



ИЗВЕСТИЯ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОГРАФСКО ДРУЖЕСТВО JOURNAL OF THE BULGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

web-site: www.geography.bg e-mail: journal.bgs@geography.bg



Егромащабно картографиране и анализ на измененията в съвременните ландшафти за 50 годишен период в ключов участък „Богдая“, Северозападна Рила

Large-scale mapping and analysis of changes in contemporary landscapes over a 50-year period in the key area "Bogdaia", northwestern Rila Mountains

Александър Гиков

Институт за космически изследвания и технологии - Българска академия на науките,
1113 София, България, ул. „Акад. Г. Бончев“ бл. 1

Alexander Gikov

Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences,
1113 Sofia, Bulgaria, Acad. Georgi Bonchev str., bl. 1

ABSTRACT

Key words:

Landscape dynamics, Landscape maps, Historical aerial photographs, Rila Mountains

Maps of contemporary landscapes for 1966, 1980, 1997 and 2016 in key area "Bogdaia" have been made by processing and visual interpretation of historical aerial photographs and recent satellite imagery. The identified changes in the study area show that there is a clear trend of increasing the area of forest landscapes and decreasing the area of grass landscapes which are of secondary origin. For the same period, the transitional forest-shrub landscapes show fluctuations without a clear trend. The restoration of natural forest landscapes is explained by the changed land use and the almost complete lack of grazing in recent years. The process of natural forest landscapes restoration is more active in the coniferous landscape belt and on slopes with northern exposure while in the lower deciduous belt and on slopes with southern exposure component it is slower.

Въведение

Ландшафтът е система от природните компоненти на дадена географска територия, която се променя във времето под влияние на природните фактори и човешката дейност. Промените са свързани с динамиката на ландшафтите и с тяхното развитие. При развитието на ландшафтите се наблюдава преобразуване на структурата им за разлика от динамиката, при която структурата на ландшафтите не се нарушава. Освен това при динамиката измененията се характеризират с периодичност и обратимост. В зависимост от продължителността, в която се затваря един цикъл се различава краткосрочна, средносрочна и дългосрочна динамика (Беручашвили, 1986). Краткосрочните състояния са с продължителност до едно денонощие. Средносрочните обхващат периоди с продължителност до една година и са свързани най-често със сезоните колебания на климата и формират сезонната динамика. Дългосрочните състояния продължават повече от една година и се определят от различни фактори, като многогодишни климатични колебания, деструктивни природни процеси (пожари, смерч, каменопад и др.), антропогенна намеса (изсичане на горите, селскостопанска дейност и т.н.) и др. Те формират многогодишната динамика на ландшафта. Въпреки посочената разлика между развитие и динамика е необходимо да се отбележи, че когато се разглежда многогодишната динамика на ландшафтите след деструктивни трансформации, трудно може да

се прокара граница между тях. Процесите на естествено възстановяване на ландшафтите могат да се приемат и като развитие на съвременните елементарни ландшафти, макар че е по-правилно да се разглеждат като многогодишна динамика, насочена към превръщането на съвременните ландшафти в потенциални.

От няколко десетилетия дистанционни методи се прилагат като надеждно средство за мониторинг на динамични процеси в ландшафта. Изображения на една и съща територия, заснети в различни години, успешно се ползват за картографиране на промените, настъпили във времето. В момента са използвани главно аероснимки поради значително по-голямата им пространствена разделителна способност, позволяваща да се проследят промените с голяма детайлност (Thie, 1974; Ilhse 1987, 1995; Tanaka and Nakashizuka, 1997; Miller, 1999; Alados et al., 2004).

Сателитните изображения обикновено имат по-ниска пространствена резолюция, но се обработват по-лесно и се отличават с по-висока времева резолюция. В началото най-често са се ползвали изображения от серията ресурсни сателити Landsat (Weismiller et al., 1977; Howarth and Wickware, 1981; Jensen, 1981; Crapper and Hunson, 1983; Milne and O'Neill, 1990; Corpin and Bauer, 1994). Освен, че това са най-разпространените и лесно достъпни сателитни данни за сушата, причина за това е, че още от началото на програмата Landsat сателитните сцени се каталогизират и предоставят по-разграфка (WRS) на практика непроменена от 1972 г. досега, кое-

то улеснява работата с тях. В началото на XXI век се появи-ха сателитни изображения с пространствена разделителна способност съизмерима с тази на аероснимките. В резултат бяха публикувани резултати от изследвания, използващи комбинация от стари аероснимки и съвременни сателитни изображения с много висока разделителна способност (Huggel et al., 2001; Laliberte et al., 2004; Necsoiu et al., 2013; Ford, 2013; Neukermans and Koedam, 2014; Shekede et al., 2015; Pironkova, 2017). Подобни изследвания са осъществявани и у нас, както чрез използване на аероснимки (Гиков, 2000), така също с помощта на сателитни изображения (Tereliev and Koleva, 2010; Dimitrov et al., 2018) и комбинация от тях (Naydenova and Jeleu, 2009; Gikov, 2010; Гиков и Димитров, 2013; Гиков, 2016).

