

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЕОИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОЦЕНКА НА ЩЕТИТЕ И ПОСЛЕДИЦИТЕ ОТ ГОЛЕМИЯ ПОЖАР В РАЙОНА НА Х.МАЛЪОВИЦА, РИЛА ПЛАНИНА

Александър Гиков, Петър Димитров

Институт за космически изследвания - Българска академия на науките
e-mail: gikov@mail.space.bas.bg, petarkirilov@mail.bg,

Ключови думи: горски пожари, Рила планина, МКФ-6

Абстракт: Чрез картографиране и анализ на промените в земното покритие в района на големия пожар при х. Малъовица са представени измененията, настъпили след пожара за 20 годишен период. За целта са използвани аероснимки от 1988 г. и сателитно изображение от QuickBird 2 от 2007 г. Допълнително са обработени и 5 кадъра, заснети с камерата МКФ-6 през 1977 г. С цел цифрова орторектификация, за първи път в България е направен опит да се дефинира модела на камерата МКФ-6 и да се въведе в софтуерния пакет LPS.

За картографиране на земното покритие е използвана широкоразпространената номенклатура на CORINE Land Cover, но на четвърто ниво. Площта, засегната в различна степен по време на пожара от 2000 г., в план възлиза общо на 363 ha. Поради планинския релеф реалната площ на повърхността е малко по-голяма 397 ha. Във връзка с естествените процеси на възстановяване в бъдеще може да се очаква, че монолитният ареал на пожарището (3341 по CLC) ще се диференцира на няколко други типове земно покритие.

APPLYING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES TO ASSESS THE DAMAGES AND EFFECTS OF THE GREAT FIRE IN THE AREA OF THE MALYOVITSA HUT, RILA MOUNTAIN

Alexander Gikov, Peter Dimitrov

Space Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: gikov@mail.space.bas.bg, petarkirilov@mail.bg,

Keywords: wild fires, Rila Mountain, camera MKF-6

Abstract: Changes after the big fire of 2000 near the Malyovitsa hut in the Rila mountain are presented by analyzing and mapping land cover changes over a twenty-year period. Aero photos of 1988 and a Quick-Bird 2 satellite image of 2007 are used. Additionally, 5 frames from the MKF-6 multispectral camera of 1977 are processed. In order to orthorectify the images, an attempt is made to define the MKF-6 camera model and use it for the first time in Bulgaria in the LPS software package.

In mapping land cover, the fourth level of CORINE Land Cover (CLC) classification system is used. The area affected to some degree by the fire amounts to 363 ha (planimetric area). The actual surface area is somewhat larger - 397 ha, because of the rugged terrain. As a result of the natural regeneration processes, disintegration of fire scar (class 3341 according to CLC) to several other land cover types may be expected in future.

Въведение

През сухото и горещо лято на 2000 г. в България са регистрирани близо 1500 горски пожара, което е рекорд според статистическите данни на Главна дирекция "Пожарна безопасност и спасяване" на МВР [1]. Повечето от тези пожари са в равнинната и нископланинска част на страната, където температурите са много високи. От пожари обаче не са пощадени и високопланинските части. Само в Рила през август 2000 г. има няколко пожара. Най-значителният от тях е този, обхванал клековия субалпийски пояс в близост до х. Малъовица. В резултат на него една значителна територия променя значително земното си

покритие. Въпреки значимостта на проблема, досега няма научни разработки за площно картографиране на промените, а са разгледани само някои геоморфоложки въпроси, свързани с ефекта от пожара [2].

Цел на доклада е да се картографират и анализират промените в земното покритие в участък на северния макросклон на Рила планина между реките Мальовица и Долна Прека река за 20 годишен период. За тази цел са използвани самолетни и сателитни снимки, обхващащи този период, с пространствена разделителна способност не по-голяма от 1 метър.

История на пожара

По сведения от бюлетина на ситуационния център към Постоянната комисия за защита на населението при бедствия, аварии и катастрофи при Министерски съвет пожарът над х.Мальовица възниква на 23 август 2000 г [3]. Не може със сигурност да се каже каква е причината, дали се дължи на небрежност или е плод на зла умисъл, но със сигурност се знае, че метеорологичната обстановка е благоприятствала появата на пожари.

Лятото на 2000 г е много сухо и горещо. През юни валежите в станциите София и Мусала са едва на половина от нормата. Те още намаляват през следващите месеци, като в станция Мусала за месец юли те са 18%, а през август едва 17% от нормата. В станция София те са съответно 23% и 5%. През месец август най-високата температура е отбелязана точно на 23-ти – станция Черни връх (най-близка като височина станция аналог – 2286 m н.в.) 19°C, на Мусала (2925) 16,4°C, а в София 37,1°C [4]. Трябва да се отбележи, че това не е единичен горещ ден, а максимумът на неколкодневен горещ период. Пикът в максималните температури идва в резултат на постоянното им увеличаване, започнало от 17 август. Ако се приеме, че вертикалният температурен градиент на 23-ти във високотпланинската зона е бил 0,4°C на 100 m, то на височина около 1900 – 2000 m температурата е превишавала 20°C. Всичко това показва, че рискът от възникване на пожари е бил висок.

