

ДИСТАНЦИОННО КАРТИРАНЕ НА КАРБОНАТНИ ОБРАЗОВАНИЯ В ТРАКИЙСКАТА НИЗИНА

Георги Начев, Калин Русков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; nachev_georgi@mail.bg

РЕЗЮМЕ. В текста се описва практическото приложение на два дистанционни метода за картиране на геоложки образувания – скали и почви. Обекта на изследване са калкрети и карбонатни почви от Тунджанската структурно понижение на Източно-тракийската низина. Първият дистанционен метод е базиран на оценката на топографски, геоложки, геоморфоложки и ландшафтни белези, видими на сателитни снимки от базата Google, както и на орторектифицирани снимки от GIS базата на МРРБ. Вторият метод се основава на автоматична класификация на ленти от електромагнитния спектър, отразяващи насищането на почвите и скалите с различни минерали. За класифицирането са използвани спектрални бази от данни, събрани чрез инструмента ASTER с резолюция от 15 до 90 m. В хода на анализа е приложено наслагване на слоеве от информация и изключване на разкритията от кристалинната скална подложка на района, сред които преобладават мрамори с предполагаема или доказана триаска възраст. Резултатите са представени във вид на картографски продукти, показващи площното разпространение на карбонатните почви, развити върху неогенска и кватернерна подложка.

MAPPING BY REMOTE SENSING OF CARBONATE FORMATIONS IN THE THRACIAN PLANE

Georgy Nachev, Kalin Ruskov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; nachev_georgi@mail.bg

ABSTRACT. The practical application of two methods for remote sensing of carbonate geological formations – soils and rocks, is described in the text. The study subject is the carbonate soil and calcrete from the Tundja depression of the East-Thracian plane. The first method is based on the assessment of topographic geologic, geomorphologic and landscape features, visible on satellite images from the Google's base as well as on orthogonal images from the database of the Ministry of the regional development. The second method relies on automatic classification of electromagnetic bands, reflecting the saturation of the soils and rocks with various minerals. For the classification, data from the ASTER database are used with resolution 15 to 90 m. In the course of the analysis, overlaying of different information layers is performed for exclusion of rock exposures that contain marbles of proven or suspected Triassic age. The results of the study are shown on cartographic products exposing the areal distribution of the calcrete soils, developed on top of neogen and quaternary basement.

Увод

Дистанционните изследвания чрез сателитни изображения с висока и много висока разделителна способност намират все по-широко приложение в областта на геоложките науки. Основното им предназначение е за литолошко картиране, проучване на находища на полезни изкопаеми, локализиране и оценка на интензитета на хидротермални промени, структурен геоложки анализ, картиране и анализ на почви, установяване на техногенни замърсявания, мониторинг на различни геоложки рискови процеси и др.

В географско отношение изследваният район включва части от областите Ямбол, Сливен и Хасково, като крайните точки се описват от гр. Ямбол на север, с. Мрамор на юг, с. Стройно на изток и с. Орлов дол на запад (фиг. 1). Предмет на настоящото изследване е разпространенията на така наречената „бяла пръст“ която се среща сред земеделските земи в района. Бялата пръст представлява светлооцветена почва наситена с карбонатни минерали – калцит и доломит. Тази почва се среща в различни тектурни и менераложки разновидности (Димитров и др.

2010; Колева-Рекалова и др. 2010) като на много места в региона тя е уплътнена и със значителна дебелина. Дебелите и консолидирани карбонатни материали у нас са отнесени към формацията на калкретите (Dimitrov et. al., 2009).



Фиг. 1. Географско местоположение на изследвания район в мащаб 1:7 000 000

Тъй като карбонатната минерализация е развита в земеделските земи и влияе върху тяхното плодородие то картирането на карбонатите е от съществено практическо значение. Основната цел на изследването е оптимизирането на методиката на дистанционно картиране на карбонатни почви и калкрети.

Приложено е картиране чрез описване на геоморфоложки, ландшафтни и др. особености, установени във видимата част на спектъра върху ортофотообрази. Установена е общата площ засегната от карбонатна минерализация. На следващ етап от работата с помощта на спектрален анализ върху сателитни бази данни ASTER са изведени предполагаемите площи с най-високо карбонатно съдържание. Установените от дистанционното картиране площи да се проверят на терена с цел потвърждаване на наблюденията. Сравняването на двата метода – във видимия спектър и чрез софтуерно класифициране на данни от ASTER, позволява оптимизиране на процедурите и проверка на резултатите на картировъчния процес.