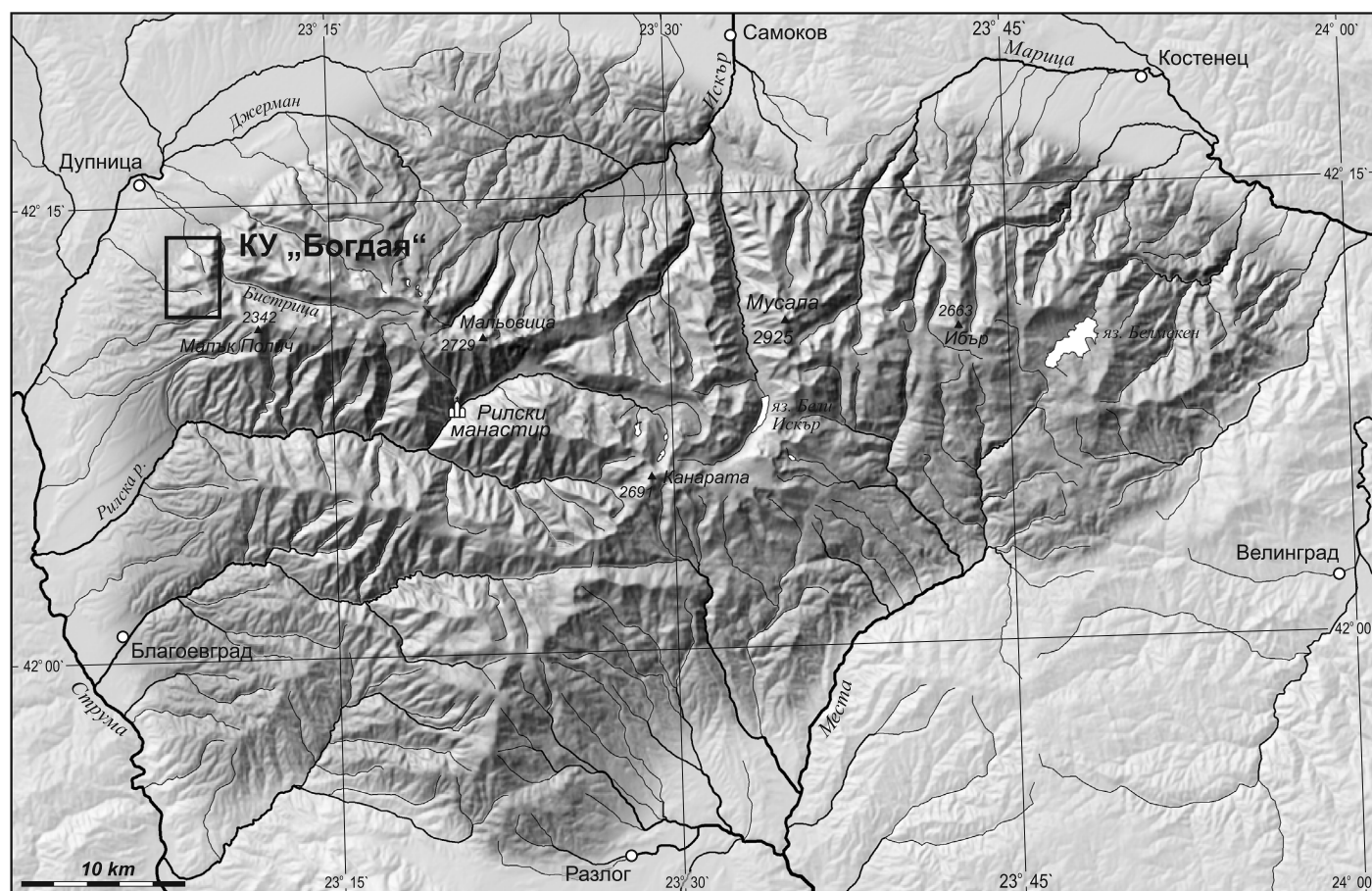
Изследването в ключов участък „Богдая“ е извършено с цел да се идентифицират и картографираат промените, настъпили в съвременните ландшафти, дължащи се на тяхната многогодишна динамика за максимално продължителен период. Заедно с това са посочени устойчивите тенденции и са анализирани причините за тях. Като източник на информация са използвани обработени архивни аероснимки и съвременни сателитни изображения, а картографирането и анализът са извършени в ГИС среда.

Изследвана територия

Ключов участък (КУ) „Богдая“ е разположен в крайните части на Северозападна Рила в близост до с. Бистрица (фиг.1). Надморската височина се колебае между 850 и 1822m при връх Богдая, на когото е кръстен ключовият участък. Площта му

е 7 km², а размерите му са 2,2 km на 3,2 km. Съгласно най-новото геоложко картиране скалите в почти цялата територия се отнасят към Ограждеската метаморфна единица (Саров и др., 2011). В района на участъка тя най-често е представена от мигматизирани биотитови, амфибол-биотитови и двуслюдени гнайси. Възрастта на скалите се приема за херцинска. Магмени скали с терциерна възраст, част от Бадинския плутон, изграждат малка площ от югозападния край на изследваната територия. В обхвата на ключовия участък са разпространени два типа и два подтипа ландшафти. Над 1400-1500 m н.в. се намира типът на хладните хумидни ландшафти в пояса на иглолистните гори. Те са формирани на метаморфна скална основа. Под тях е разположен типът на умерените хумидни и семихумидни ландшафти в поясите на буковите гори и на габърво-горуновите гори. По-голямата част от ландшафтите в пояса са формирани върху свъщата метаморфна основа, само близо до югозападния ъгъл на КУ „Богдая“ скалната основа е гранит. Както и на други места в Рила, по склонове с предимно северно изложение се намират хумидни ландшафти с едификатор обикновен бук. По склоновете с южна компонента на експозицията ландшафтите са семихумидни, а видовият състав е по-пъстър и освен горун се срещат още леска, мъждрян, обикновен габър, трепетлика, планински явор и др.