Пожарът започва на 23 август 2000 г. след обед в недостъпен район над х. Мальовица. Отначало в гасенето участват само 10 служители на лесничествата и 20 местни жители. В следващите дни се включват пожарникари, екипи на Гражданска защита и военнослужещи, като постепенно общият брой на огнеборците на 27-ми август достига 470 души. Поради планинския терен автомобилите на пожарната не могат да достигнат до пожара. От 24-ти в гасенето участва и хеликоптер на ВВС МИ-17, а в отделни дни от пожара помагат и 2-3 селскостопански самолета. Чрез изсичане на просеки е постигнато ограничаване на разпространението на пожара. На 27-ми огнището е локализирано, но на следващия ден пожарът се възобновява. Постепенно пожарът е овладян. Остават три огнища, които се доизгасяват и наблюдават, броят на огнеборците се редуцира до 150 души. На 30 август е обявено, че пожарът е загасен. На 1-ви септември обаче излиза много силен вятър, който възобновява пожара. В следващите дни вятърът значително намалява и в бюлетина на ситуационния център от 4-ти септември се казва, че на територията на страната няма действащи пожари [3].

Етапи на работа

Осигуряване на изображения с много висока разделителна способност. В секция „Дистанционни изследвания на Земята“ при ИКИ-БАН има архивни аероснимки на района, отразяващи състоянието на земното покритие преди пожара от 2000 г. Във връзка с изпълнението на договор с фонд Научни изследвания за развитие на научна инфраструктура „НИК-03/2007“ всички хартиени снимки и по-голямата част от негативите в архива бяха сканирани и каталогизирани. Не разполагахме с изображение, заснето след пожара. Затова беше закупена част от сцена от QuickBird 2 със средства по същия договор. Изображението е много качествено, без никакви облаци, с дълбочината на цвета 11 бита, заснето на 16 август 2007 г. Предпочетен е „Bundle“ формат.

В секцията разполагаме с архивни материали, заснети с многозоналната камера МКФ-6. За района на Рила планина това е една тясна ивица (3,5 km), заснета на 20 октомври 1977 г. Сканирането е извършено на А3 скенер Microtek ScanMaker 9800XL с резолюция 1600 dpi. Сканирани са негативите на първите 4 канала – дължини на вълната 0,48 μm (син канал), 0,54 μm (зелен), 0,60 μm (жълт) и 0,66 μm (червен) [5]. Негативът на пети канал е дефектен, а шести въобще липсва и за съжаление нямаше възможност да го използваме.

Ивицата с цветни снимки е тясна и най-южните части от пожарището попадат извън нея. Затова решихме като базови изображения, отразяващи земното покритие преди пожара, да се ползват чернобели снимките от 1988 г., които се намират в архива на секцията. Във ВТС – Троян на високоточен фотограметричен скенер са сканирани два кадъра директно от негатива с резолюция 16 микрона (1588 dpi). Сканирането на негатива е с цел да се постигнат добри параметри при вътрешното ориентиране, тъй като хартиените контактни копия не отговарят на строгите изисквания на цифровата фотограметрия.

Синтезиране на цветни изображения от МКФ-6. Камерата МКФ-6 всъщност се състои от шест камери, обединени в общ синхронизиран агрегат. Всяка от шестте камери снима на чернобяла лента в определена част от спектъра. За да се получат цветни изображения е необходимо де се извърши операция по интегриране на каналите в един файл (layer stacking). Между спектралните изображения на всеки един от каналите няма никаква взаимна ориентация (за разлика от спектралните канали на QuickBird). Затова за да се направят цветни синтезирани изображения чрез адитивния способ първо трябва да се извърши привързване на кадрите един към друг. Първоначалният план беше да се използват деветте кръстчета, запечатани във всеки кадър, но се оказа че те не са достатъчни и се наблюдаваше разместване на цветовете. Ръчното разпознаване на допълнителни точки отнема много време. За да може да се използват около 200 точки е извършено автоматично търсене и разпознаване на точки. След приложение на полином от 2-ри порядък се получи кристално ясни изображения в реални цветове при RGB комбинация 4-2-1. Трети канал (0,60 μm) също има дефекти – малки петна, получени при надписване на кадрите на филма. По тази причина и поради факта, че изображенията ще се използват само за визуална интерпретация, решихме да се откажем от използването на трети канал.

Орторектификация. Важен въпрос за правилното геореферирание на изображенията е набавянето на земни контролни точки (GCP). За прецизна орторектификация е необходимо да се използват точки, чиято грешка е по-малка от размера на пиксела. Затова за орторектификация на снимки с резолюция под 1 m не може да се използват точки, снети от едромашабни карти, чиято точност е значително по-лоша.

