

УДК 551.46.581.19

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА
«ШАЦКИЙ»**

Муравский Л.И., Олийник О.Т., Алехина О.В., Кошевой В.В., Гаскевич Ю.И

В статье представлены результаты использования данных дистанционного зондирования для решения задач мониторинга и построения ГИС заповедной территории украинской части Трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье» (ЗП-ТБР).

Ключевые слова: Трансграничный биосферный резерват «Западное Полесье», ГИС-технологии, спектральное изображение, классификация, сигнатура.

ВВЕДЕНИЕ

Для научно обоснованного управления экосистемами заповедных территорий, включая биосферные резерваты, необходима полная информация о состоянии и динамике локальных экосистем [1, 2]. Наличие такой информации создаст предпосылки для оптимизации двух противоположных процессов, а именно: обогащения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия на заповедных территориях, с одной стороны, и создания условий для стабильного развития данных территорий с другой. Большие объемы информации можно получить с помощью наземных исследований. Однако такая информация практически всегда присутствует не в полной мере или отсутствует при принятии оптимальных решений, которые касаются водно-болотных, лесных и горных территорий, являющихся тяжело-доступными для прямых наземных исследований.

Наиболее перспективным и эффективным для получения необходимых данных считается дистанционное зондирование экосистем с космоса. Данные дистанционного зондирования вместе с данными наземного мониторинга являются технологической основой для создания географической информационной системы (ГИС).

На протяжении последних двух лет под эгидой ЮНЕСКО активно ведутся работы по созданию Трансграничного (Польша-Белоруссия-Украина) Биосферного Резервата «Западное Полесье» (ЗП-ТБР). Основные исследования, которые базируются на оптимальном функциональном зонировании территории ТБР, оценке динамики изменений локальных экосистем и развитии системы управления экосистемами на данной территории, невозможны без широкого применения ГИС-технологий.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

На первом этапе формирования ГИС были отобраны данные космической мультиспектральной съемки. Для этого были выполнены следующие шаги:

1. Выбраны космические изображения соответствующих полигонов на

территории ЗП-ТБР; выполнена их обработка, кластеризация и классификация, основанные на применении оптимальных алгоритмов статистического, кластерного и факторного анализа. Построены тематические карты с использованием специализированного ПО.

2. Осуществлена привязка обработанных космических изображений к объектам, которые находятся на исследуемой территории Биосферного резервата «Шацкий».

3. Выбраны типичные для БР «Шацкий» объекты мониторинга. На основе анализа космоснимков и электронных карт данной территории были определены функциональные зоны украинской части ЗП-ТБР.

Для выбора участков с типичными объектами Шацкого национального природного парка (ШНПП), которые можно было бы использовать как заверочно-контрольные полигоны для дистанционного зондирования Земли с космических аппаратов, был осуществлен тематический анализ и классификация космических снимков, а также произведены наземные наблюдения (август 2007 года) для привязки указанных участков к тематически обработанным снимкам.

В распоряжении имелись следующие материалы космических съемок территории ШНПП:

- с платформы ASTER спутника Тетра: 9 радиационно и географически скорректированных спектрзональных снимков от 29/04/2002 (в дальнейшем – А весна_02) и 9 радиационно скорректированных спектрзональных снимков от 23/09/2003 (в дальнейшем – А осень_03). Пространственное разрешение составляет 15-30 м. Каждый снимок покрывает соответственно 75% восточной и западной территории ШНПП (рис. 1);

- 7 географически скорректированных спектрзональных снимков (Ortho) со спутника Landsat 4 TM от 27/07/1988 (в дальнейшем – Л лето_88) и 6 радиационно и геометрически скорректированных спектрзональных снимков (L1G) со спутника Landsat 5 TM от 14/08/2003 (в дальнейшем – Л осень_03). Пространственное разрешение – 30м.

Указанные снимки полностью покрывают территорию ШНПП (рис.1).