Въпреки че по-голямата част от ключовия участък се намира извън територията на Национален парк „Рила“ ландшафтите имат доста естествен природен облик. В миналото обаче те са били подложени на значителен антропогенен натиск. Дълго време районът е използван за паша на големи



Фигура 1. Местоположение на ключов участък „Богдая“ в Рила планина.

Figure 1. Location of key area "Bogdaia" in Rila Mountain.

стада – главно овце. Не е известно какъв е бил броят им, но в южната част на ключовия участък се намират местността „Влашките колиби“, където и сега личат основите на постройки. Това са били летни къщи и кошари. През по-топлите 5-6 месеца стадата са обитавали широките склонове стъпала около Влашките колиби, местностите Бешбунар, Вола и Сливарника, а през студено полугодие са били свалени. В по-далечното минало те са били местени за зимно пашуване в Беломорието. Тази полуномадска практика вероятно продължава до началото на XX в. или евентуално до края на Втората световна война, когато по политически причини е прекъсната.

За осигуряване на достатъчно пасища горските ландшафти са били унищожени на големи площи. Няма данни кога това е станало, но като се има предвид, че при теренните проучвания бяха намерени възгледи на голяма дълбочина, може да се предположи, че използването на пожари за разширяване на пасищата е започнало още в античността. В последствие постоянната паша и отпъкването от стадата не е позволявало възобновяването на гората. Намаляването на антропогенния натиск започва малко след средата на XX в., когато Народната власт задължава армените (цинцари) да имат постоянен адрес и те се преместват в Дупница (тогава Станке Димитров), а стадата им са национализирани и включени в кооперативното стопанство. Вероятно това е станало през 1958 г., когато се знае, че са национализирани стадата на каракачаните. През останалата част от социализма районът също е използван за лятна паша на стада, но е имало само три кошари. Две от тях са били по склоновете стъпала северно от върховете Богдая и Тропа скала и още една е била разположена в местността Дудин валог. През 90-те години на XX в. те са изоставени и антропогенното влияние намалява още. Промяната в земеползването е причина за започване на възстановяване на естествените за поясите горски ландшафти (фиг. 2).

Използвани данни и методи

За изследване на тези процеси са обработени изображения от 1966, 1980, 1997 и 2016 г., от които са изготвени едрома-



щабни карти на съвременните ландшафти (фиг. 3). Когато има несигурност при определяне на състоянието на картографирания ландшафт по някаква причина, например даден участък попада в сянка, е правена проверка на базата на допълнителни изображения от други години - 1977, 1988, 2005, 2006, 2011 и 2013. По този начин извличането на информация е по-пълноценно и сигурно. Карти на базата на тези допълнителни изображения не са правени, защото на изображенията от 2005 г. някои участъци са покрити с облаци, снимките от 1988 г. са в по-дребен мащаб, освен това трябва да има достатъчно дълъг период между две заснемания за да настъпят промени, които да бъдат картографирани. Аероснимките от 1966, 1980 и 1997 г. са закупени от ВГС (тогава ВТС) в Троян. Сканирани са негативи на фотограметричен скенер във ВГС – Троян с резолюция 1588 или 1270 dpi (табл.1). За картографиране на съвременната ситуация е използвано сателитно изображение, съхранявано в сървърите на Google Maps. То е свалено чрез безплатната програма за изтегляне на онлайн карти и сателитни изображения SAS Planet. Оригиналното изображение е направено на 17 август 2016 г. от спътника WorldView-2 (който има 8 спектрални канала), но това, изтеглено от SAS Planet, има само 3 канала във видимата зона на спектъра, което е напълно достатъчно за целта на изследването.

За да бъде напълно сигурно, че установените промени в местоположението на дадена ландшафтна граница при две последователни заснемания са резултат от многогодишната динамика на ландшафтите, всички изображения трябва да бъдат подложени на прецизна обработка, наречена орторектификация. Специфична особеност на аероснимки е, че всяка от тях е реализирана в централна проекция, където всички оптични лъчи преминават през центъра на обектива на камерата. При орторектификацията проекцията се трансформира в ортогонална, която е обща за всички кадри. Освен това от ключово значение е, че при орторектификацията се редуцират или почти премахват деформациите, дължащи се на влиянието на релефа. За провеждане на успешна орторектификация е необходимо да се извърши аеротриангулация и да се ползва цифров модел на релефа. Често след това се прави мозайкиране на кадрите с цел по-



Фигура 2. Билото между върховете Богдая и Тропа скала през 1999 и 2017 г. През този период от 18 години вторичните ливадни и ливадно-храстови ландшафти са заменени от естествените зонални горски ландшафти.

Figure 2. View toward the summit between Bogdaia and Tropa skala in 1999 and 2017. During this period of 18 years, secondary grass landscapes and forest-shrub landscapes have been replaced by natural landscapes with zonal forest vegetation.