При орторектификацията на самолетните и сателитни снимки са използвани точки, чиито координати са снети с едночестотен GPS приемник Magellan Mobile Mapper 6. Този апарат, макар и от по-евтините модели, има възможност за запис на сурови данни (RINEX), с чиято помощ при последваща обработка (post-processing) е възможно значително да се подобри точността. Процедира се като приемникът се поставя неподвижно и се записват RINEX данни през 30 секунди обикновено в продължение на 15 минути. С цел проверка на точността на някои важни опорни точки са направени по 2-3 измервания. Резултатите показват, че при открит хоризонт (на било) и сигнал от 8-10 спътника, след последваща обработка точността е в рамките на половин метър. Считаме, че тази точност е достатъчна и отговаря напълно на целите на цялостното изследване.

Обикновено за земни контролни точки (GCP) при орторектификация се използват антропогенни обекти. Те имат геометрични форми и ясни ръбове и ъгли, които лесно се разпознават на изображенията. В планината обаче такива обекти са рядкост и по-често те са разположени в долините. Троговите долини в Рила обикновено са много дълбоки и GPS приемникът улавя сигнала само на 4-5 сателита, което значително намалява точността. На билото се хваща сигнала на 8-10 сателита и точността е много по-добра, но няма подходящи обекти, които да бъдат използвани за земни контролни точки. За да се получи едно сравнително равномерно разпределение на тези точки, сме използвали и природни образувания, които ясно се разпознават на снимките. Например скален блок, разположен в езеро, близо до брега. При размер 1,5x1,5 m той се изобразява на снимките като малка светла точка на тъмен фон – водната повърхност. Близостта до брега улеснява достъпа до него. По време на теренната работа през лятото на 2009 г. са събрани 20 земни контролни точки, които са използвани при орторектификацията на аеро-космическите изображения. За корекция по време на последващата обработка е използвана перманентната станция SOFI, отдалечена на около 34-35 km. Данните са свободно достъпни в интернет [6].

Орторектификация на QuickBird изображение. Моделът на сензора QuickBird 2 е дефиниран в софтуерния пакет ERDAS Imagine. При използване рационалните полиномиални коефициенти (RPC file,) може да се постигне висока прецизност дори при ограничен брой опорни точки [7]. Въпреки това, с оглед планинския характер на релефа са използвани общо 15 точки – 9, като земни контролни точки (GCP) и 6, като точки за проверка на точността (check points). Разпознаването на точките е направено на панхроматичния канал с резолюция 60 cm, след което референтните точки са запазени като файл и приложени за спектралните канали с резолюция 2,4 m. Орторектификацията е извършена като единичен кадър, а за цифров модел на релефа е използван DEM с размер на клетката 30 m. Като референтна координатна система е зададена UTM зона 34.

В табл.1. са показани резултатите при орторектификацията на QuickBird изображението. Вижда се, че грешката при опорните точки е в рамките на 1-2 m, а при точките за контрол на точността малко по-голяма – до 2,5 m. Това вероятно се дължи на факта, че за такива точки са използвани по-малко надеждни точки – в дълбоката долина на р.Мальовица или с по-големи разлики между различните измервания. Все пак по-важно е да се направи прецизна орторектификация, отколкото да се получат малки статистически стойности на грешката.

Считаме, че постигнатата точност на орторектификацията е напълно приемлива за планинска територия с разчленен релеф.

Табл.1. Орторектификация на QuickBird изображението

Изображение	Мерна единица	Опорни точки (GCP) - 9 бр.			Точки за проверка (Check points) - 6 бр.		
		x residual	y residual	RMSE	x residual	y residual	RMSE
QuickBird панхроматичен канал 0,6 m	пиксели	1.66	1.86	2.50	2.90	2.60	3.90
	m	1.00	1.12	1.50	1.74	1.56	2.34
QuickBird спектрални канали 2,4 m	пиксели	0.43	0.86	0.96	0.70	0.88	1.12
	m	1.04	2.06	2.30	1.67	2.11	2.69

Орторектификация на аероснимки от рамкова камера. Екипът има известен опит при обработка на аероснимки [8], затова те са обработени чрез съвместно снопово-блоково изравнение при триангулацията. Заснемането е извършено на 8 юли 1988 г. с камера Wild RC-10 с фокусно разстояние 152,77 mm и размер на кадъра 23 x 23 cm. При височина на полета 7,6 -7,9 km всеки кадър обхваща площ приблизително 75-80 km² (квадрат с размер 8,6-8,9 km). Изследваният район е със значително по-малък обхват и изцяло се изобразява на два кадъра (стерео двойка), които са подложени на обработка. За тази цел е създаден малък фотограметричен блок, включващ двата кадъра (фиг.1). Не разполагаме с калибровъчните данни за тази камера, затова вътрешното ориентиране е направено с параметри по „default“ – четирите рамкови марки са разположена на по 106 mm по x и по y от главната точка. Въпреки това, резултатите от вътрешното ориентиране са много добри – средноквадратичната грешка е едва 0,15 пиксела (или 2,45 микрона) за единия кадър и 0,16 пиксела (или 2,59 микрона) за другия. По всяка вероятност това се дължи на сканирането на негатива на високоточния скенер във ВТС.