Визуално картиране

Визуалният метод се базира на анализ на ортофото снимки с помощта на софтуер за географски информационни системи (ГИС).

Използваните снимки представляват ортогонални изображения на земната повърхност, предоставени в сайта на МРРБ. Тяхната резолюция е достатъчна за целта на изследването. В оригинал ортофото картата е по проект на Министерството на Земеделието за "изготвяне на цифрова цветна ортофото карта за територията на Република България". Аерофото изображенията са заснети през 2006-2007 г. и имат надлъжно застъпване 60%, напречно застъпване 30%, при среден мащаб на снимките 1: 25 000. Размерът на пиксела на крайния продукт е 0.5 м (размер на отделните изображения 4x4 km).

Първата част от анализа включва обработка на сателитните снимки и подобряване на техният контраст с цел локализиране и засилване на изображението на карбонатните площи с помощта на PhotoShop и допълнението му за работа с географски привързани изображения GeographicImager. Втората част от изследването се състои от вграждане на вече обработените изображения в ГИС приложението ArcGIS и картиране на засегнатите площи.

Чрез гореописания подход е обработен целият изследван терен и площите с карбонатна минерализация са очертани. Пример за разкритие на такава карбонатна минерализация е показан на изображението от фигура 2.

За да се избегнат грешки, породени от неправилно разпознаване на калкрет или объркването му с разкрития на кристалинни карбонатни скали (мрамори) е необходимо налагане на геореферирани геоложка карта. Друг начин за изключване на този тип грешки е чрез теренно заснемане на площите на почвените карбонатни образувания и на скалните разкрития от кристалинния фундамент.



Фиг. 2. Част от сателитна снимка от района на Елхово с ясно изразено "бяло петно", бележещо наличие на калкрет в почвата

Тъй като почвите и почвените образувания нямат ясно изразени граници, тяхното установяване и картиране зависи от косвени белези и до някаква степен е условно без значение дали картирането става на терена или с помощта на дистанционните методи.

В резултат на визуалното разпознаване и картиране е изготвена карта на разпространението на калкретите и карбонатните в район, включващ землищата на Елхово, Изгрев, Княжево, Трънково, Чернозем, Гранитово, Кирилово и Пчела (фиг. 3).

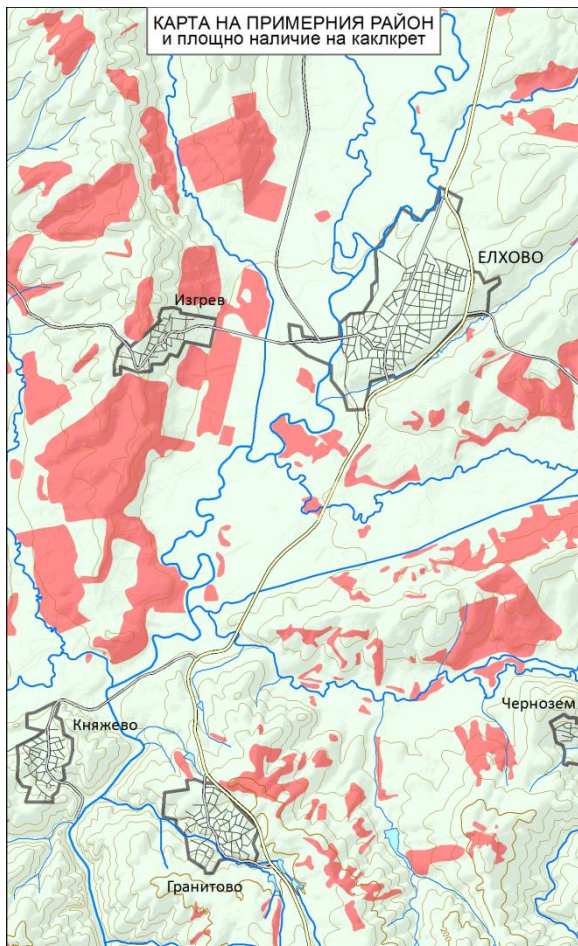
На базата на тази карта (фиг. 3) може да се изготви статистически анализ за площното разпространение на засегнатите от карбонатна минерализация почви.