лучаването на общ ортофотоплан. Аеротриангулацията се състои от вътрешно и външно ориентиране. Вътрешната ориентация определя вътрешната геометрия на камерата, докато външната ориентация определя позицията и ъгло-вата ориентация на камерата, заснела дадено изображение (LPS Project Manager, 2006). Ключово значение имат опорните точки или както се използва термина на английски – Ground Control Points (земни контролни точки – GCP). Те определят връзката между аероснимките и земната повърхност. Ъгли на огради или ниски покриви и други лесно различими антропогенни обекти с ясни геометрични форми са много подходящи за опорни точки. В планина, като Рила, такива обекти са рядкост. Още по-трудно е при обработката на изображения, направени отдавна, защото често тези обекти не съществуват сега. Това се отнася за много от кошарите, които са съществували в миналото и са изобразени на старите аероснимки, но сега представляват трудно откриваеми руини, покрити с храсти. Затова понякога се налага за опорна точка да се използва и естествено образувание – стърчащи скали, хвърлящи характерна сянка.

За обработката на всички снимки общо са използвани 24 опорни точки, разположени, както в територията на КУ „Богдая“, така и извън нея – в подножието на планината и източно от долината на р. Бистрица. Точките, разположени извън изследваната територия, са необходими за постигане на по-добри резултати при аеротриангулацията в периферните части на КУ „Богдая“. Не всички опорни точки са използвани едновременно при всяка от аеротриангулациите. Някои опорни точки ясно се виждат на старите аероснимки, но не се виждат на по-новите и обратно, в по-новите изображения има обекти, които не са съществували в по-старите.

За измерване на координатите им е използвана високоточна GNSS апаратура – приемник Topcon GRS-1 с двучестотна антена PG-A1 и приемник Leica Viva Net Rover с двучестотна антена GS08+. Поради планинския релеф и отдалечеността на клетките на мобилните оператори използването на RTK корекции за подобряване на точността на измерванията в реално време е доста ограничено. За тази цел по-често се прилага последваща обработка с помощта на RINEX данни. След обработката точността на позицията е 1 cm (2 cm за RTK) и около 3 cm по височина, което е предостатъчна точност за целта на изследването.

Обработката на аероснимките е извършена чрез съставяне на малки фотограметрични блокове за всяка от годините на заснемане и съвместно снопово-блоково изравнение при триангулацията със софтуера LPS на пакета ERDAS Imagine 9.2. Характеристика на използваните кадри и параметрите на аеротриангулацията са представени в табл.1. Необходимо е да се подчертае, че средно-квадратичната грешка от аеротриангулацията на опорните точки е под един метър – от 0,45 до 0,79. Това показва, че орторектифицираните аероснимки са добре обработени и откритите при дешифриране върху тях промени в местоположението на ландшафтните граници действително се дължат на естествени природни процеси, свързани с многогодишната динамика на ландшафтите.

Изображението изтеглено със SAS Planet е предварително обработено и геореферирено, но точността на привързване (около 5-6 m) не отговаря на целите на изследването. Затова чрез 19 опорни точки местоположението му е коригирано.

Всички обработени изображения имат размер на пиксела 0,5 m и са в координатна система UTM зона 34. Картографирането на съвременните ландшафти е извършено

Таблица 1. Характеристики на аероснимките от 1966, 1980 и 1997 г. и параметри на аеротриангулацията.

Table 1. Features of aerial photographs of 1966, 1980 and 1997 and aerial triangulation parameters.

Година	1966	1980	1997
Камера	Wild RC-8	Wild RC-10	Wild RC-30
Фокусно разстояние (mm)	114	152,77	152,92
Размер на кадъра (cm)	18	23	23
Надморска височина на полета (m)	4350-4380	6080	4520-4530
Приблизителен мащаб	25 000 - 30 000	30 000 - 33 000	20 000 - 22 000
Резолюция на сканиране (dpi)	1588	1270	1588
Брой на опорните точки	8	11	9
Брой на свързващите точки	38	96	71
Средно-квадратична грешка (m)	0,77	0,45	0,79