Фиг. 1. Разположение на опорните и точките за проверка на точността на аероснимките от рамковата камера Wild Rc-C-10

При аеротриангулацията са използвани 9 опорни точки (GCP), 8 точки за проверка на точността (Check points) и значително повече свързващи точки (TP) за взаимна ориентация на двата кадъра – 105. Резултатите от блоковата триангулация на аероснимките са показани в табл.2. Сумарната средна грешка е малка – под един метър (0,76 m). Стойността на грешката по z е значително по-голяма (7,6 m), но целта е създаването на ортофотоплан, а не извличане на цифров модел на терена от стерео двойката.

Табл.2. Резултати от блоковата триангулация на аероснимките

Изображения	Средно-квадратична грешка (m)	Опорни точки (GCP)				Точки за проверка (Check points)				Свързващи точки (TP)
		брой	средна грешка (m)			брой	средна грешка (m)			
			x	y	z		x	y	z	брой
чернобели снимки 1988 г. камера - Wild RC-10	0.76	9	0.9	2	7.6	8	0.7	0.9	6.7	105
цветни снимки 1977 г. камера - МКФ-6	1.88	6	2.8	1.7	9.7	3	3.5	4.0	1.9	152

Орторектификация на аероснимки от МКФ-6. Работата с кадрите от МКФ-6 беше значително по-сложна. Първо защото това не е стандартна фотограметрична камера, за която

има готов или поне приблизителен модел в софтуера LPS. Второ защото дори в литературата сведенията за нея са оскъдни. В публикациите [5, 9] отпреди трийсет години се посочва само размера на кадрите (55 x 81 mm) и фокусното разстояние на обектива – 125 mm, без данни за десети и стотни от милиметъра. Това е поради факта, че всъщност камерата се състои от 6 обектива и е възможно помежду им да има минимални различия – до 5 μm [9]. Понеже не е рамкова камера, няма и рамкови марки. Пробвахме за такива да ползваме деветте кръстчета, чието предназначение е напасването на каналите при аналоговото синтезиране на цветни изображения. Не открихме и никакви данни за отстоянието на кръстчетата от главната точка. Затова решихме да получим тези данни по емпиричен път. Направихме измервания на тези параметри на няколко сканирани кадъра и след това с осреднените стойности създадохме модел на МКФ-6 в LPS като вариант на метрична камера. Резултатите от вътрешното ориентиране не са толкова добри като на черно-белите снимки – грешката варира от 0,87 до 2,2 пиксела. Причината е че при синтеза на каналите сме използвали и полином от 2-ра степен. Това променя първоначалната геометрия на негатива, но в противен случай образът би бил



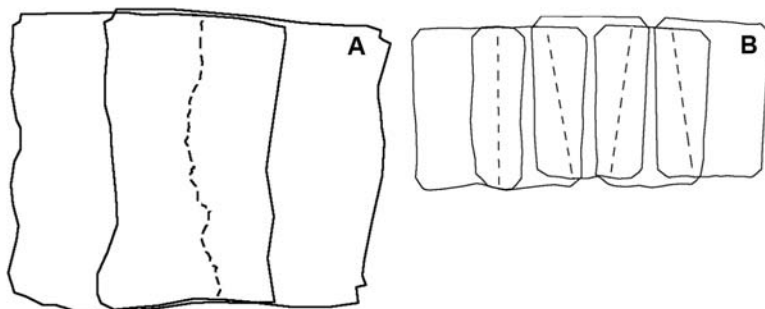
раздвоен, което е по-лош вариант. Тези стойности на грешките при вътрешното ориентиране са приемливи за нашите цели.

Фиг. 2. Разположение на опорните и точките за проверка на точността на аероснимките от камера МКФ-6

Основен проблем при работата с МКФ е, че кадърът е много малък и тесен. Затова трудно

се разпознават както опорни точки, така и свързващи точки. В добавка, при конкретното летене не е изпълнено изискването при заснемане на фотограметричен блок съседните кадри да се застъпват 60%, а те се припокриват само 50%. Това не позволява използването на функцията за автоматично генериране на свързващи точки, което от своя страна многократно увеличава времето за обработка на МКФ кадрите. Затова всичките 152 свързващи точки са разпознати ръчно. Средната грешка на опорните точки от триангулацията по x е 2,8 m, по y 1,7 m, а по z значително по-голяма – 9,7 m (Табл.2). Грешките от точките за проверка са малко по-големи. Като цяло резултатите от триангулацията на петте кадъра от МКФ-6 са по-лоши от тези от RC-10, но предназначението им не е да бъдат използвани като изображения за дешифриране, а само да подпомогнат интерпретацията на снимките от 1988 г.

Мозайкиране. За да се съединят отделните кадри в едно цяло ортоизображение е необходимо да се извърши мозайкиране. Свързващите шевове за кадрите от МКФ-6 са прокарани автоматично като е използван алгоритъма „most nadir seamline”, а между двата кадъра от 1988 г. шевът е прокаран по Горна Прека река (Фиг.3). За да не си личат местата на свързване са използвани функциите за цветови баланс чрез изравняване по хистограми и



постепенно преливане (feathering). Изходните ортофото планове са в координатна проекция UTM зона 34, а размерът на пиксела е редуциран от 0,67 m (за RC-10) и 0,69 m (за МКФ-6) на 1 m.

