis L., Townshend J. An assessment of support vector machines for land cover classification // International Journal of remote sensing. – 2002. – Vol. 23, N 4. – P. 725-749.
4. Lang S. Object-based image analysis for remote sensing applications: modeling reality–dealing with complexity // Object-based image analysis. – 2008. – P. 3-27.
5. Lang S., Tiede D. Conditioned Information For GMES Applications // Presentation at the Definiens GMES Research Award. – 2007.
6. Singh A. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data // International journal of remote sensing. – 1989. – Vol. 10, N 6. – P. 989-1003.
7. Trimble. User Guide // eCognition User Guide. – Munich, Germany, 2017.
8. Ишекенова Б. Сколько нефти в Казахстане // Сайт информационного агентства LS Aqparat. – URL: <https://lsm.kz/neftyanye-mestorozhdeniya> (дата обращения: 01.06.2017).