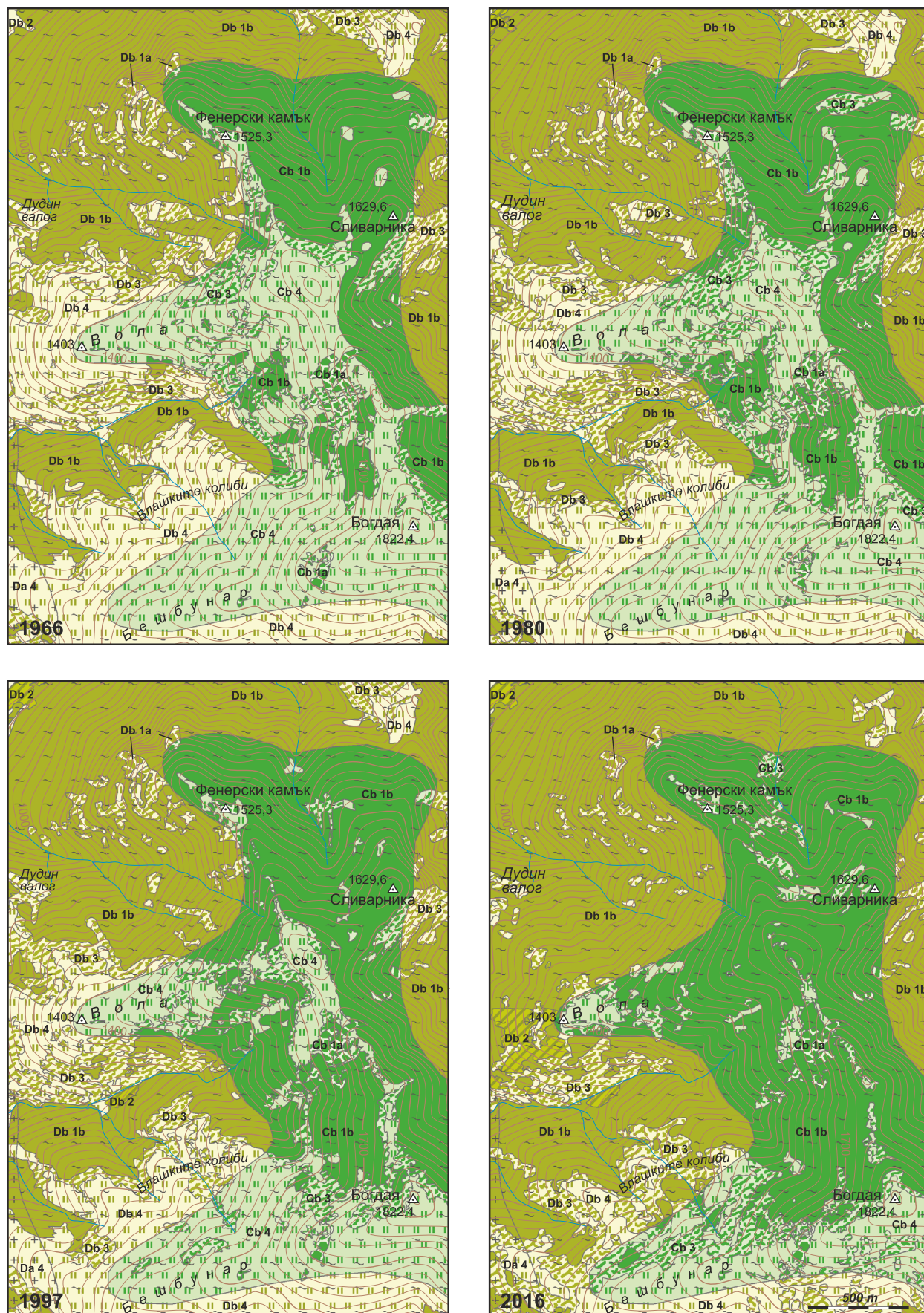
чрез визуална интерпретация. Автоматична класификация не е правена, защото от една страна черно-белите снимки не са подходящи за спектрална класификация, а от друга в силно разчленения планински релеф се образуват много сенки, което не позволява прилагането на обектно ориентирана автоматична класификация. Визуалното дешифриране е бавен и много трудоемък процес, който отне по-голямата част от работното време, но резултатите от него в такава територия са най-надеждни. Освен това позволява да се използва информация от близки по време заснемания, в местата, покрити със сянка на снимката за референтната година или поради по-добри характеристики, подпомагащи дешифрирането. Например на черно-бели снимки естествените ландшафти на голи скали (1a) не винаги се различават добре. При R-G-B комбинацията 4-7-2 от каналите на WorldView-2 естествените ландшафти на голи скали (1a) се визуализират в лилав цвят и много ясно се разграничават от околните горски ландшафти, изобразяващи се в зелено.

Легенда на Фигура 3.:

Типове и подтипове ландшафти: С – Хладни хумидни ландшафти в пояса на иглолистните гори; D – Умерени хумидни и семухумидни ландшафти в поясите на буковите и габрово-горунувите гори; Видове ландшафти: а – на магмени скали; b – на метаморфни скали; Подвидове ландшафти: 1a – Естествени ландшафти на голи скали; 1b – Естествени ландшафти със зонална горска растителност; 2 – Изкуствени горски ландшафти; 3 – Горско-храстови ландшафти; 4 – Вторични ливадни ландшафти; 8 – Аграрни ландшафти.

Figure 3. - Legend:

Landscape divisions and subdivisions: C – Cool humid landscapes in the coniferous forest belt; D – Temperate humid and semi humid landscapes in the beech and hornbeam-durmast forests belt; Types of landscapes: a – on igneous rocks; b – on metamorphic rocks; Subtypes of landscapes: 1a – Natural landscapes of bare rocks; 1b – Natural landscapes with zonal forest vegetation; 2 – Artificial forest landscapes; 3 – Forest-shrub landscapes; 4 – Secondary grass landscapes; 8 – Agricultural landscapes.



Фигура 3. Карти на съвременните ландшафти в КУ „Богдая“ през 1966, 1980, 1997 и 2016 г.

Figure 3. Maps of contemporary landscapes in KA „Bogdaia“ in 1966, 1980, 1997 and 2016.

Изображението от WorldView-2 е заснето през 2011 г. Този подвиж ландшафти се отличава с незначителна динамика през годините, затова оконтурирните върху него ландшафти могат да се считат за представителни и за 2016 г. При съпоставяне върху по-старите аероснимки се вижда, че те са имали същото местоположение, като промяна се наблюдава единствено в крайните им контури, което лесно се различава и на черно-белите изображения. За дешифрирането на другите съвременни ландшафти първостепенно значение имаха цветът (тонът) и текстурата.

Резултатите от визуалната интерпретация са организирани в гео-база данни „Bogdaia50y.gdb“, която съхранява основен четирите векторни слоя със съвременните ландшафти за 1966, 1980, 1997 и 2016 г., а също и растери с обработените изображения.

