

УДК: 553.97: 528.8

**СОЗДАНИЕ СЕТИ КАЛИБРОВОЧНО-ЭТАЛОННЫХ УЧАСТКОВ КАК ПЕРВЫЙ
ЭТАП В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА
НАРУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛАРУСИ
(НА ПРИМЕРЕ ГРИЧИНО-СТАРОБИНСКОГО ПОЛИГОНА)**

З.А. Ничипорович, кандидат технических наук

Е.А. Радевич, аспирант

ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»

Ключевые слова: нарушенные торфяные месторождения, калибровочно-эталонные участки, спутниковый мониторинг, спектрально-аналитическая космосъемка Ikonos, базы геопространственных данных

Введение

Широкий спектр современных направлений использования нарушенных торфяных месторождений (далее – ТМ) Республики Беларусь предполагает анализ и систематизацию значительных потоков разнородных по тематике и представлению геопространственных данных. Однако традиционные, базирующиеся на наземном обследовании методы, являются дорогостоящими, недостаточно точны и оперативны, и не отвечают в полной мере современным требованиям сбора, хранения и обработки информации. Так, практически не поддаются контролю труднодоступные повторно заболоченные территории и связанные с ними болотообразовательные процессы на выработанных ТМ.

Применение разновременных спектрально-аналитических данных дистанционного зондирования (ДДЗ) – один из аспектов решения вышеозначенной проблемы. ДДЗ обеспечивают объективность, детальность и независимость информации и, как показала практика, позволяют контролировать современные процессы как деградации болот, так и их восстановления. Актуальность предлагаемых подходов возрастает в связи с отсутствием достаточного информационного обеспечения задач деградированных земель в целом, и болотных экосистем в особенности. В связи с этим создание сети полигонов, калибровочно-эталонных участков (КЭУ) и их тематических баз геопространственных данных (БГД) является первоочередной задачей организации спутникового мониторинга ТМ на основе новейших космических ГИС-технологий.

Методика выполнения работ включала три основных этапа: а) выбор полигона и создание репрезентативной сети КЭУ; б) оценка информативности спутниковых данных, их компьютерная обработка и тематическая интерпретация; в) создание взаимосвязанных БГД, разработка их структуры и функциональной нагрузки.

В качестве тестового полигона был определен Гричино-Старобинский ТБК, в полной мере отражающий природное многообразие и современные процессы трансформа-

ции нарушенных ТМ. Выбор КЭУ обусловлен тремя основными направлениями использования ТМ, широко практикуемых в Беларуси – торфодобыча, повторное заболачивание и сельскохозяйственное использование.

Специфика ТБК, связанная с их мозаичностью и мелкоконтурностью, предопределила выбор ДДЗ высокого пространственного разрешения с целью повышения точности диагностики множества мелких контуров и исключения их потерь при инвентаризации и картографировании. Задача была реализована на основе спектрозональной космосъемки высокого пространственного разрешения Ikonos (1,2 м), выполненной 17.09.2006 и 22.07.2007 гг. в четырех каналах: синем (0,45–0,52 мкм), зеленом (0,52–0,61 мкм), красном (0,64–0,72 мкм) и ближнем инфракрасном (0,77–0,88 мкм) с использованием специализированного программного обеспечения для обработки изображений ERDAS Imagine.

Координатная привязка контрольных точек в натуральных условиях и совмещение их с ДДЗ осуществлялась с помощью высокоточной системы глобального позиционирования GPS System 500 и специализированного программного обеспечения (ПО) «Leica Geo Office» для постобработки GPS-измерений в системе WGS-84 [1].

Обсуждение результатов

С учетом основных направлений использования Гричино-Старобинского полигона были разработаны пять КЭУ: торфодобыча (КЭУ 1, КЭУ 2), повторное заболачивание (КЭУ 3, КЭУ 4) и сельскохозяйственное использование (КЭУ 5) общей площадью 6,114 км². Площадь полигона составила 123,294 км² (см. таблицу).

Краткая характеристика и назначение КЭУ. Торфодобыча

Выбор КЭУ 1 обусловлен необходимостью оперативного контроля выбывших из торфодобычи уже бросовых участков, рассматривается как базовый, состояние которого оценивается по степени зарастания растительностью, начиная с 17.09.2006 г. на основе спектрозональной космосъемки Ikonos. Достоверно дешифрируется по множеству элементов антропогенной деятельности по прямолинейным линиям дорог, системе мелиоративных каналов, полосам лесозащитных насаждений, стоянкам и следам торфоуборочной техники, а также по штабелям торфа.

