

## **ИЗСЛЕДВАНЕ НА МНОГОГОДИШНАТА ДИНАМИКА НА ЛАНДШАФТИТЕ В СЕВOROЗАПАДНА РИЛА ПЛАНИНА С ДИСТАНЦИОННИ МЕТОДИ**

**Александър Гиков**

*Институт за космически изследвания и технологии - Българска академия на науките*  
*e-mail: gikov@space.bas.bg*

**Ключови думи:** *Динамика на ландшафтите, Земно покритие, Аероснимки, Сателитни снимки*

**Резюме:** *Представени са резултатите от проучване на развитието на ландшафтите в два ключови участъка, разположени в Северозападна Рила. За целта са използвани аероснимки и сателитни снимки с много висока разделителна способност или слоеве на земното покритие, изготвени чрез използване на сходни изходни данни. В първия участък изследваният период е 22 години, а във втория е 45 години. Макар че тези периоди представляват сравнително кратки срокове във времето за естествено развитие на планинските ландшафти, анализът на многогодишните тенденции показва увеличаване на площите с естествена зонална растителност и повишаване на горната граница на гората.*

*Трансформирането на информацията от земното покритие, така че тя да може да се използва за целите на ландшафтното картографиране е извършено по оригинална методология. При нея се отчита местоположението на даден клас земно покритие спрямо естествените височинни пояси в Рила и се определя дали даден ландшафт е първичен или не. Заедно с това е създадена и 12 степенна скала, отчитаща степента на антропогенна трансформация на ландшафтите.*

## **STUDY MULTIANNUAL DYNAMICS OF LANDSCAPE IN NORTHWESTERN RILA MOUNTAIN WITH REMOTE SENSING**

**Alexander Gikov**

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences*  
*e-mail: gikov@space.bas.bg*

**Keywords:** *Landscape dynamics, Land cover, Aerophotographs, Satellite images*

**Abstract:** *The results of landscape evolution study in two key areas located in Northwestern Rila mountain are shown. For the purpose both aerial and satellite images with very high resolution are used. Alternately layers with land cover date are used too. The analyzed period in first key area is 22 years and in second is 45 years. Although these periods are relatively short time for landscape's evolution by natural ways the analysis of multi-annual trends showed an increase in areas with natural for zone vegetation and small uprise of treeline.*

*The derivation of information from layer with land cover and transformation from CORINE classes into contemporary landscapes is applied by original methodology.*

*According it location of each class land cover should be conformed by the natural landscape belts / zones in Rila mountain. It defines whether a landscape is natural and primary or not. A scale with 12 levels of anthropogenic impact of landscapes is created.*

### **Въведение**

Ландшафтът представлява специфична географска територия, в която природните компоненти са свързани в единна система, която се променя във времето под влиянието на природните фактори и човешката дейност. Дълговременните изменения, независимо от техния произход, се наричат многогодишна динамика на ландшафтите. Съществуват разнообразни

начини за изучаване на тази динамика. Например Велчев [1] проследява развитието на ландшафти в Югозападна България чрез анализ на стари карти (включително триверстовата) и така се връща около век назад във времето. Чрез палинологични методи може да се опише еволюцията на растителната покривка в ландшафтите преди стотици и хиляди години, а чрез геоморфоложки анализ и датировки на млади седименти е възможно да се очертае палеогеографската ситуация стотици хиляди години. Тези методи дават възможност да се скицира миналото развитие на ландшафтите, но без да се влиза в детайли за тяхната хоризонтална структура.

Дистанционните методи позволяват да се направи детайлно картографиране на минали моменти от ландшафтната еволюция на дадена територия. Ако голямата детайлност е главното предимство при приложение на дистанционни методи за изучаване на многогодишната ландшафтна динамика, то основен недостатък е относително краткият период, за който те може да бъдат източник на информация. Продължителността на периода обикновено се определя от най-старите снимки за района, които могат да бъдат подложени на достатъчно прецизна фотограметрическа обработка