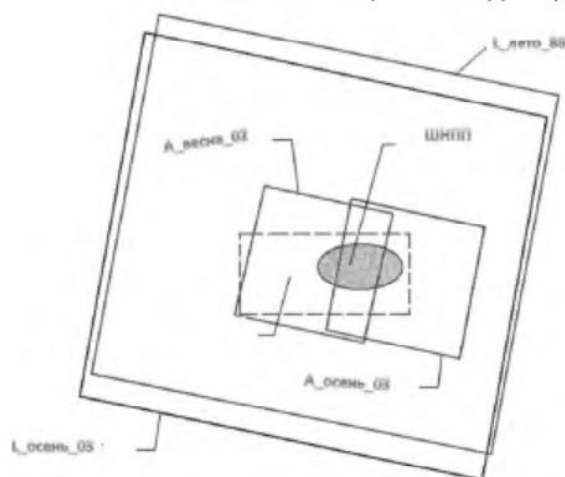


Рис.1 Покрывтие территории ШНПП наличными космическими снимками

Учитывая большое пространственное разрешение и благоприятный период наблюдений (весна), для тематической классификации и анализа был выбран снимок А_весна_02.

Первый этап процедуры классификации снимка территории ШНПП заключался в выборе так называемых областей интереса (areas of interest (AOI)) и в первую очередь в отборе критериев, на основе которых необходимо было осуществить выбор AOI. Самым важным из критериев является растительный покров данного участка территории (лес, луг, болотистая местность, наиболее распространенные виды растений, другие особенности), а в более широком смысле – характер самой поверхности (растительность, открытая почва, водная поверхность).

На основе выбора данных, полученных во время обработки материалов полевых исследований, было выбрано 50 участков с объектами, которые являются характерными для территории парка. С помощью GPS в ходе наземной проверки были определены координаты участков, после чего проведена их привязка к космическому снимку территории ШНПП (рис.2).

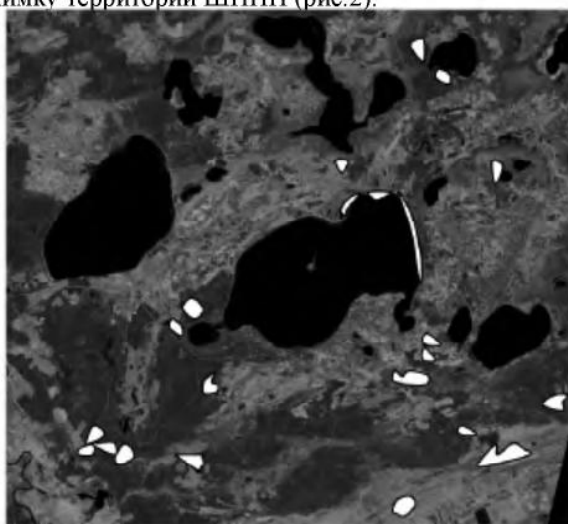


Рис. 2 Полигоны для наземной проверки спектральных космических снимков (обозначены белым цветом)

На основе данных наземной проверки формировались сигнатуры (спектральные паспорта) всех выбранных объектов. Ниже приведена статистика спектральной яркости одной из таких сигнатур, а именно сигнатуры 03 (сосновый лес в районе села Пидманево) в первых трех спектральных каналах.

Таблица 1

Данные распределения спектральной яркости сигнатуры 03

Канал	Минимум	Максимум	Среднее	Отклонение
1	41,000	45,000	42,864	0,745
2	15,000	19,000	16,722	0,853
3	55,000	60,000	58,165	1,160



Рис. 3 Сосновый лес возле села Пидманево (ШНПП)

Следующий этап классификации состоял в выборе спектральных каналов в соответствии с критерием наибольшего среднего расстояния между сигнатурами. Для выбора каналов использовались два метода: разделения (separability) и сопряженности (contingency) признаков сигнатур. Анализ полученных результатов показал, что для классификации наиболее подходящими являются каналы 1 и 3, поскольку именно для них наблюдается наибольшее среднее эвклидово расстояние между средними значениями спектров для всех сигнатур.