Наименование полигона, КЭУ	Метрические характеристики	
	периметр, км	площадь, км ²
Гричино-Старобинский ТБК	45,181	123,294
КЭУ 1 Торфодобыча	4,220	1,118
КЭУ 2 Торфодобыча	4,817	1,412
КЭУ 3 Повторное заболачивание (зарастание)	5,649	1,817
КЭУ 4 Повторное заболачивание (затопление)	3,138	0,525
КЭУ 5 С/х использование (торфяные почвы)	6,0159	1,242

Сводная таблица метрических характеристик и координатной привязки КЭУ полигона

КЭУ 2 (действующие поля торфодобычи) предназначен для разработки дистанционных методов оценки динамики сработки ТЗ. В оптическом отношении эти процессы проявляются как множество контрастных локальных контуров серого цвета с переходом к светло-серому и почти белому на черном фоне ТЗ. Так, светлые очаги в центре (фрагмент снимка) однозначно свидетельствуют о выклинивании минеральной подстилающей породы и полном отсутствии торфа на этих участках (рис. 1).

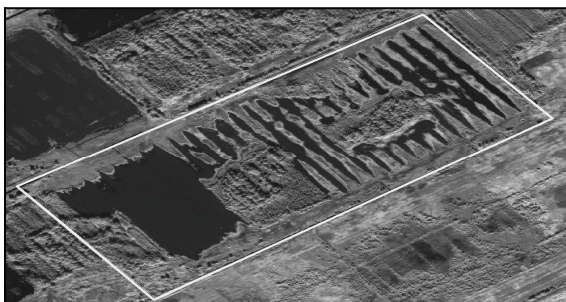


Рисунок 1 – КЭУ 2. Фрагмент космоснимка Ikonos (23.07.2007), red

Следует отметить, что многолетние исследования отражательной способности низинного торфа показывают, что коэффициент диффузного отражения в коротковолновой части электромагнитного спектра составляет лишь 5–6 %, и позволяет безошибочно распознавать поля торфодобычи по однородной монотонной текстуре и насыщенному темному тону на фоне других, всегда более ярких и контрастных, объектов [2]. Этот факт и высокое пространственное разрешение Ikonos, обеспечивающее учет мелкоконтурных объектов, позволили с использованием базовых средств ERDAS Imagine разработать автоматизированный метод распознавания и классификации полей торфодобычи по относительной мощности ТЗ с выделением трех ее уровней в рамках данного полигона: мощная, маломощная и сработанная [3]

Повторное заболачивание – новый, широко практикуемый, подход в использовании выработанных ТМ, направленный на восстановление болотообразовательных процессов и их природоохранных функций. КЭУ 3 и КЭУ 4, характеризующие эти процессы, расположены в западной и южной частях полигона и представляют антропогенно преобразованный ландшафт, сформированный в результате затопления или зарастания бывших торфоучастков в искусственно созданных условиях. Следует отметить, что большая часть таких территорий является труднодоступной, а методы ДЗ – единственно перспективными для их изучения и обследования. На рис. 2 представлен один из КЭУ, чрезвычайно разнородный по спектральной яркости, обусловленной многообразием специфической влаголюбивой растительности. Задача идентификации видового состава растительного покрова представляется достаточно сложной и в настоящее время осуществляется апробация автоматизированных методов распознавания и классификации на

тестовых площадках и аналогах-ландшафтах полигона. На основе визуально-инструментальных методов и базовых средств ERDAS Imagine построена цифровая карта растительного покрова Гричино-Старобинского ТБК с выделением стадий: луговая, кустарниковая, древесно-кустарниковая [3].



**Рисунок 2 – КЭУ 4. Повторное заболачивание на выработанных торфяных месторождениях.
Фрагмент космоснимка Ikonos (17.09.2006), RGB**

Вторым важнейшим, после растительности, мониторинговым показателем является степень затопления территорий, которая определяется по площади зеркала воды. Такие территории однозначно распознаются на снимках Ikonos (синтез RGB 1:2:3) – например, по четко контрастирующему с остальным фоном красно-коричневому или черному цвету водной поверхности, задача идентификации и классификации которой достаточно просто реализуется в автоматизированном режиме на основе космоэталонирования базовыми средствами ERDAS Imagine (рис. 2) [3].

Сельскохозяйственное использование

КЭУ 5 расположен в юго-восточной части полигона (рис. 3, фрагмент космоснимка Ikonos) и используется для установления закономерностей светоотражения торфяных почв в зависимости от различных качественно-количественных показателей, в т.ч. зольности [3, 4]. По результатам многолетних исследований разработан программно-алгоритмический комплекс оценки состояния открытых торфяных почв на основе космических ГИС-технологий, который в настоящее время находится в опытной эксплуатации. По завершении эксперимента результаты будут опубликованы.



Рисунок 3 – Сельскохозяйственное использование. Калибровочно-эталонный участок № 5.

Фрагмент космоизображения Ikonos

ГИС полигона

На основе комплексного анализа отражательной способности болотных экосистем, выборочного наземного космоэталонирования и тематической интерпретации спектрональной космосъемки была разработана ГИС – Гричино-Старобинский ТБК, включающая четыре взаимоувязанные БГД:

- БГД наземной мониторинговой информации КЭУ;
- БГД спутниковой информации;
- БГД GPS-привязки контрольных точек тематических профилей;
- БГД химико-аналитических (влажность, зольность) и атрибутивных данных.

