ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Л.В. Тарасова, *аспирант*
Поволжский государственный технологический университет
(Россия, г. Йошкар-Ола)

DOI:10.24411/2500-1000-2019-11518

Аннотация. *В работе предложена методика оценки экологического состояния объекта недропользования по спутниковым данным с использованием интегрального показателя. Осуществлен пространственно-временной анализ территории объектов недропользования с учетом воздействия на него природных и антропогенных факторов.*

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, недропользование, экологический мониторинг, LANDSAT, Isodata.*

Возрастающее антропогенное воздействие на природу повышает актуальность проведения объективного экологического мониторинга. Использование космических снимков позволяет добиться полного единовременного охвата территории и провести экологическую оценку не только в пределах отдельных пунктов наблюдений, но и на любом выбранном участке. Мониторингу недропользования с использованием спутниковых данных посвящены ряд работ как в РФ [1, 2, 3], так и за рубежом [4, 5, 6].

Поэтому целью данной работы стал дистанционный мониторинг объектов недропользования в РМЭ на примере карьеров «Коркатовское» и «Песчаный».

Алгоритм проведения экологического мониторинга недропользования с использованием спутниковых данных приведен на рисунке 1.

- **Подготовка спутниковых снимков**
- **Определение мест для закладки тестовых участков**
- **Полевые исследования**
- **Классификация спутниковых снимков**
- **Получение изображений NDVI**
- **Выделение основных классов для анализа динамики и экологического состояния**
- **Создание тематической карты**
- **Пространственно-временной анализ изменения объекта недропользования**
- **Расчет экологических показателей**
- **Оценка и анализ экологического состояния объекта исследования**

Рис. 1. Алгоритм проведения дистанционного экологического мониторинга недропользования

Для выбора тестовых участков, определения координат объектов и разработки маршрута исследования были использованы материалы спутниковой съемки высокого разрешения (интернет ресурсы Google, Yandex, а также спутниковые снимки Ресурс-П и Канопус-В).

На изучаемой территории было заложено и исследовано 30 тестовых участков на каждом объекте недропользования. Географические координаты каждого тестового участка фиксировались на местности с помощью GPS-приёмника «GARMINeTrex20» с целью их последующей идентификации на спутниковых снимках. С каждой точки была снята GPS-координата, которая была перенесена на мультиспектральный спутниковый снимок в виде векторного точечного слоя.

Была проведена неуправляемая классификация спутниковых снимков Landsat 2001 и 2015 годов методом Isodata в программном комплексе ENVI-5.2. В результате были получены тематические карты, на основании которых была рассчитана площадь каждого класса. Далее была проведена оценка экологического состояния объектов недропользования.

Результаты классификации спутниковых изображений представлены на рисунках 2 и 3.

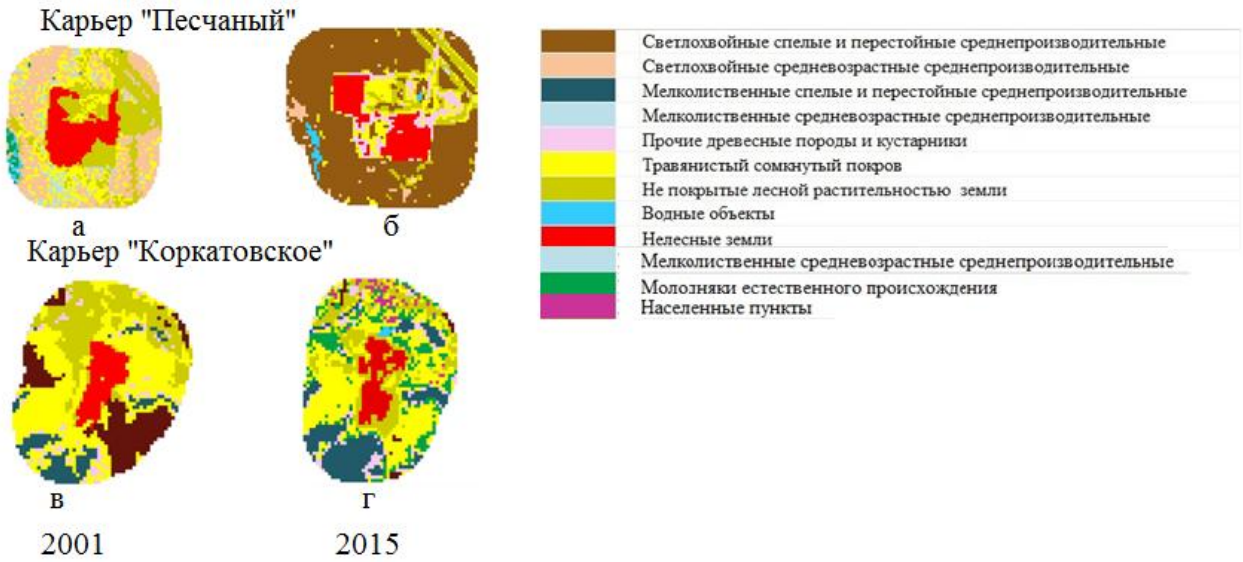

Рис. 2. Тематическая карта наземного покрова в пределах санитарно-защитной зоны 500 м (СЗЗ) карьеров «Песчаный» и «Коркатовское»