Однако дальнейший анализ показал, что не все выбранные сигнатуры могут быть реально использованы для классификации, поскольку во многих из них наблюдается перекрытие спектральных признаков. На рис.4 показано перекрытие спектральных сигнатур лесных объектов на уровне удвоенной дисперсии, построенных по данным канала 1 (данные отложены вдоль горизонтальной оси) и канала 3 (данные отложены вдоль вертикальной оси). Учитывая вышесказанное, последующая селекция объектов была выполнена на основе критерия, согласно которому необходимо отбрасывать те сигнатуры, которые полностью или в наибольшей степени перекрываются, и оставлять те, которые не перекрываются или имеют незначительное перекрытие.

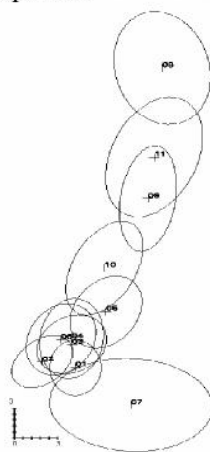


Рис. 4. Графическая интерпретация сигнатур лесных участков территории ШНПП

На основе изложенных выше операций были выбраны сигнатуры, которые в дальнейшем использовались для классификации (Таблица 2)

Приведенные в Таблице 2 двадцать девять сигнатур в соответствии со спектральными характеристиками группируются в 4 группы, которые условно носят названия «лес» (01-11), «луга» (12-24), «открытая почва» (25) и «вода» (26-29).

Такое разбиение логически вытекает из рис. 5 и рис. 6, которые показывают, что группы сигнатур, полученные в результате классификации, достаточно четко разделены между собой.

Таблица 2

Сигнатуры для классификации

01	Сосна зеленомоховая	16	Пастбище 3
02	Сосна, черничное покрытие	17	Пастбище 4 с редкими кустами
03	Сосна, село Пидманево	18	Пустырь 1
04	Сосна-100лет	19	Пустырь 2
05	Сосна заражения корневой губкой с подлеском	20	Бедная трава
06	Сосна заражения корневой губкой	21	Болото 1
07	Сосна на бедной почве	22	Проходимое болото
08	Чистая береза	23	Водно-болотная растительность 2
09	Береза-ольха	24	Водно-болотная растительность 1
10	Ольха 1	25	Открытая почва
11	Ольха 2 (кусты)	26	Вода
12	Луга, однородная трава	27	Вода 2
13	Сенокос 1	28	Вода 3
14	Пастбище 2	29	Вода 4
15	Пастбище 1		

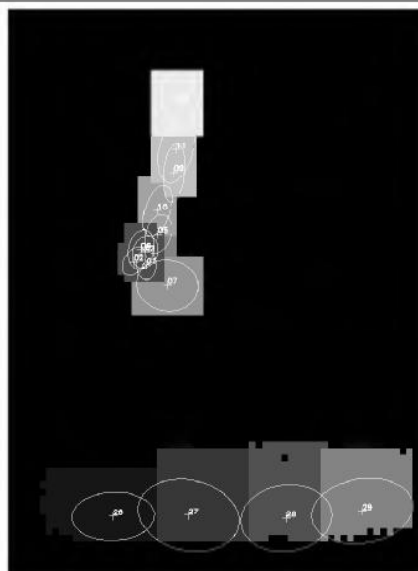


Рис. 5 Классы спектральных признаков «лес-вода», построенных по данным канала 1 (данные отложены вдоль горизонтальной оси) и канала 3 (данные отложены вдоль вертикальной оси)

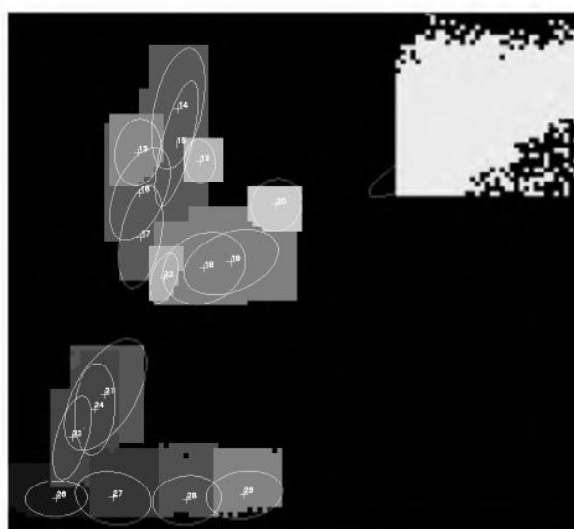


Рис. 6 Классы спектральных признаков «луга-вода-открытая почва», построенных по данным канала 1 (данные отложены вдоль горизонтальной оси) и канала 3 (данные отложены вдоль вертикальной оси)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты классификации снимка А_весна_02 и формирования сигнатур «лес-вода» и «луга-вода-открытая почва» представлены на рис.5 и рис.6 соответственно.

