МЕТОДЫ ГИС В МОНИТОРИНГЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ СВЕРДЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЙОНА (ЛУГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.В. Петкова, Б.Я. Корниенко

Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону
petkova@sfedu.ru, suhno@sfedu.ru

Аннотация. В настоящее время угольная промышленность является одной из экологически неблагополучных отраслей мировой экономики. Промышленная деятельность угледобывающих предприятий приводит к загрязнению атмосферы и других жизненных сред, нанося значительный ущерб экосистемам, землепользованию и другим сферам деятельности человека. В статье рассматривается возможность использования геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли в решении проблем техногенного нарушения территорий в районах добычи угля. Предложен способ определения местонахождения отвалов отходов угледобывающей промышленности и актуализации их пространственных характеристик средствами геоинформационных систем на основе спутниковых данных из открытых источников. Исследования проведены на примере Свердловского района Луганской области, где задачи учета и контроля, утилизации и рекультивации отходов угольной промышленности имеют первостепенное значение. В результате исследования выявлены и описаны все имеющиеся в районе породные отвалы. Рассмотрена проблема нецелевого использования земель, занятых отходами угольной промышленности. Приведены примеры картографирования процессов формирования породных отвалов по историческим снимкам высокого разрешения.

Ключевые слова: геоинформационная система, данные дистанционного зондирования Земли, мониторинг территорий, отходы угольной промышленности, нецелевое использование земель.

Донецкий угольный бассейн является крупнейшим месторождением каменного угля в Европе. Значительная его часть расположена на территории Украины. На сегодняшний день основополагающий элемент экономического развития стран Восточной Европы – оптимальное использование земельных ресурсов. Ежегодно разрабатываются программы развития земельного фонда, поднимаются вопросы рационального использования земель. Несмотря на это, большинство земельных ресурсов подвергаются чрезмерно активному использованию в промышленных целях. Особенно остро данная проблема стоит в районах с развитой угледобывающей промышленностью. В настоящее время угольная промышленность является одной из экологически неблагополучных отраслей мировой экономики. Промышленная деятельность угледобывающих предприятий приводит к загрязнению основных жизненных сред, нанося значительный ущерб экосистемам, землепользованию и другим сферам деятельности человека.

Система учета и контроля земель, предназначенных для добычи полезных ископаемых, имеет ряд особенностей, связанных прежде всего с экологической составляющей мониторинга территорий и проблемами повышения эффективности землепользования в условиях возрастающего техногенного воздействия.

Свердловский район – один из крупных угледобывающих центров на востоке Украины. Входит

в состав Донецкого каменноугольного бассейна, промышленное освоение которого началось с конца XIX века. Техногенные формы рельефа на территории Свердловского угольного района представлены шахтными терриконами (отвалами горных пород), образование которых началось более века назад (рис. 1).

На протяжении всего периода эксплуатации угольных месторождений в Свердловском районе актуальной оставалась проблема складирования отходов угольной промышленности. На территории района встречаются практически все виды угольных отвалов, большая часть из которых имеет все предпосылки к проведению работ по их утилизации и рекультивации. В настоящий момент многие шахты закрыты или затоплены. В то же время на территории района насчитываются десятки угольных отвалов. В большинстве своем это старые терриконы, которые стоят уже много лет, однако часть отвалов все еще продолжают гореть. Такие терриконы являются источниками различного рода загрязнений. Они выбрасывают в атмосферу серную кислоту, аммиак, двуокись азота, сероводород, метан, угарный газ и угольную кислоту, загрязняют почву и воду вредными веществами, в том числе и соединениями тяжелых металлов. На отвалах отмечен радиационный фон, который превышает допустимые нормы. Терриконы занимают большие площади плодородных земель и нарушают природный ландшафт [1].

Сегодня угольная отрасль требует внедрения инновационных подходов к решению создавшихся проблем. Для эффективного планирования мероприятий по утилизации и рекультивации отходов, восстановления природного и хозяйственного потенциала нарушенных территорий, формирования социально и экологически ориентированных региональных моделей землепользования прежде всего необходимо иметь актуальные сведения о местоположении и состоянии учтенных, а также несанкционированных мест складирования отходов,

наблюдать за пространственно-временными изменениями техногенного характера, происходящими на территории угледобычи.