Резултати и дискусия

Картите със съвременните ландшафти за 1966, 1980, 1997 и 2016 са показани на фигура 3, а резултатите със сумарните площи на съвременните ландшафти за проучваните години са представени в таблица 2. Анализът на промените в площите показва, че всички ландшафти са претърпели изменения на площите. Прави впечатление, че най-съществени, както като абсолютна стойност, така и като процентно отношение, са промените при ливадните ландшафти (Cb 4, Da 4 и Db 4) и естествените горски ландшафти (Cb 1b, Da 1b и Db 1b). Най-малки са измененията, настъпили при естествените ландшафти на голи скали (Cb 1a и Db 1a), които остават почти без промяна през целия период. Ландшафтите с изкуствени гори (Cb 2 и Db 2) не съществуват през 1966 г., аграрните ландшафти (Db 8), макар и да показват известна динамика през

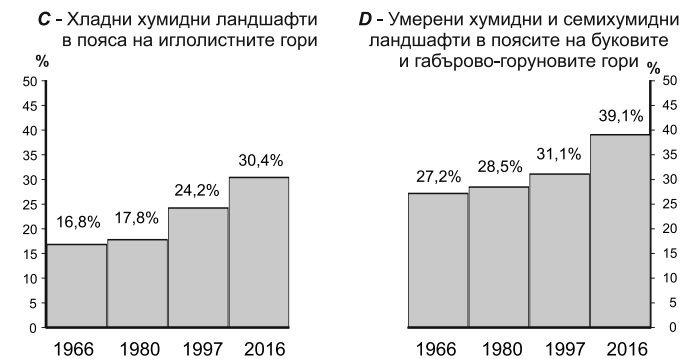
Таблица 2. Сумарни площи и относителен дял на съвременните ландшафти в КУ „Богдая“ през 1966, 1980, 1997 и 2016 г.

Table 2. Total areas and relative share of contemporary landscapes at key area "Bogdaia" in 1966, 1980, 1997 and 2016.

Индекс	1966		1980		1997		2016	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cb1a	6,8	1,0	6,8	1,0	6,2	0,9	6,2	0,9
Cb 1b	118,3	16,8	125,2	17,8	170,3	24,2	213,9	30,4
Cb 2		0,0		0,0		0,0	0,1	0,0
Cb 3	31,7	4,5	44,7	6,4	35,6	5,1	44,4	6,3
Cb 4	159,0	22,6	139,1	19,8	103,8	14,8	51,2	7,3
Da 1b	4,3	0,6	4,5	0,6	4,4	0,6	5,4	0,8
Da 3	2,3	0,3	2,4	0,3	2,2	0,3	5,1	0,7
Da 4	7,4	1,1	7,0	1,0	7,4	1,0	3,4	0,5
Db 1a	4,6	0,7	4,6	0,7	4,5	0,6	4,1	0,6
Db 1b	186,7	26,5	195,6	27,8	214,2	30,5	269,2	38,3
Db 2		0,0	1,1	0,2	2,6	0,4	9,6	1,4
Db 3	55,5	7,9	65,1	9,3	63,9	9,1	55,2	7,9
Db 4	126,2	17,9	106,6	15,2	87,6	12,5	35,2	5,0
Db 8	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	0,2	0,0

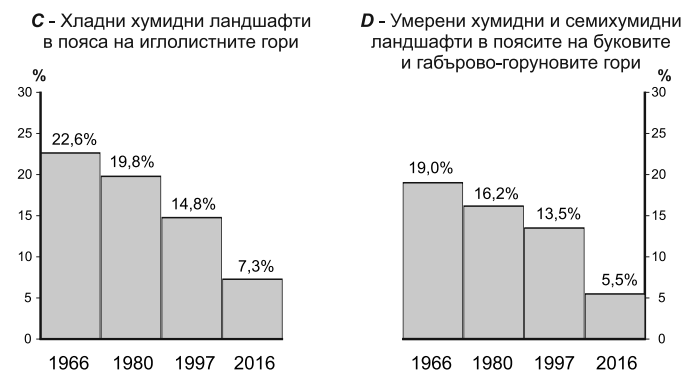
през периода, през цялото време заемат незначителна площ – под 1 ha.

Най-съществена е многогодишната динамика при три от подвиговете ландшафти – естествените горски ландшафти, вторичните ливадни ландшафти и горско-храстовите ландшафти, които на практика представляват преход между първите два подвида. За да се направи анализ на тази динамика и тя да се илюстрира по-ясно са изготвени диаграми с относителните дялове на площите в ключовия участък (фиг. 4, фиг. 5 и фиг. 6).



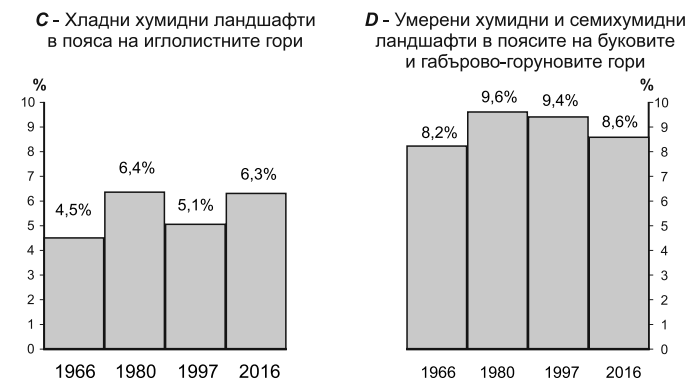
Фигура 4. Относителни дялове на площите на естествените горски ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.

Figure 4. Relative shares of the natural forest landscapes areas in the KA "Bogdaia" for the period 1966 - 2016.