Отметим, что данные анализа спектральных образов классифицированных объектов (Рис.5, Рис.6), свидетельствуют о неоднородности классификации, что проявляется в частичном перекрытии сигнатур. Это вызвано в первую очередь погрешностями, обусловленными тем, что период наземной заверки (июль-август) не совпадал с периодом регистрации снимка (апрель).

Кроме этого, наземная заверка проводилась в 2007 году, то есть через 5 лет после регистрации снимка. За это время, произошли изменения физических и соответственно спектральных характеристик объектов, за которыми проводилось наблюдение. Для повышения достоверности классификации необходимо исключить или минимизировать влияния выше указанных источников погрешностей. Идеальным вариантом было бы использование космических снимков, зарегистрированных во время проведения наземных заверок в разные времена года.

На основе полученных данных о размещении на территории ШНПП 4-х типов характерных объектов («лес», «луга», «открытая почва», «вода») можно рекомендовать следующие участки в качестве претендентов для контрольно-заверочных полигонов:

- «лес» – участки в районе с. Пидманево и озера Песочное;
- «луга» – участки в районах сел Грабово и Пульмо;
- «открытая почва» – участки на въезде у сгт. Шацк и антенное поле Шацкой экспериментальной базы Физико-механического института им. Г.В. Карпенка НАН Украины;
- «вода» – оз. Свитязь.

Вышеупомянутые принципы тематической классификации дают возможность решать и другие актуальные для экологического мониторинга заповедных территорий задачи. На основе снимка А_весна_02 была получена карта глубин озера Свитязь (Рис.9), хотя данный метод картографирования глубин с помощью космических снимков имеет физическое ограничение для больших глубин.

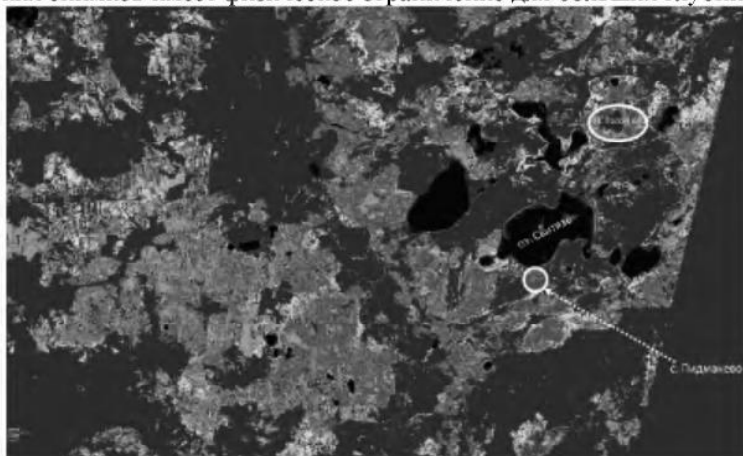


Рис. 7. Результаты классификации снимка А_весна_02 в соответствии с сигнатурами «лес-вода»

Рис.10 представлена рабочая область программного модуля ArcMap в виде шестислойной картографической композиции, которая включает: а) границы между странами; б) сеть дорог; в) заповедные зоны; г) фрагмент космического снимка; д) копию топографической карты и е) тематическую карту «луга-вода».