Основата на картата се състои от цифров модел на релефа, създаден на базата на топографска карта (ЕТК) в мащаб 1:5000. Той е представен във вид на изолинии (хоризонтали) и светлосенки подчертаващи терена. Добавена е хидрографска мрежа от реки и езера, цифровизирани от ортофото изображенията и съпоставени с релефните форми. От същите снимки е изведена ситуацията на района, съдържаща контури на населените места и пътна мрежа. Освен за основа на картата, тези данни спомагат за пространствената навигация из района и придобиване на представа за възможният достъп и геоморфоложки характеристики в близост до разкритията на карбонатните почви.

Мултиспектрален анализ

Общи сведения за ASTER

Вторият метод за дистанционно картиране е чрез мултиспектрални сателитни изображения и в частност тези получени от ASTER. С негова помощ може да се получи количествена представа за интензивността на карбонатната минерализация в почвите. През последните няколко години използването на тези данни се е увеличило многократно, поради тяхната сравнително ниска цена, широко покритие и уникална чувствителност по отношение на минералите свързани с хидротермална промяна.



ЛЕГЕНДА

- Разкрития на карбонатни образувания в почвената покривка
- Основни и главни контури на релфа
- Автомобилни пътища
- Контур на населено място
- Водни площи
- Речна мрежа

Фиг. 3. Карта и легенда към нея на част от изследвания район в мащаб 1:80 000. В нея са включени топографска основа, ситуация и наличие на калкретизирани почви, определени при визуалният оглед

ASTER представлява изследователски инструмент, изстрелян на НАСА сателита Тера през декември 1999. Представлява сензорна система с уникална комбинация от широк спектър на покритие и висока пространствена резолюция. ASTER апаратурата има три спектрални канали във видимия близко инфрачервен (VNIR), шест канала в късовълновия инфрачервен (SWIR), и пет канала в термалния инфрачервен (TIR) региони. ASTER също така притежава насочен назад VNIR обектив, така че стереоскопските изображения притежават 15 m резолюция. Инструментът е бил построен да обслужва различни

сфери на науката като например, изследване динамиката на растителността и екосистемите, мониторинг на рискови райони, изследване на почвите, геологията, хидрогеологията, климатологията (Gozzard, 2006). Псевдо оцветените композитни изображения и отношенията между каналите на ASTER са много полезни за геоложко и почвено картиране, особено за разпознаването на скали и видове хидротермални изменения (Yamaguchi and Naito, 2003).

Обработка на данните

Обработени са данните от една ASTER Level 1B сцена, от която са получени композитни изображения за изследвания район. Направено е пространствено привързване и орторектификация на изображенията.

Използвано е засилване на спектралните различия между каналите на ASTER, с цел да се съставят прости отношения по между им. Тези отношения позволяват засилване на спектралния контраст. Различните повърхности имат различни отражателни и сорбционни особености при различни дължини на вълните. Също така повърхностите имат абсорбционни характеристики при определени дължини на вълните (фиг. 4). Абсорбционната диференциация се установява чрез отношенията между каналите (Hartemink, 2006).

Каналите в късовълновия регион SWIR (с 30 m пространствена резолюция) са полезни за анализ на почви и литоложко картиране, както и за характеризирание на карбонатни минерали (Yamaguchi, Naito, 2003). В настоящето изследване за разграничаване на карбонатните минерали е използвано отношението между (7+9)/8 канали от SWIR региона (Gozzard, 2006).