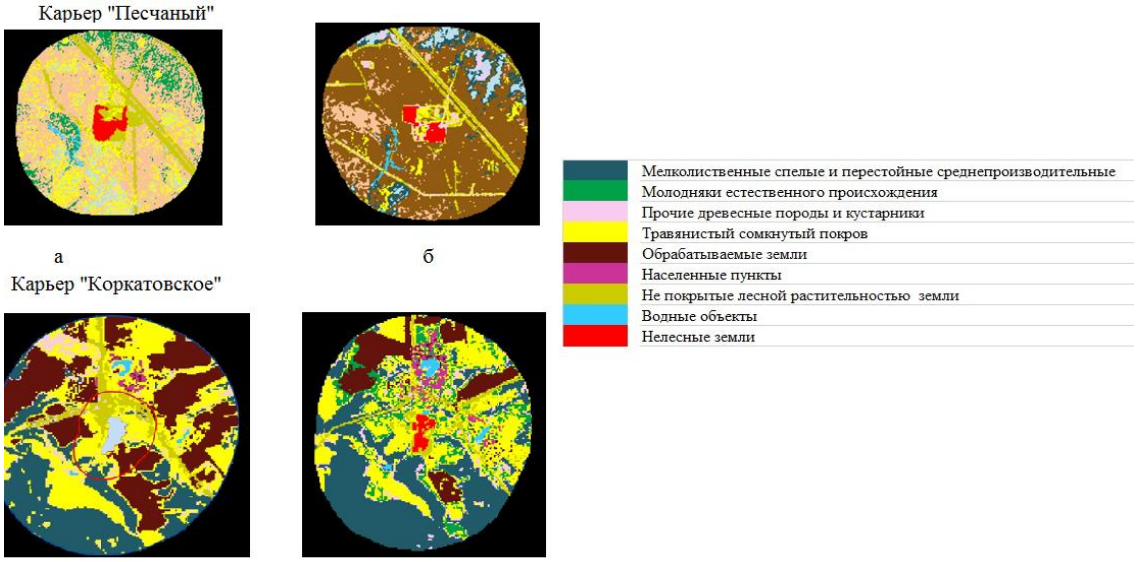

Рис. 3. Тематическая карта наземного покрова в зоне радиусом 2000 м карьеров «Песчаный» и «Коркатовское»

Была проведена оценка площади и доли каждого класса. Далее были отобраны и рассчитаны критерии, позволяющие провести диагностирование экологического состояния территории исследования (табл. 2 и табл. 3). Для оценки общего экологического состояния был введен интегральный показатель, рассчитываемый на основе следующих имеющихся данных (табл. 1).

Таблица 1. Шкала интегрального показателя экологического состояния территории

Значение интегрального показателя экологического состояния территории	Состояние экосистемы	Характеристика состояния по методике А.В. Антиповой (2004).
0-0,75	уровень бедствия (Б)	зона экологического бедствия (катастрофы) или класса катастрофического состояния сред. Это территории с полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, исключающими данную территорию из хозяйственного использования. Деградация земель более 50% площади
0,76-1,5	уровень кризиса (К)	зона экологического кризиса или класса неудовлетворительного (весьма неблагоприятного) состояния среды. Это территории с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости экосистем и трудно обратимыми нарушениями. Здесь необходимо выборочное хозяйственное использование территорий и планирование их глубокого улучшения. Деградация земель от 20 до 50% площади.
1,51-2,25	уровень риска (Р)	зона экологического риска или класс условно удовлетворительного (неблагоприятного) состояния среды. Это территории с заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, их нестабильным состоянием, ведущим к спонтанной деградации экосистем, но еще с обратимыми нарушениями. Эти территории требуют разумного хозяйственного использования и планирования мероприятий по их улучшению. Деградация земель от 5 до 20% площади.
2,26-3	уровень нормы (Н)	зона экологической нормы или класс удовлетворительного (благоприятного) состояния среды. Это территории без заметного снижения продуктивности и устойчивости экосистем, их относительной стабильности. Деградация земель менее 5% площади.