Фигура 5. Относителни дялове на площите на вторичните ливадни ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.

Figure 5. Relative shares of the secondary grass landscapes areas in the KA "Bogdaia" for the period 1966 - 2016.



Фигура 6. Относителни дялове на площите на горско-храстови ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.

Figure 6. Relative shares of the forest-shrubs landscapes areas in the KA "Bogdaia" for the period 1966 - 2016.

Диаграмите отразяват промените в площите на тези ландшафти през четирите проучвани години в двата представени в КУ „Богдая“ типа ландшафти. За да се обобщят резултатите за пояса на умерените хумидни и семихумидни ландшафти са сумирани площите от двата вида ландшафти – тези на магмени скали и тези на метаморфни скали (Da 1b + Db 1b; Da 3 + Db 3; Da 4 + Db 4). От фигура 4 се вижда, че и в двата пояса се наблюдава нарастване на площите на естествените горски ландшафти. Тенденцията на самозалесяване и възстановяване на потенциалните ландшафти става още по-убедителна като се има предвид, че това става на фона на сеч, главно в иглолистния пояс между върховете Фенерски камък и Сливарника.

Увеличението на площите на естествените горски ландшафти става главно за сметка на съкращаване на площите на вторичните ливадни ландшафти. На диаграмите (фиг. 5) се забелязва постоянно намаление на относителния им дял, като между последните две години темпът на намаление дори е по-голям. Това се обяснява с липсата на стада с овце през този период.

По-различен характер имат промените на площите с преходните горско-храстови ландшафти (фиг.6). В пояса на хладните хумидни ландшафти с иглолистни гори има колебания в техните площи, които са в противоположни посоки без тенденция на промените. В пояса на умерени хумидни и семихумидни ландшафти с букови и габророво-горунгови гори първоначално се наблюдава увеличение на площите им, след което техният относителен дял намалява. Това се дължи на преходния им характер – площи, които при дешифрирането в дадена година са определени като горско-храстови ландшафти, обикновено при дешифриране на изображението за следващия период, вече са трансформирани като горски ландшафти.

В иглолистния пояс през последния етап между 1997 и 2016 г. горско-храстовите ландшафти отново са увеличили дела си, заемайки площите на ливадните ландшафти, което може да се интерпретира като прогнозен сигнал, че в бъдеще се очаква още нарастване на горските ландшафти, докато в широколистния пояс този процес, като че ли намалява интензивността си. Действително голяма част от склона северно от Бешбунар в момента е обхванат от активен процес на самозалесяване, което в скоро време ще доведе до формиране на плътна горска покривка там.

Заклучение

Използването на исторически аероснимки и съвременни сателитни изображения дава уникална възможност да се върнем назад във времето и да се направи детайлно картографиране на съвременните ландшафти, каквито те са съществували преди десетки години. Доколко може да се върнем назад във времето зависи от това кога е извършено първото аерозаснемане и дали най-старите снимки са подходящи за обработка. Може в известна степен да се съжалева, че за територията на Рила планина най-старите снимки са от 1966 г., тъй като за други части на страната има снимки от 40-те и 50-те години на XX в. Въпреки това, проучваният период от половин век е достатъчно дълъг, за да се разкрият тенденциите в динамиката на ландшафтите в този район.

Изследваният район дава нагледна представа какви са водещите процеси, действащи след намаляване на антропо-

генния натиск. Вследствие променения тип земеползване съвременните ландшафти в ключов участък „Богдая“ започват да се преобразуват, като този процес е тласкан основно от природните фактори на ландшафтната диференциация. В резултат на това за изследвания 50 годишен период се наблюдава възстановяване на горските ландшафти в голяма част от ключовия участък. С други думи в резултат на многогодишната ландшафтна динамика съвременните ландшафти са се променили, превръщайки се в потенциалните зонални ландшафти или доближавайки се в голяма степен до тях. Този процес продължава и при отсъствие на антропогенно влияние в бъдеще ключовият участък би могъл да се покрие с потенциални ландшафти. Все пак е необходимо да се отчита фактът, че антропогенната трансформация на ландшафтите не е била много дълбока. Тя е засегнала биоматичните ландшафтообразуващи фактори и отчасти почвата. При по-дълбока антропогензация, възстановяването на потенциалните ландшафти щеше да отнеме значително по-продължително време.