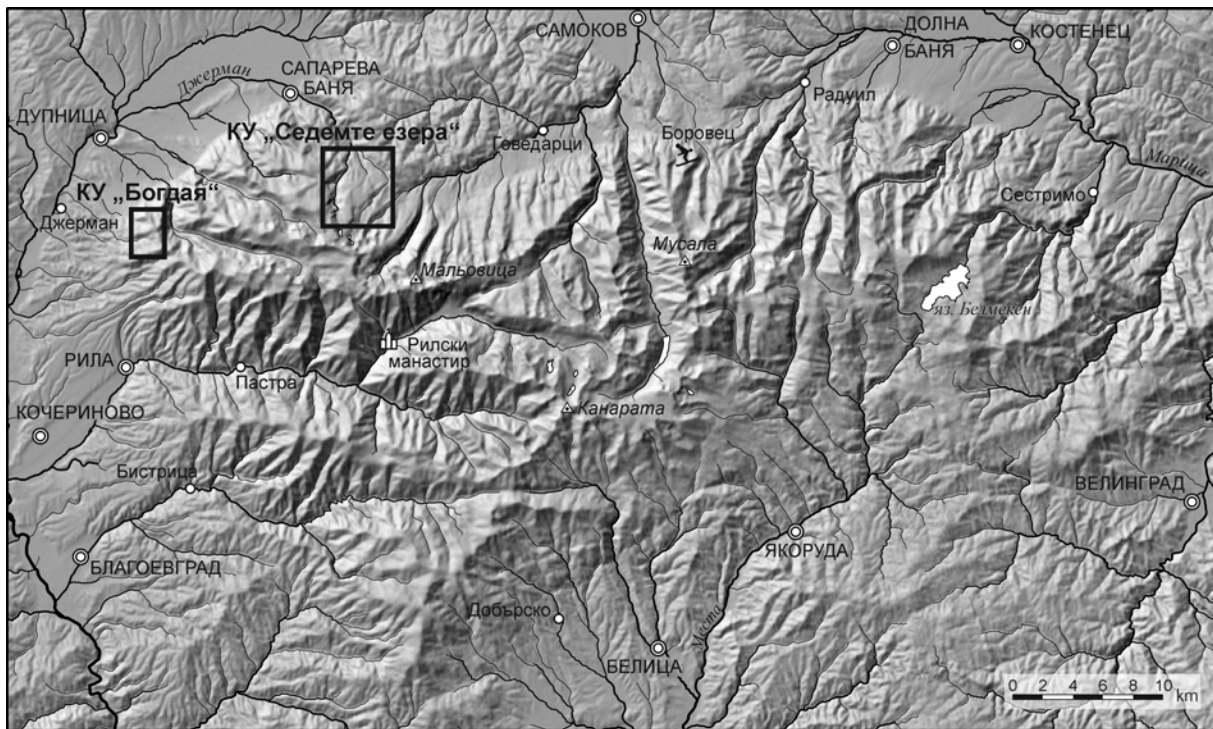
**Целта** на доклада е да се картографират промените в хоризонталната ландшафтна структура на ключови участъци в Рила и да се анализират факторите за тези промени. За картографирането се прилагат дистанционни методи или данни получени от тях. За постигане на целта е необходимо да се изпълнят няколко задачи. Първата задача е да се набавят необходимите изходни данни, а след това да се обработят и интерпретират. Тъй като целта е да направи детайлно картографиране на хоризонталната структура, използваните изображения трябва да са с достатъчно висока пространствена разделителна способност (ПРС). Съвременните космически снимки от сателити като WorldView, GeoEye-1 и Pleiades отговарят на това изискване, но старите сателитни снимки имат средна ПРС и не могат да се използват за изпълнение на тази задача. Затова е необходимо да се обработят и интерпретират архивни самолетни снимки. Тези снимки покриват малка площ и за осигуряване на покритие на конкретна изследвана територия трябва да се обработят като фотограметричен блок и след това да се направи ортофото мозайка. Цялата обработка на старите аероснимки е много трудоемка, затова проследяването на многогодишната динамика на ландшафтите е удачно да се прави в обособени ключови участъци с неголяма площ. Последната задача, която има най-голямо научно значение, е да се направи анализ на резултатите и да се очертаят тенденциите в развитието на ландшафтите в изследваните участъци.