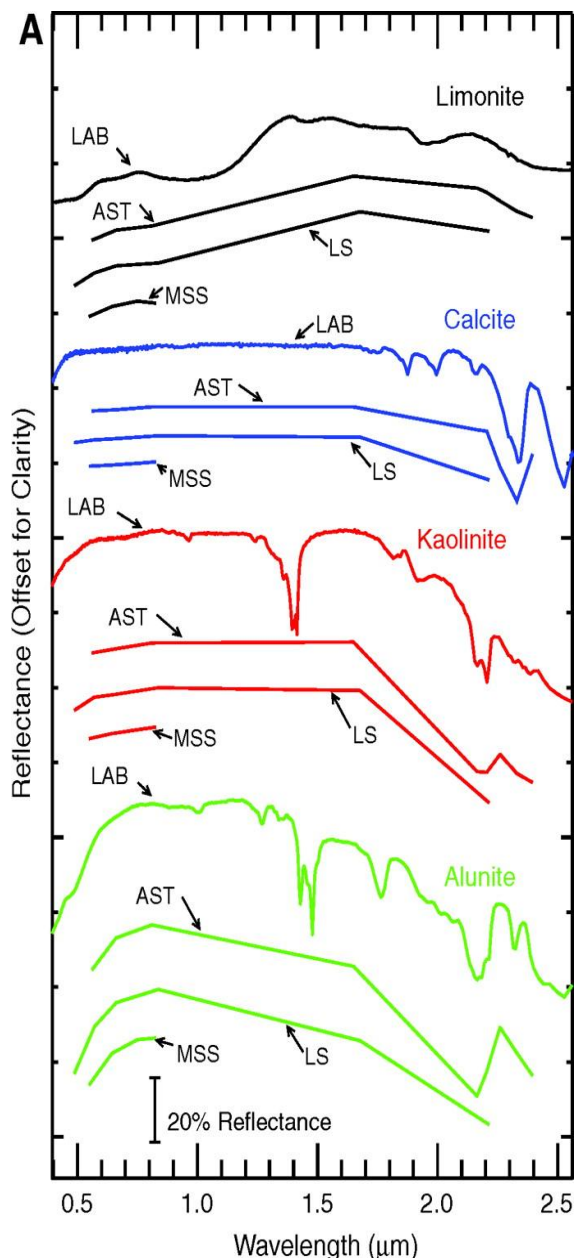
Направено е пространствено привързване и орторектификация на изображенията, като е работено в UTM Северна зона 35, WGS-1984.

Предварителната подготовка на изображенията включва обединяване на спектралните канали и геореферирание (ASTER Reference Guide Version 1.0. 2003).

Маскиране на обекти

Високостеблената растителност, водните обекти и облаците скриват земната покривка, поради което за покритите площи получената спектрална информация може да доведе до известни грешки. За да се избегнат грешките, скритите райони е необходимо да се изключат от анализа. За тази цел са извършени софтуерни операции за "маскиране" на тези обекти. Изключването на споменатите площи е необходимо и с цел да се съкрати времето за обработка, както и за да се фокусира върху изследвания район.

За маскиране на водните участъци, най-добри резултати се получават в трети канал на близкия инфрачервен регион (NIR), а за маскиране на растителността е използвано отношението между 2-и и 3-и канал на близкия инфрачервен регион. За разграничаване на водните обекти е използвана хистограмата на трети NIR канал, като е определена граничната и стойност (Gozzard, 2006). На (фиг. 5) е показана приложената обобщена маска за водните площи и растителността в изследваната площ.



Фиг. 4. Пример за отражателната абсорбционна характеристика при лимонит, калцит, каолинит и алунит при мултиспектрални изображения от ASTER, Lansat Thematic Mapper (Mars, Rowan, 2006)

Класификация на спектрите

С помощта на вече получената маска на изображението и съотношение между (7+9)/8 канали (Gozzard, 2006) на сателитната снимка ASTER можем да направим класификация на спектралното отражение за търсените от нас високи карбонатни стойности в почвата на изследвания район (фиг. 5).

Резултатът от спектралната класификация е наложен върху вече готовата топографска карта на примерния район. Чрез нейна помощ получаваме информация за площите с най-високо съдържание на карбонати измерени с помощта на софтуерния пакет за спектрални анализи ENVI.



Фиг. 5. Сателитно изображение на примерния район с наложена маска за изключване на районите с високостеблена растителност, облаци и водни обекти. Площите с липсваща информация са именно изключените от маскирането обекти.