Литература

- Беручашвили, Н. 1986. Четири измерения ландшафта. М. Мысль, 181 с.
- Гиков, А. 2000. Картографиране и анализ на развитието на растителността в ландшафтите чрез използване на разновременни аероснимки в ключов участък "Богдая" - Северозападна Рила. Сборник доклади "Международна научна сесия 50 години ГИ - БАН", С., 2000, с. 190-198
- Гиков, А., П. Димитров. 2013. Проследяване промените на земното покритие в района на Седемте езера, Рила планина за периода 1988 -2010 г. В: Сб. Доклади от Девета научна конференция с международно участие "Space, Ecology, Safety – SES 2013", 20-22 ноември 2013 г., София, с. 312-32
- Гиков, А., П. Димитров, М. Жиянски. 2016. Картографиране и анализ на промените в земното покритие по северния склон на Троянския проход за 30 годишен период. Проблеми на географията – кн. 1-2, 2016
- Саров, С., С. Московски, Т. Железарски, Е. Войнова, Д. Николов, И. Георгиева, В. Валеф, Н. Марков. 2011. Геоложка карта на Република България М 1:50 000. Картен лист Дупница (К-34-71-А). С., Консорциум Геокомплекс, 8 с.
- Alados, C.L., Y. Pueyo, O. Barrantes, J. Escós, L. Giner, A.B. Robles. 2004. Variations in landscape patterns and vegetation cover between 1957 and 1994 in a semiarid Mediterranean ecosystem. *Landscape Ecology*, 19: 543–559
- Coppin, P., M. Bauer. 1994. Processing of multitemporal Landsat TM imagery to optimize extraction of forest cover change features. In: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 32-4, pp. 918-927
- Crapper, P., K. Hynson. 1983. Change detection using Landsat photographic imagery. *Remote Sensing of Environment*, v.13-4, pp. 291-300
- Dimitrov, P., P. Olofsson, G. Jeleff, I. Kamenova. 2018. Mapping of forest cover change by post-classification comparison and multitemporal classification of spot data – a Bulgarian case study. *Aerospace Research in Bulgaria*, v. 30, pp. 42-62
- Ford, M. 2013. Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands. *Remote Sensing of Environment*, v. 135, pp. 130-140
- Gikov, A. 2010. Assessment of Horizontal Displacement in Landslide Close to General Geshevo Village (Eastern Rhodope Mountain) Using Aerial and Satellite Images. In: *Proceedings of International Scientific Conference „Global Changes and Regional Development”*, 16-17 April 2010 г. Sofia, pp 18-23
- Howarth, P., G. Wickware. 1981. Procedures for change detection using Landsat digital data. *International Journal of Remote Sensing*, v.2-3, pp. 277-291

- Huggel, C., M. Zurflueh, D. Brander, H.-C. Bodmer. 2001. Landscape change monitoring in Alpine regions: Decision making tools from remote sensing data for tourism development planning. In: A Decade of Trans-European Remote Sensing Cooperation. Buchroithner (ed), 2001, Balkema, Rotterdam, Proceeding of the 20th EARSeL 20th Symposium, 14-16 June 2000, Dresden, pp. 327-333
- Ihse, M., 1987. Air photo interpretation and computer cartography – tools for studying the changes in the cultural landscape. In: J. Birks (Editor), *The Cultural landscape – Past, Present and Future*. Cambridge University Press, p 153-163.
- Ihse, M. 1995. Swedish agricultural landscapes — patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. *Landscape and Urban Planning*, 31(1-3), 21–37
- Jensen, J. 1981. Urban change detection mapping using Landsat digital data. *Cartography and Geographic Information Science*, v.8-2, pp. 127-147.
- Laliberte, A., A. Rango, K. Havstad, J. Paris, R. Beck, R. McNeely, A. Gonzalez. 2004. Object-oriented image analysis for mapping shrub encroachment from 1937 to 2003 in southern New Mexico. *Remote Sensing of Environment*, v. 93, 1-2, pp. 198-210
- Leica Photogrammetry Suite Project Manager. 2006
- Miller, M. 1999. Use of Historic aerial Photography to Study Vegetation Change in the Negrito Creek Watershed, Southwestern New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, v. 44, No. 2, pp. 121-137
- Milne, A., A. O'Neill. 1990. Mapping and Monitoring Land Cover in the Willandra Lakes World Heritage Region (New South Wales, Australia). *International Journal of Remote Sensing* v. 11-11, pp. 2035-2049
- Naydenova, V., G. Jelev. 2009. Forest Dynamics Study Using Aerial Photos and Satellite Images with Very High Spatial Resolution. *Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies "Space in the Service of Society" – RAST 2009, Istanbul, Turkey*. pp. 344-348
- Necsoiu, M., C. Dinwiddie, G. Walter, A. Larsen, S. Stothoff. 2013. Multi-temporal image analysis of historical aerial photographs and recent satellite imagery reveals evolution of water body surface area and polygonal terrain morphology in Kobuk Valley National Park, Alaska. *Environmental Research Letters*, v. 8-2, 025007
- Neukermans, G., N. Koedam. 2014. Saco da Inhaca mangrove vegetation mapping and change detection using very high resolution satellite imagery and historic aerial photography. In: *Bandeira, S. and Paula, J. (eds.), The Maputo Bay Ecosystem*. WIOMSA, Zanzibar Town, pp. 131-134.
- Pironkova, Z. 2017. Mapping Palsa and Peat Plateau Changes in the Hudson Bay Lowlands, Canada, Using Historical Aerial Photography and High-Resolution Satellite Imagery. *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 43-5, pp. 455-467
- Shekede, M., A. Murwira, M. Masocha. 2015. Wavelet-based detection of bush encroachment in a savanna using multi-temporal aerial photographs and satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 35, pp. 209-216
- Tanaka, H., T. Nakashizuka. 1997. Fifteen years of canopy dynamics analysed by aerial photographs in a temperate deciduous forest, Japan. *Ecology*, v. 78 (2), pp. 612–620
- Tepeliev Y., R. Koleva. 2010. Forest change detection by means of remote sensing techniques from the EU project CORINE Land Cover. *Forestry Ideas*, v. 16-1, pp. 90-00
- Thie, J. 1974. Distribution and thawing of permafrost in the southern part of the discontinuous permafrost zone in Manitoba. *Arctic*, Vol. 27(No. 3): pp. 189–200
- Weismiller, R., S. Kristof, D. Scholz, P. Anuta, S. Momin. 1977. Change detection in coastal zone environments. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 43-12, pp. 1533-1539