Тъй като обработката на архивните аероснимки изисква твърде много усилия и време, за проследяване на многогодишната динамика на ландшафтите са използвани данни от ключови участъци, които вече са били обект на изследване и за тях има не само орторектифицирани изображения, но също и са създадени ГИС слоеве със земно покритие [2]. Във връзка с това е решена и задачата за създаване на убедителен алгоритъм за трансформиране на информацията от картографирането на земното покритие за целите на едромасщабното ландшафтено картографиране.

### **Изследвана територия**

Обектът на изследване са два ключови участъци, разположени в Северозападна Рила (фиг. 1). Като най-висока планина в България и на Балканския полуостров Рила има значителен вертикален диапазон. Това е причина за формирането на няколко височинни ландшафтни пояса. От горе надолу се редуват следните пояси с типове ландшафти: Студени хумидни, Хладни хумидни, Умерени хумидни и Топли субхумидни. Студените хумидни се разделят на два подтипа: алпийски и субалпийски, а умерените хумидни на: ландшафти в буковия пояс и ландшафти в габърво-горуновия пояс. В пояса на хладните хумидни е развит само един подтип ландшафти – горски ландшафти в иглолистния пояс, а в пояса на топлите субхумидни – се намира подтипът на горските ландшафти в дъбовия пояс.

Първият ключов участък е разположен по северните склонове на Рила в района на Седемте езера. Изследван е преди време с цел да се анализират промените в земното покритие, които са настъпили в период с продължителност 22 години [2]. За тази цел са обработени и интерпретирани архивни аероснимки от 1988 г. и изображения от ортофото 2010 г. и съответно са изготвени слоеве с класовете земно покритие, като е използвана номенклатурата на CORINE Land cover (CLC), но за да се отрази по-детайлно разнообразието от типове земно покритие е приложено четвърто ниво [3]. Тъй като главните промени, които се наблюдават са в иглолистния пояс и отчасти в субалпийския пояс, обхватът на участъка в настоящето изследване е намален малко спрямо този в проучването от 2013 г.



Фиг. 1. Разположение на ключовите участъци в Рила планина.

При този обхват площта му е  $25 \text{ km}^2$ , а размерите му са  $5,2 \text{ km}$  на  $4,7 \text{ km}$ . Въпреки относително малката площ хипсометричният диапазон е значителен. Най-ниската точка се намира при северната граница на ключовия участък в долината на р. Джерман и е с надморска височина  $1080 \text{ m}$ . Най-високата точка е в югозападния край близо до езерото Бъбрека (то е извън изследваната територия) и с надморска височина от  $2460 \text{ m}$ . Големият вертикален диапазон е предпоставка за съществуването на няколко височинни ландшафтни пояса. Средно над  $2000 \text{ m}$  н.в. са формирани ландшафти от субалпийския храстов пояс, между  $1500$  и  $2000 \text{ m}$  н.в. са формирани ландшафти от иглолистния горски пояс, а в най-ниските части, макар и със значително по-малка площ са формирани ландшафти от буковия горски пояс. Фактор за ландшафтната диференциация е и скалната основа заедно с типа релеф. Макар и доста разнообразни [4] скалите могат да се обединят в трите големи групи – магмени, метаморфни и седиментни. Магмените са представени от левкогранити и се разкриват в югоизточната част от територията на участъка. Метаморфните скали са най-разнообразни и изграждат най-голяма част от територията. По-широко разпространение имат скалите от Мальовишката единица, които са представени главно от биотитови гнайси, но също амфиболити и ултрабазити. В североизточната част на участъка се разкриват скалите от Огражденската свита, които са представени от мигматизирани гнайси. Седиментните скали са представени от млади неспоени моренни материали, разпространени по долините на реките Джерман и Скакавица.