Изводи

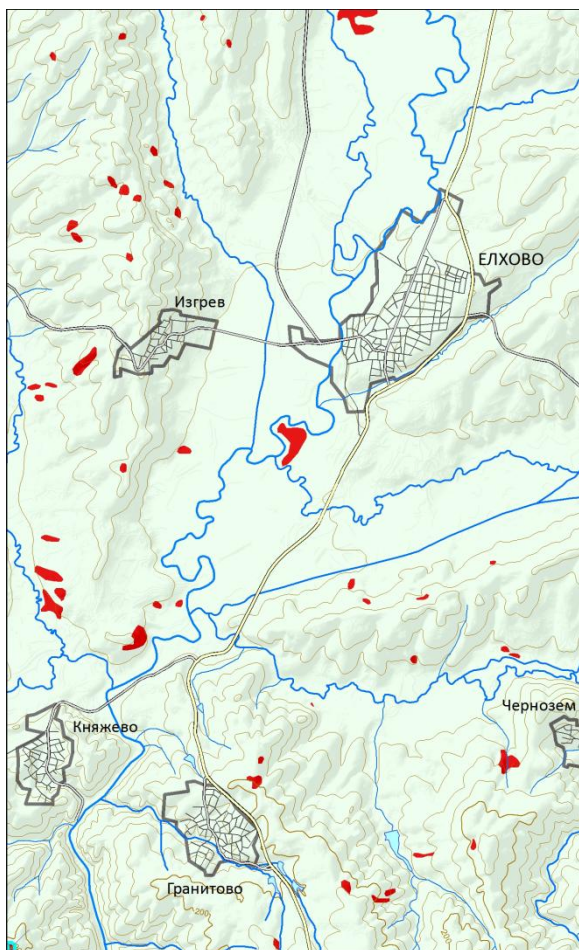
Резултат от статистическия анализ за площно разпространение на карбонатните почви и калкритите от примерния район показва, че от 140,851 km², засегнатите земи са 23,747 km².

В проценти стигаме до извода, че засегнатите обработваеми почви са 16.860%.

Спектралният анализ на почвата с помощта на сателитни изображения ASTER позволява да се извлекат предполагаемите площи с най-висока алкалност за района. Разбира се тези резултати трябва да бъдат последвани от теренни изследвания с цел да бъдат измерени геохимичните параметри на установените обекти с цел интерполация на резултатите и калибриране на дистанционните данни.

За цялата изследваната територия от тракийската низина може да се каже, че процента на висококарбонатните почви е близък до тази на примерния район (15,420%). Очевидно засегнатите от карбонатна минерализация площи са много големи. Различните селскостопански култури понасят различно алкалните

условия свързани с карбонатните минерали. На пример, пшеницата вирее при по-ниска алкалност, докато слънчогледа и рапицата имат широк диапазон на толерантност към алкалността. Картите на карбонатната минерализация позволяват установяване на площи с различни геохимични свойства на средата, което може да се използва при планирането на сеитбооборота и избора на култури. Визуалният и спектралният дистанционни методи са високопроизводителни и могат да бъдат използвани за детайлно картиране на земеделските земи от района като в анализа се включат и други оценявани параметри напр. железистост, оводненост и т.н.



ЛЕГЕНДА

- Разкрития на карбонатни образувания в почвената покривка
- Основни и главни контури на релфа
- Автомобилни пътища
- Контур на населено място
- Водни площи
- Речна мрежа

Фиг. 5. Топографска карта на примерния район, с наложени данни за площите с най-високо съдържание на карбонати. Класификацията е извършена между $(7+9)/8$ канали след прилагане на спектрална маска, изключваща районите с високостеблена растителна покривка, водни обекти и облаци.

Благодарности. Изследванията са финансирани от проект Д002 89/13.12.2008 г. към фонд "Научни изследвания".

Литература

- Димитров, И., Съчков, Д., Вълчев, Б., Василева, К. 2010. Геохимична характеристика на калкретизираните площи от Тунджанското понижение, Югоизточна България.– *Сп. Бълг. геол. д-во*, 71, 1-3, 25-40.
- Колева-Рекалова, Е., Димитров, И., Е. Анастасова, Е. 2010. Седиментоложка характеристика на калкрети от ЮИ България.– *Год. МГУ*, 53, Св. I – геол. и геофиз., 80-85.
- Alfred E. Hartemink Alex McBratney Maria de Lourdes Mendonca-Santos, 2006, Wageningen, Digital Soil Mapping with Limited Data, 445 p
- ASTER Reference Guide Version 1.0.2003. Earth Remote Sensing Data Analysis Center
- Dimitrov, I., Panayotova, M., Sachkov, D. 2009. Calcrete in southeast Bulgaria – a study in progress. – In: Proceedings of 9th Int. Multidisciplinary Sci. Conf., SGEM 2009, 457-465.
- Gozzard, J. R., 2006, IMAGE PROCESSING OF ASTER MULTISPECTRAL DATA
- Mars, J. C., Rowan, L. C. *Geosphere* 2006; 2:161-186
- Yamaguchi, Y., Naito, C., 2003. Spectral indices for lithologic discrimination and mapping by using the ASTER SWIR bands. *INT. J. REMOTE SENSING*, vol. 24, 4311 – 4323.