Достаточно сказать, что на вход информационных систем поступают серии разновременных многоканальных ДДЗ, на основании которых формируется и хранится множество полей оценок яркости разнородных по текстуре, структуре и рисунку космоизображений. В связи с этим центральное место в архитектуре ГИС занимают БГД, а функции их формирования и ведения являются основными функциями подсистемы интеграции пространственных и атрибутивных данных. Таким образом, наиважнейшая задача – разработка информационной структуры и функциональной нагрузки создаваемых БГД.

Структура и функциональная нагрузка разработанной ГИС обеспечивает в автоматизированном режиме решение следующих задач:

- получение метрических (длин, площадей) характеристик полигональных, линейных и точечных объектов в автоматизированном режиме;
- анализ мониторинговых качественно-количественных показателей в зависимости от спектрально-информационных свойств объекта;
- определение координат в системе WGS-84 в любой точке полигона;
- построение растровых и векторных тематических карт на основе космоэталонирования, методов кластеризации и других базовых средств ERDAS Imagine;
- визуализацию и представление выходных продуктов.

Заключение

Создание сети тематических КЭУ Гричино-Старобинского полигона – первый этап в организации спутникового мониторинга нарушенных торфяных месторождений Беларуси, целью которой является формирование банков данных спектрально-дешифровочных признаков, космоэталонов и обучающих выборок для разработки автоматизированных дистанционных методов оценки состояния деградированных земель на основе космических ГИС-технологий.

Структура и функциональная нагрузка предложенной ГИС Гричино-Старобинского ТБК, включающая четыре взаимоувязанные БГД (спутниковой, наземной мониторинговой, атрибутивной и GPS информации), обеспечивают оперативное их ведение, пополнение и совершенствование в направлении реализации задач мониторинга нарушенных ТМ, в т. ч. быстро развивающихся процессов повторного заболачивания. Предложенные

подходы, основанные на использовании ДДЗ, являются актуальными и перспективными, а в силу специфики природного объекта, его мозаичности, мелкоконтурности и труднодоступности для натурного обследования – и практически не заменимыми.

Полученные результаты нацелены на автоматизированные технологии, способные обеспечить оперативное решение комплекса мониторинговых задач по ДДЗ от сбора, анализа, интерпретации до представления, визуализации и передачи потребителю выходной продукции.

Достигнутые результаты были получены в ходе реализации заданий по программам Союзного государства Космос-СГ (2004–2007), Космос-НТ (2008–2011), а также ГНТП Природопользование (2006–2010), и в настоящее время являются продолжением работ по развитию и внедрению методов дистанционной диагностики для мониторинга деградированных земель Беларуси.

Литература

1. General Guide to Static and Rapid-Static 2003. – 45 с. (Общее руководство по выполнению измерений методами статики и быстрой статики версия 3.0).
2. Ковалев, А. А., Тановицкий, И. Г., Ничипорович, З. А. Спектральная отражательная способность основных видов торфа Белоруссии. – Минск, 1991. – 32 с. (Препринт / БелГЕО).
3. Ковалев, А.А., Ничипорович, З.А., Каждан, Е.Н. Технология дешифрирования и тематическая интерпретация спутниковых данных высокого пространственного разрешения для оценки состояния торфяно-болотных комплексов // Материалы Четвертого Белорусского космического конгресса 27-29 октября 2009 г., Минск. Т. 2. – С. 204–206
4. Ничипорович, З.А., Валентейчик, В.В., Каждан, Е.Н., Радевич, Е.А. Дистанционные методы оценки состояния земельного покрова на основе спутниковых данных высокого разрешения // Материалы Международной научной конференции. Природопользование: экология, экономика, технологии, 6–8 октября 2010 г., Минск. – С. 228–231

Summary

Nichiporovich Z., Radevich E.

CREATING A NETWORK OF GAUGE-STANDARD AREAS AS THE FIRST STEP IN SOLVING THE PROBLEMS OF SATELLITE MONITORING OF DAMAGED PEAT DEPOSITS IN BELARUS (ON EXAMPLE OF GRICHINO STAROBIN POLYGON)

The article presents the results of creating a network of gauge-standard areas of disturbed peat deposits (PD) taking into account the main directions of their usage (peat extraction, re-waterlogging, agricultural usage). It is showed their function and solving tasks based on space shooting «Ikonos». It is proposed the GIS of Grichino Starobin polygon, which includes four interrelated Geographical Data Base (satellite, ground based monitoring, GPS and attribute information). Their structure and functional loading provide their operational management, updating and improvement towards the realization of PD monitoring tasks.

Поступила 17 июля 2012 г.