Таблица 2. Расчет интегрального показателя экологического состояния по карьеру «Песчаный»

Наименование показателя	Вес показателя	2001		2015	
		Значение	Балл	Значение	Балл
Площадь разработки в общей площади, %	0,15	40,4	1,0	18,9	2
Лесистость территории, %	0,15	38,9	1,0	70,7	2
Индекс Шеннона (Н)	0,1	0,55	1	0,46	1
Кэут1 (оценка коэффициента территории) [7]	0,05	1,5	2	4,3	3
Кэут2 (с учетом внутренних свойств и качественного состояния территории) [7]	0,13	0,43	1	0,56	2
Iн (индекс нарушенности территории) [7]	0,12	9,9	2	7,0	3
Фрагментированность	0,1	отсутствует	3	отсутствует	3
Замусоривание территории	0,05	отсутствует	3	отсутствует	3
Рекультивация отработанных площадей, %	0,15	10	1	75	3
Интегральный показатель экологического состояния территории		1,5		2,4	

Таблица 3. Расчет интегрального показателя экологического состояния по карьеру «Коркатовское»

Наименование показателя	Вес показателя	2001		2015	
		Значение	Балл	Значение	Балл
Площадь разработки в общей площади, %	0,15	30,5	2	25,0	2
Лесистость территории, %	0,15	12,9	1	35,2	1
Индекс Шеннона (Н)	0,1	0,65	1	0,17	3
Кэут1 (оценка коэффициента территории)	0,05	1,1	2	2,5	2
Кэут2 (с учетом внутренних свойств и качественного состояния территории)	0,13	0,36	1	0,43	1
Iн (индекс нарушенности территории)	0,12	11,3	1	10,4	1
Фрагментированность	0,1	сильная	0	средняя	1
Замусоривание территории	0,05	отсутствует	3	среднее	1
Рекультивация отработанных площадей, %	0,15	отсутствует	0	около 30	1
Интегральный показатель экологического состояния территории		1,1		1,4	

Результаты расчета интегрального показателя в пределах СЗЗ экологического состояния по карьеру «Песчаный» показали улучшение экологической ситуации на объекте с 2001 по 2015 г. Состояние территории перешло из зоны экологического кризиса или класса неудовлетворительного (весьма неблагоприятного) состояния среды в зону экологической нормы или класс удовлетворительного (благоприятного) состояния среды. На карьере «Коркатовское» – наблюдается некоторое улучшение экологической ситуации с 2001 по 2015 г. Однако состояние территории по-прежнему находится в зоне экологического кризиса или класса неудовлетворительного (весьма неблагоприятного) состояния среды.

Библиографический список

1. *Алексеева, М. Н.* Экологический мониторинг нефтедобывающих территорий на основе космических снимков / М. Н. Алексеева, И. Г. Ященко // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2013. – №2. – С. 101–106.

2. *Воробьев, О. Н.* Спутниковый мониторинг недропользования в Республике Марий Эл / О. Н. Воробьев, Э. А. Курбанов // ГЕОМАТИКА. – 2015. – №1. – С. 45–52.

3. *Гаврилов, В. А.* Опыт Ненецкого АО по выявлению незарегистрированных земельных участков и объектов недвижимости на основе космической съемки RapidEye / В.А. Гаврилов, С.В. Любимцева, С.М. Рыбникова // ГЕОМАТИКА. – 2012. – 4. – С. 20–22.

4. *Blachowski, J.* Methodology for assessment of the accessibility of a brown coal deposit with Analytical Hierarchy Process and Weighted Linear Combination // Environ Earth Sci. – 2015. – №74. – P. 4119–4131.

5. *Elmes, A.* Mapping licit and illicit mining activity in the Madre de Dios region of Peru / A. Elmes et al. // Remote Sensing Letters. – 2014 – № 5. – P.882-891.

6. *Pandey, A.C.* Analysing topographical changes in open cast coal-mining region of Patratu Jharkhand using CARTOSAT-I Stereopair satellite images / A.C. Pandey, A. Kumar // Geocarto International. – 2014. – № 29. – P. 731– 744.

7. *Баданова, У. А.* Устойчивость территории Талдомского района Московской области: проблемы и пути решения / У.А. Баданова, О.А. Савватеева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-2 – С. 360-364.

SUBSURFACE USE REMOTE MONITORING

L.V. Tarasova, *Postgraduate*
Volga State University of Technology
(Russia, Yoshkar-Ola)

Abstract. *The paper proposes a methodology for assessing the ecological condition of the subsurface use territory with satellite data applying integral indicator. A spatial-temporal analysis of the subsurface use objects was carried out taking into account the impact of natural and anthropogenic factors on it.*

Keywords: *remote sensing, subsurface use, environmental monitoring, forestry LANDSAT, Isodata.*