Геоинформационные системы, позволяющие интегрировать необходимые данные в единой информационной среде, предоставляют новые средства обработки и анализа пространственной информации. На основе геоинформационных технологий могут быть решены многие задачи контроля, планирования и оперативного управления развитием районов угледобычи.

Рис. 1 – Техногенные формы рельефа Свердловского района

В условиях, когда нет возможности проводить наземные наблюдения и обследование территории, пространственная информация об объектах земной поверхности может быть актуализирована по ряду признаков с помощью данных космической съемки. Известно, что на сегодняшний день разработаны и успешно применяются высокоэффективные методы обработки спутниковых снимков, которые позволяют получать исчерпывающую информацию. Однако, далеко не каждый исследователь может воспользоваться ими по известным причинам – отсутствие доступа к данным требуемого качества, высокая стоимость программного обеспечения и пр. Тем не менее, с помощью геоинформационных систем, имея в распоряжении только лишь геоданные из открытых источников, возможно решение многих задач, в числе которых – выявление техногенного нарушения земель на территориях добычи полезных ископаемых [2].

На сегодняшний день для изучения обширных территорий активно используются данные, получаемые со спутников Landsat (USGS, США). В соответствии с политикой распространения данных Landsat, снимки не ограничены количеством копий,

распространяются свободно и бесплатно из глобального архива USGS [3]. Для работы со снимками Landsat применимы алгоритмы классификации изображений, доступные в приложении ArcMap (программный комплекс ArcGIS, ESRI, США) [4]. Как показали результаты исследования, снимки Landsat 8 малопригодны для выявления породных отвалов, определения их границ из-за недостаточного высокого пространственного разрешения и сравнительно небольших размеров изучаемых наземных объектов. В то же время, с помощью алгоритмов управляемой классификации можно достаточно четко выделить области, где недавно проводилась утилизация путем разбора породных отвалов (рис. 2).

Для определения местоположения терриконов и установления границ породных отвалов необходимы снимки региона с более высоким пространственным разрешением, которых нет в открытом доступе. В этом случае эффективным оказывается подход, позволяющий сочетать средства картографирования ГИС с результатами визуального дешифрирования снимков нижнего слоя цифровых глобусов, доступных для широкого круга интернет-пользователей. В частности, виртуальный

глобус Google-Earth предоставляет изображения некоторых регионов с беспрецедентно высоким разрешением и хорошо различимыми наземными объектами. Одной из полезных возможностей сервиса Google Earth Pro является установление

местоположения объекта в виде пространственных меток, линий и полигонов с последующим экспортом в форматы KML и KMZ [5]. Это позволяет использовать данные Google Earth в приложениях ArcGIS (рис. 3).

Рис. 2 – Области с остатками разобранных терриконов

Рис. 3 – Технология обмена данными Google Earth Pro – ArcGIS

Используя представленную на схеме технологию обмена данными между картографическими сервисами и ГИС, можно обследовать всю территорию и оцифровать визуально определяемые объекты (рис. 4,5).

В результате применения такого подхода на территории Свердловского района удалось выявить порядка 90 объектов, пятая часть из которых не учтена и не представлена на публичных картографических ресурсах.

Динамику формирования породных отвалов позволяют проследить исторические снимки, доступные в среде Google Earth Pro. Для картографирования пространственно-временных изменений выполняется геопривязка спутниковых изображений разных лет с последующей оцифровкой и наложением друг на друга в хронологическом порядке. В результате можно оценить, как появляются объекты, изменяются их границы и площадь (рис. 6,7).

Рис. 4 – Оцифровка породных отвалов в Google Earth Pro

Рис. 5 – Обработка KML-файлов в ArcMap

Рис. 6 – Сопоставление спутниковых изображений разных лет

Рис. 7 – Образование новых насыпей в период с 2014 г. по 2019 г. на землях сельскохозяйственного назначения

Локализованные подобным образом породные отвалы целесообразно сопоставить с картой кадастрового деления Украины для того, чтобы выявить незарегистрированные участки складирования отхо-

дов, нецелевое использование земель или зафиксировать нарушение границ кадастровых участков, отведенных под промышленное использование (рис. 8).

Рис. 8 – Терриконы на землях населенных пунктов

В результате обследования определено, что примерно треть терриконов расположены на неучтенных землях, границы земельных участков, отведенных для целей складирования отходов, в ряде случаев нарушаются, имеются породные отвалы, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения или на территории населенных пунктов. Полученные таким образом сведения организованы в таблицу Excel, которая служит источником атрибутивных данных для слоя породных отвалов в ГИС (рис. 9).