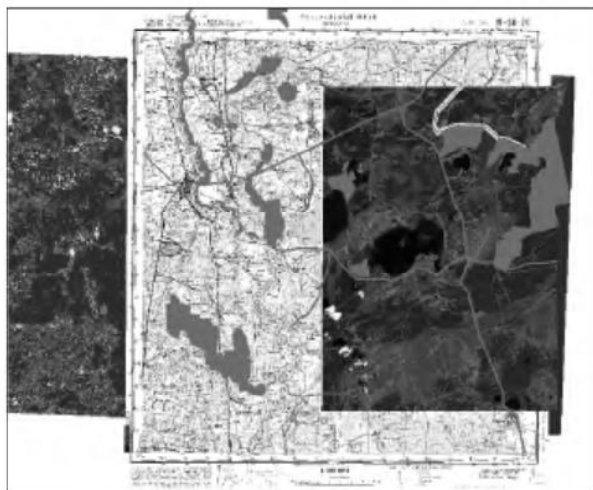


Рис.10 Картографическая композиция ГИС-слоев БР «Шацкий»

ВЫВОДЫ

Анализ результатов тематической классификации четырех мультиспектральных изображений среднего пространственного разрешения (15-60 метров) территории БР «Шацкий» показал, что:

- 5 классов, классифицированных как водные объекты, совпадают с данными наземных наблюдений и могут использоваться как сигнатуры водных объектов для ретроспективного и текущего анализа состояния акваторий;

- группа из трех классов объектов соснового леса и трех классов лиственного леса соответствует таксационным картам 10-летней давности. Учитывая изменения, которые произошли за десятилетний период, процесс идентификации классов в данных группах является проблематичным. Поэтому только два объединенных класса лесных объектов, а именно сосновый и лиственный леса, могут использоваться для классификации на основе предварительных данных наземных наблюдений;

- более чем 10 классов имеют характер урбанизированных территорий, однако отсутствие данных наземных наблюдений не позволяет сформировать корректную карту на сегодняшний день;

– полученный опыт классификации снимков и построения многослойной ГИС территории БР «Шацкий», может быть использован для комплексного дистанционного изучения экологического состояния всей территории Полесья включающей приграничные районы Беларуси, Польши и Украины.

Список литературы

1. Christensen, N.L., A.M. Bartuska, and J.H. Brown et al. The scientific basis for ecosystem management // Ecological Applications. - 1996. - #6. - P.665-691.
2. Koshovyy V.V., Fedoriv R.F., Alokina O.V. Management by ecosystems of reserved territories on the basis of application of advanced information techniques (on an example of the Shatsk National Natural Park of Ukraine) // Teka Kom. Ochr. Kszt. Srod. Przyn. - 2005. - #2 - P.22-27.
3. Panasyuk V.V., Oliynyk O.T., Muravsky L.I., Koshovyy V.V., Fedoriv R.F. Application of GIS-techniques for geological monitoring of the Shatsk National Natural Park // Teka Kom. Ochr. Kszt. Srod. Przyn. - 2005. - #2 - P.122-127.

Муравський Л.І., Олійник О.Т., Альохіна О.В., Кошовий В.В., Гаскевич Ю.І. «Використання даних дистанційного зондування Землі для формування географо-інформаційної системи Біосферного резервату «Шацький» // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. - 2008. - Серія «Географія». - Т. 21 (60). - № 1. - С. 87-96

Представлені результати використання даних дистанційного зондування для вирішення задач моніторингу і побудови ГИС заповідної території української частини Трансграничного біосферного резервату «Західне Полісся»(ЗП-ТБР).

Ключові слова: Транскордонний біосферний резерват «Західне Полісся», ГИС-технології, спектральне зображення, класифікація, сигнатура.

Muravsky L.I., Oliynyk O.T., Alokina O.V., Koshovy V.V., Gaskevych Y.I. "Using of the Earth remote sensing data for formation of the Biosphere Reserve "Shatsky" geographic-information system" // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. - 2008. - Series «Geography». - V. 21 (60). - № 1. - P. 87-96

Results of remote sensing data use for monitoring tasks decision and GIS creation of the Ukrainian part of the Transboundary Biosphere Reserve "West Polesie" (WP-TBR) protected territory are represented.

Key words: Transboard biosphere reservation "Western Polesie", GIS-technologies, spectral view, classification, signature.

Поступила в редакцию 24.04.2008 г.