Фиг. 3. С пунктир са представени линиите на шевовите на свързване при мозайкиране на кадрите от 1988 г – А и 1977 г – В

Pan-sharpening. Тази техника на сливане на изображения с различна пространствена разделителна способност е известна и с други термини като, *merge* и *fusion*, а в руската литература и като *синергизъм* [10]. Тя придоби особена популярност в последното десетилетие

и се ползва като стандартна при обработка на сателитни изображения с много висока разделителна способност. Причината е, че за да се пести обем, повечето сензори не снимат във всички канали с най-високата възможна резолюция, а само в един – панхроматичен канал. Размерът на пиксела в този канал често е четири пъти по-малък от този на пикселите в спектралните канали или някакъв размер, който е кратен на размера в спектралните канали. Това се прави с цел да се намали огромното количество информация, което е необходимо за записване и предаване на данните към наземната станция. След преобразуването (*sharpening*) се получава цветно изображение, което притежава високата детайлност на панхроматичния канал. Съществуват редица методи за преобразуване и сливане: на Главните компоненти, Multiplicative, трансформация на Brovey, IHS, HPF и други [11].

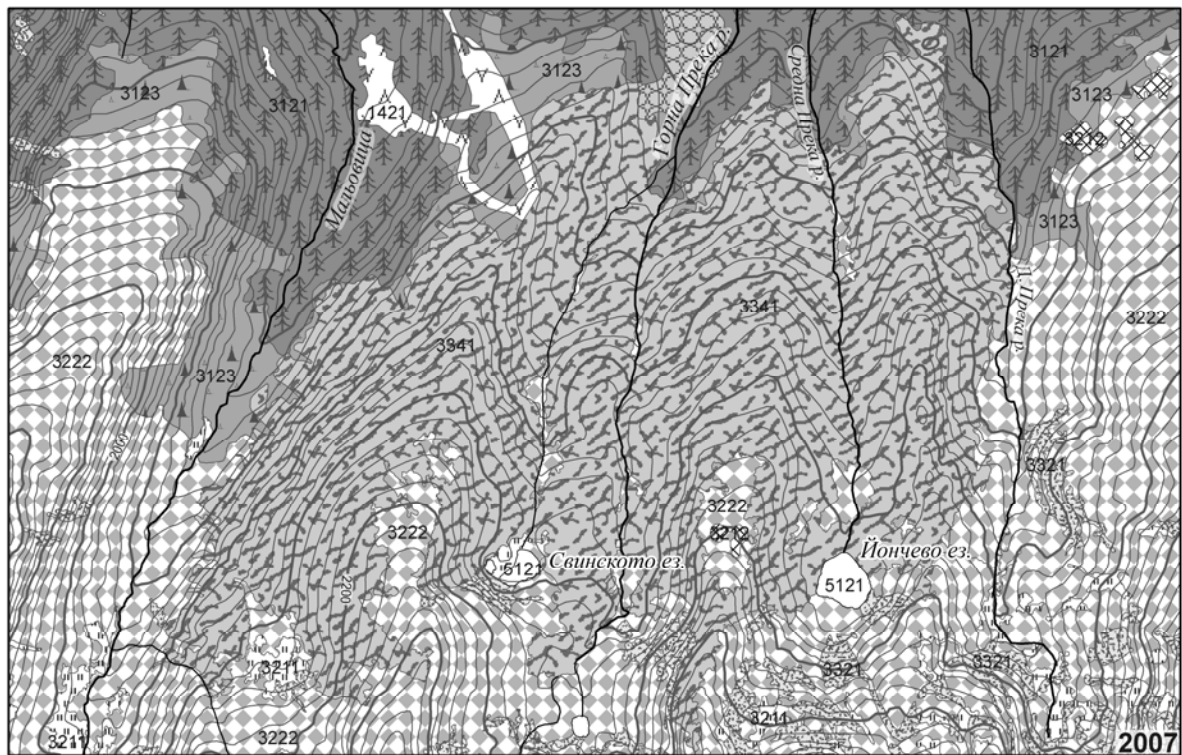
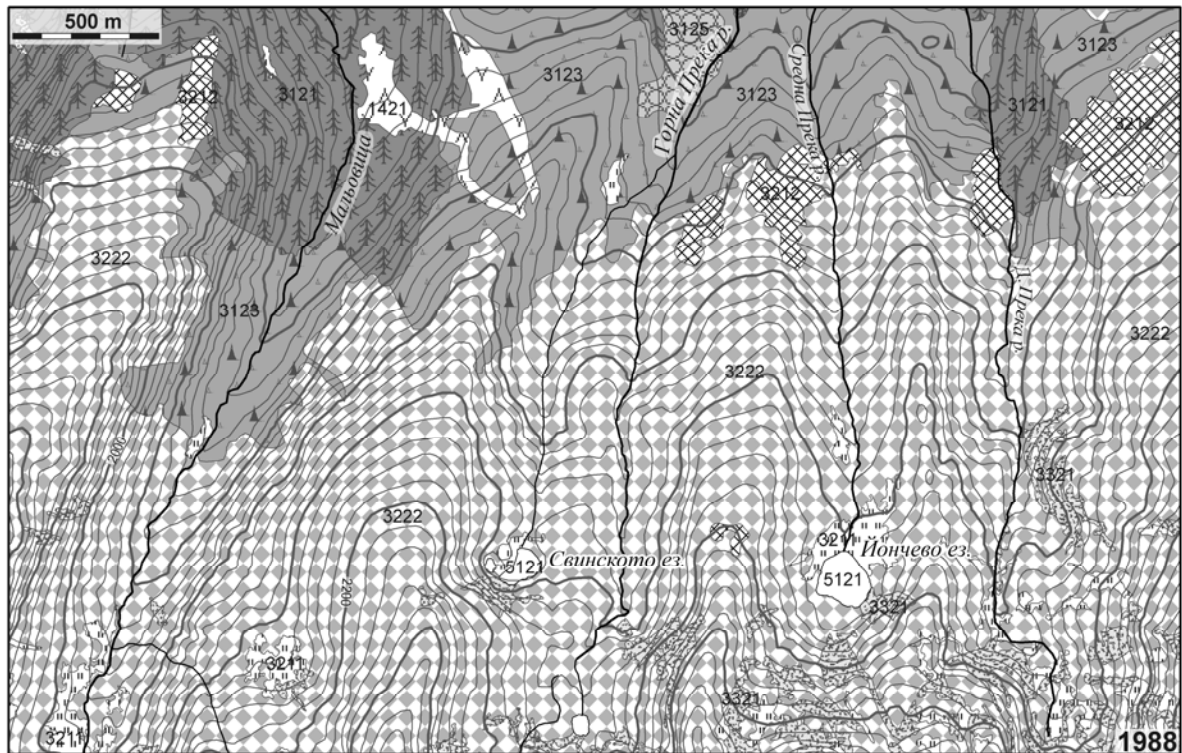
Тъй като изображението от QuickBird е поръчано като “Bundle” продукт, след извършване на орторектификация е направен „*Pan-sharpening*” на панхроматичния със спектралните канали. Въз основа на направените опити се установи, че най-добри резултати се получават при използване на алгоритъма Gram-Schmidt Spectral Sharpening в софтуера ENVI 4.6. Причината е защото има разработени конкретни модели за *sharpening* за основните VHR сензори - QuickBird, IKONOS, IRS 1, SPOT 5. В резултат е създадено изображение с 4 канала и пространствена резолюция 0,6 m, което в следващия етап е ползвано за визуална интерпретация.