Обобщая полученные результаты, следует отметить ограниченные возможности использования спутниковых снимков Landsat-8 для локализации и установления границ терриконов, тогда как визуальное распознавание объектов на снимках более высокого пространственного разрешения с последующей обработкой средствами ГИС позволяет определить их характеристики, оценить временные изменения и пространственные отношения с другими территориальными объектами.

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	І
Номер	Кадастровый номер	Тип собственности	Целевое назначение	Площадь	Состояние отвала	Учтённый	Отмечен на OSM	Выявлен с помощью виртуального дешифрирования	Нарушает границы кадастрового участка
1	1:4412700000:76:001:0002	Государственная собственность	Для обслуживания промплощадки шахты №3 ОП «Шахта имени «Космонавтов»	15,3504 га	Террикон	Учтён	Отмечен	Выявлен	Нарушает
2	2:4412700000:80:001:0001	Не определен	для утилизации породного отвала с последующей рекультивацией под парк на территории бывшей шахты №6 «Дружеская»	6,677 га	Разработанный террикон	Учтён	Отмечен	Выявлен	Нарушает
3	3:4412700000:77:001:0001	Не определен	для утилизации породного отвала с последующей рекультивацией под парк на территории бывшей шахты №6 «Дружеская»	4,2682 га	Разработанный террикон	Учтён	Отмечен	Выявлен	Не нарушает

Рис. 9 – Фрагмент таблицы с результатами обследования территории

Список литературы:

1. *Макеева Д. А.* Экологическая опасность породных отвалов и пути решения проблемы / Д. А. Макеева // Проблемы экологии. – 2019. – № 1 – С. 43–48.
2. *Петкова Н.В., Быканов А.И.* Технология использования данных ДЗЗ для мониторинга разработки месторождений полезных ископаемых //Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Ростов-на-Дону: Издательство «Южный федеральный университет», 2018. С. 129–131. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36603624>.
3. Миссия Landsat-8. URL: <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-mission/>
4. Платформа ArcGIS. URL: <https://www.esri-cis.ru/products/>
5. Google Планета Земля. URL: <https://www.google.com/earth/>

GIS METHODS FOR MONITORING TECHNOGENIC DISTURBANCE OF LAND IN THE SVERDLOVSK COAL DISTRICT (LUHANSK REGION)

N.V. Petkova, B.Y. Kornienko

Southern Federal University
petkova@sfedu.ru, suhno@sfedu.ru

Abstract. Currently, the coal industry is one of the environmentally unfriendly industries of the world economy. Industrial activities of coal mining enterprises lead to pollution of the atmosphere and other living environments most strongly associated with the atmosphere, especially the soil, causing considerable damage to natural ecosystems, land use and other sphere of human activities. The possibility of using geoinformation technologies and remote sensing data in solving the problems of man-made violation of territories in areas of coal mining is presented in this report. A method for determining the location of coal mining waste heaps and updating their spatial characteristics using geoinformation systems based on satellite data from open sources is proposed. The research was carried out on the example of the Sverdlovsk district of the Luhansk region, where the tasks of accounting and control, utilization and reclamation of coal industry waste are of paramount importance. As a result of the study, all available waste heaps of the coal mining industry in the study area were identified and described. The problem of inappropriate land use occupied by waste from the coal industry is considered. Examples of mapping processes of formation of rock dumps based on historical high-resolution images are given.

Keywords: geoinformation system, remote sensing data, monitoring of territories, waste heaps of the coal mining industry, inappropriate use of land.

References:

1. *Makeeva D. A. Jekologicheskaja opasnost' porodnyh otvalov i puti reshenija problemy / D. A. Makeeva // Problemy jekologii. – 2019. – № 1 – S. 43–48. (in Russian)*
2. *Petkova N.V., Bykanov A.I. Tehnologija ispol'zovanija dannyh DZZ dlja monitoringa razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh //Sovremennye informacionnye tehnologii: tendencii i perspektivy razvitija. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo "Juzhnyj federal'nyj universitet", 2018. S. 129–131. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36603624>. (in Russian)*
3. *Missija Landsat-8. URL: <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-mission/>*
4. *Platforma ArcGIS. URL: <https://www.esri-cis.ru/products/>*
5. *Google Earth. URL: <https://www.google.com/earth/>*