Освен на изображения с различна резолюция, взети синхронно, *sharpening* е възможно да се прилага и на разновременни изображения. Такава обработка вече е извършвана в института във връзка с изпълнение на научни задачи в района на Разложката котловина [8]. Важно условие е двете изображения да са прецизно орторектифицирани. За да се получат добри резултати е желателно те да са заснети в една година и един сезон. Това важи с по-голяма сила за териториите, заети със селскостопански земи. В две последователни години една и съща нива може да изглежда по различен начин на аерокосмическо изображение, което би обезсмислило провеждането на *sharpening*. В планинските територии тези промени през годините не са така изявиени, но пречка може да се окаже закриването на някои части от облаци, което е често явление в планините. В най-високите части през различните години се наблюдава различна скорост на стопяване на снежните преспи през лятото. От една страна това се дължи на различия в температурния режим през лятото на отделните години, а от друга поради неравномерното натрупване на снега през зимата. В зависимост от посоката и силата на ветровете е възможно значително преместване на снежните маси.

За да доближим максимално двете изображения, предназначени за визуално дешифриране, опитахме да оцветим чернобялата снимка от 1988 г. За този период преди пожара единственият източник на спектрална информация, който е достъпен за нас са Landsat сцените, свободно достъпни на уеб-сайтовете, управлявани от Американската геоложка служба USGS [12, 13]. Единствената лятна относително безоблачна сцена на района (Path184, Row31) от същата година (29 юли 1988 г.) има няколко малки облаци около главното било. Първоначално беше направен опит да се направи мозайка от няколко летни сцени. Разликите в големината на снежните преспи обаче се оказаха непреодолимо препятствие

За оцветяване на чернобелите аероснимки е използвана Landsat сцена, заснета на 17 август 1986 г. Очевидно разпределението и размерът на преспите през август 1986 г. са били сходни с тези през юли 1988 г. При обработката (*sharpening*) отново е използван алгоритъмът на Gram-Schmidt в ENVI, като са изпробвани различни модели: за QuickBird, Ikonos, включително и за Landsat 7. Последният обаче е разработен за *sharpening* на спектралните канали на сензора ETM+ с панхроматичния му канал, с размер на пиксела 15 m. Вероятно затова по-добри резултати се получаваха при използване на модела за Ikonos. Разликата в размера на пиксела при спектралните канали (30 m) и панхроматичния (1 m) е твърде голяма. Затова резолюцията на финалното изображение е редуцирана до 3 m – приблизително каквато е резолюцията на спектралните канали на QuickBird.

Интерпретация и картографиране. Интерпретацията на обработените изображения е направена визуално. За картографирането на земното покритие е използвана широко разпространената номенклатура на CORINE Land cover. Тъй като използваните изображения са с много висока пространствена резолюция може да се постигне значително по-голяма детайлност. Затова взехме решение да използваме четвърто ниво на номенклатурата, разработена от международен екип [14]. Освен високата резолюция на снимките, друга важна причина е, че един от основните типове земно покритие в субалпийския пояс на Рила, този с плътна покривка от клек (*Pinus mugo*), при използване на трето ниво се картографира като клас 322 – (Moors and heathland), който обединява различни като произход съобщества с ниска растителност [15]. На четвърто ниво клекът е отделен в самостоятелен клас – 3222 “Dwarf pine” [14]. На фиг. 4 са представени резултатите от визуалното дешифриране на земното



Фиг. 4. Карти на земното покритие през 1988 и 2007 г.

Кодове на класовете земно покритие по CORINE Land cover четвърто ниво: **1421** – спортни съоръжения (ски писти); **3121** – иглолистни гори с непрекъснато покритие; **3123** – иглолистни гори с прекъснато покритие (преходна зона); **3125** – горска култура от иглолистни видове; **3211** – естествени тревни площи без дървета и храсти; **3212** – естествени тревни площи с дървета и храсти; **3222** – клек; **3321** – голи скали (предимно сипеи); **3341** – опожарени територии; **5121** – естествени водни тела (гласиални езера)

Табл. 3. Планиметрични полци на типовете земно покритие на изследвания район през 1988 и 2007 г.

описание	код	1988 г.		2007 г.	
		ha	%	ha	%
Спортни съоръжения	1421	11,4	0,9	11,5	0,9
Иглолистни гори с непрекъснато покритие	3121	148,4	11,8	239,9	19,2
Иглолистни гори с прекъснато покритие	3123	205,0	16,4	78,6	6,3
Горска култура от иглолистни видове	3125	10,1	0,8	10,1	0,8
Естествени тревни площи без дървета и храсти	3211	36,7	2,9	31,6	2,5
Естествени тревни площи с дървета и храсти	3212	37,8	3,0	3,2	0,3
Клек	3222	738,6	59,0	450,2	35,9
Голи скали	3321	61,0	4,9	60,9	4,9
Естествени водни тела	5121	3,8	0,3	3,8	0,3
Опожарени територии	3341	0,0		362,9	29,0

покритие за 1988 и 2007 г. На картата на земното покритие през 1988 г. клас 3341 опожарени площи въобще не съществува. Общата площ на пожарището възлиза на 363 ha в план. Поради планинския характер на територията реалната площ на повърхността е с десетина процента по-голяма или 397 ha. В следствие на пожара от август 2000 г. огромна част от клас 3222 (клек) се трансформира в 3341. В значително по-малка степен са засегнати клас 3121 (иглолистни гори с непрекъснато покритие) и клас 3123 (иглолистни гори с прекъснато покритие). Интересно е да се отбележи, че едновременно с промените, причинени от пожара, се забелязват и промени, дължащи се на естественото развитие на растителната покривка. Част от площите, заети през 1988 г. от клас 3123 са се трансформирали през 2007 г. в клас 3121, т.е. разновременните снимки са запечатали момент от процеса на превръщане на преходната зона в горска, който е във връзка с повишаването на горната граница на гората. Ако се направи сравнителен анализ на площите преди и след пожара (табл.3) се вижда, че площите, покрити с клек са намалели от 59% на 36% - т.е. с 23% и това се дължи на пожара – който заема 29% от площта на изследваната територия през 2007 г.

Развитие на високопланинските комплекси и възстановяване на растителната покривка след пожара

По време на пожара не е имало еднакво и равномерно изгаряне навсякъде. В някои участъци при пожара освен клекът е изгорял и хумусният хоризонт на почвата, понеже планинските почви съдържат значително количество слабо разложени органични остатъци, които са представлявали гориво по време на пожара. На тези места в последствие почвата е била подложена на значителна ерозия и там възстановяването на растителността е затруднено. На други места въздействието на огъня е било значително по-слабо. В долината на Горна прека река под Свинското езеро например има запазени „острови“ с оцелял клек. Там поради слабия наклон реката тече бавно и образува мочурливи участъци. Вероятно влагата е възпрепятствала разпространението на огъня. Такива острови служат като центрове на разпространение на растителността.

Тревната растителност като по-гъвкава и лесно възобновима още на следващата година започва възстановяването си. Въз основа на теренните наблюдения може да се каже, че тя вече напълно е възстановила ареала си и на терен дори не може да се установи до къде е стигнал пожара в тревните участъци (фиг.5). Наблюдава се обаче значителна промяна на видовия състав. В огромни площи от бившето пожарище широко разпространение е намерила теснолистната върбовка (*Epilobium angustifolium* L). Тя е характерен пионерен вид, заемащ бързо опожарени площи в бореалната зона. Изобилното и разпространение след пожар е причина за името на английски (fireweed), което би могло да се преведе като пожарен бурен.

В по-ниските части, в близост до горната граница на гората, са се появили други пионерни видове. Особено изобилно разпространение в долината под Йончево езеро е придобила ивата (*Salix caprea* L). Други дървесни видове, заели нови площи след пожара, са брезата (*Betula pendula* Roth) и трепетликата (*Populus tremula* L), но тяхното участие в новите съобщества е значително по-спорадично, отколкото на ивата. След пожара на отделни места се срещат още малина (*Rubus idaeus* L), офика (*Sorbus aucuparia* L) и други видове. Не се забелязва обаче възстановяване на формацията на черната боровинка (*Vaccinium myrtillus* L), която е типичен подлес под клека (*Pinus mugo* Turra). Още по-бавно може да се очаква че ще протича възстановяването на самия клек.



Фиг. 5. Поглед към източния бряг на Йончево езеро през 2000 г и 2009. Следите от пожара в тревните площи са напълно заличени. Въпреки че на горната снимка в клека може да се отделят места със по-голяма степен на обгаряне (тъмно сиво) и такива със по-слаба (по-светло сиво) на долната снимка през 2009 г. се вижда, че цялата клекова покривка е изсъхнала и се изобразява в светло сиво.

Заклучение

По пътя на своето естествено развитие растителната покривка в бъдеще постепенно ще се възстанови. Във високопланинските комплекси обаче това възстановяване продължава значително по-дълго време, отколкото в по-ниските пояси. Особено бавно може да се очаква този процес да протича при възстановяването на клековата покривка. Може да се прогнозира, че за пълното възстановяване ще са необходими стотици години. Именно затова екологичното значение на пожара от 2000 г. е голямо и неговите последици ще бъдат осезаеми и в бъдеще. От гледна точка на типът земно покритие, в бъдеще цялостният ареал на клас 3341 с опожарена територия ще се диференцира и тя ще се заема от класовете 3211, 3212 и 3321. В по-ниските части клас 3121 ще разширява ареала си.

На базата на опита, натрупан по време на обработката на изображенията, може да се направи следният извод. По-голямата част от времето (приблизително 80%) беше изразходвано за работа със старите аналогови материали. Този факт е красноречив за сериозния напредък в областта на дистанционните изследвания при използването на цифрови изображения.

Литература:

1. Web страница на главна Главна дирекция "Пожарна безопасност и спасяване" на МВР с адрес: http://www.nspbzn.mvr.bg/Sprav_informacia/Statistika/default.htm
2. Кънев, Г. Антропогенно и пирогенно въздействие върху релефа в района на туристически комплекс „Мальовица“. В: Сб. Док. Международна научна сесия „50 години Географски институт при БАН“. София, ноември 2000 г. с. 456-464
3. Web страница с архив на съобщения до средствата за масово осведомяване – бюлетин на ситуационния център към Постоянната комисия за защита на населението при бедствия, аварии и катастрофи при Министерски съвет: http://212.122.160.99/old/bg/gis/press_archive
4. Web страница за он-лайн климатични данни на NCDC с адрес: <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd?datasetabbv=GSOD&countryabbv=&georegionabbv=>
5. Книжников, Ю.Ф. Многозонална аэрокосмическая съемка как метод изучения природных ресурсов. В: Космическая съемка и тематическое картографирование. М. 1980. с.5-9
6. Web страница на проекта Hemus Neet: <http://www.hemus-net.org/>
7. E R D A S Imagine Tour Guides - Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2006
8. Гиков, А., К. Стефанов - Използване на аероснимки за картографиране на ландшафтите в планински територии. Сб. От втора научна конференция с международно участие СЕНС 2006. 14-16 юни 2006 г., Варна
9. Новаковский, Б. А. Фотограмметрические и картографические особенности кадровых космических снимков Земли (на примере орбитальной съемки многозональной камерой МКФ-6). Исследование Земли из космоса. №2. 1981. с. 92-96
10. Книжников, Ю. Ф., В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. Аэрокосмические методы географических исследований. М. Академия. 2004.
11. E R D A S Imagine Field Guide - Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2005
12. Web страница на USGS Global Visualization Viewer: <http://glovis.usgs.gov/>
13. Web страница Earth Explorer: <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>
14. Feranec, J., Otahel, J. 1998. Final version of the 4th level CORINE land cover classes at scale 1:50 000 (Task 4.2). Technical Report. EEA Phare Topic Link on Land Cover. Bratislava (Institute of Geography, SAS)
15. Neumann, Y., Steenmans, Ch., Croisille, G., Bossard, M. 1994. CORINE Land Cover. Technical Guide. Luxembourg (Office for Official Publications of European Communities).

Благодарности

Представеният доклад е част от дейностите, предвидени по Договор с МОН по ОП “РЧР” № BG051PO001/07/3.3-02/63/170608 с цел подпомагане на младите учени.

Осигуряването на използваните изображения е със средства от договор с МОН НИК-03/2007 “Изграждане на научно-информационен комплекс за аерокосмически полигони на територията на Р България”