Вторият ключов участък се намира малко по-ниско и е разположен по западните склонове на Северозападна Рила в района на в. Богдая. Най-ниската точка е в северозападния край на участъка и е с надморска височина  $860 \text{ m}$ , а най-високата е при връх Богдая –  $1823 \text{ m}$  н.в. Поради по-ниското хипсометрично положение в ключов участък „Богдая“ по-голям относителен дял имат ландшафтите с широколистни гори, формирани в буковия и габърво-горуновия пояси. Характерна особеност е, че по северните склонове се намират хумидни ландшафти с едификатор обикновен бук, а по склоновете с южна компонента на изложението ландшафтите са субхумидни и видовият състав е по-пъстър и освен горун се срещат още мъждрян, липа, клен и др. Съгласно най-новото геоложко картиране скалите в почти цялата територия се отнасят към Огражденската метаморфна единица [5]. 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 югозападната част. През 2000 г. в ключов участък „Богдая“ е направено проучване на промените в растителната покривка на ландшафтите в периода 1966-1997 г. [6] В настоящето изследване са направени слоеве със съвременните ландшафти по обработени изображения от 1966 и 2011 г.

## Използвани данни и методи

Преди да се представи методиката за използване на информацията от земното покритие за едромашабно ландшафтно картографиране е необходимо да се дадат точни дефиниции на понятията ландшафт, потенциален ландшафт, съвременен ландшафт. **Ландшафтът** е специфична географска територия, представляваща система от всички природни компоненти, която се променя във времето под влиянието, както на природните фактори, така и под въздействието на човешката дейност. Под **потенциален ландшафт** се разбира ландшафт, който се е формирал и функционира само под въздействието на природните фактори за ландшафтна диференциация. На практика обаче човешката дейност трансформира в някаква степен потенциалните ландшафти и те се превръщат в **съвременни ландшафти**. С други думи съвременният ландшафт е потенциалният ландшафт с оказаното му антропогенно въздействие. По-лесно четливи са ландшафтните карти, в които дълбочината на антропогенните промени е представена чрез числена скала. В нея колкото по-голямо е числото, толкова по-значителна е антропогенната промяна. Скалите може да съдържат три, пет или повече степени. За целите на настоящето проучване е приложена скала, която има 12 степени на антропогенизация (табл.1). Основен принцип в нея е, че като първичен потенциален ландшафт се приема този, в който е формирана естествена зонална растителност. Например в иглолистния пояс такава е иглолистната гора и тези ландшафти следва да се означат с числен индекс 1. При тази първа степен обаче има и изключения, при които дори липсата на зонална растителност не означава обезателно, че ландшафтът е антропогенизиран. Например в алпийския и субалпийски пояси в Рила широко разпространение имат голите скални стени и сипеите, върху които са формирани напълно естествени първични ландшафти, но поради суровите условия не се е образувала растителна покривка. Друг случай на първични ландшафти без зонална растителност, се наблюдава при хидроморфните ландшафти. При тях поради локални, но естествени причини е образувано езеро или мочурище. За да се отчетат тези специфични особености на ландшафтната диференциация при индексирание на някоя от трите разновидности на първичните ландшафти след цифрата 1 се добавя и малка латинска буква (табл. 1).

Табл. 1. Степени на антропогенизация на ландшафтите

Индекс	характеристика
1a	Естествени ландшафти на голи скали
1b	Естествени зонални ландшафти (горски, храстови или ливадни)
1c	Хидроморфни и субхидроморфни ландшафти
2	Изкуствени горски ландшафти
3	Горско-храсотви ландшафти
4	Вторични ливадни ландшафти
5	Опожарени ландшафти
6	Ландшафти със смесена естествена и аграрна растителност
7	Аграрни ландшафти - трайни насаждения
8	Аграрни ландшафти - обработваема земя
9	Антропогенни аквални ландшафти - изкуствени водоеми
10	Рекреационни ландшафти - съоръжения за спорт и отдих
11	Урбанизирани ландшафти
12	Техногенни ландшафти - кариери, мини и табани

Земното покритие е външна проява на земеползването, а типът на земеползване определя съвременното състояние на ландшафта - т. е. дали съвременният ландшафт е антропогенизиран и ако да в каква степен. От тук става ясно, че информацията за земното покритие може да се използва за определяне на степента на антропогенизация на съвременния ландшафт, но за това е необходимо да се отчита в кой височинен пояс се намира конкретният клас земно покритие.

Най-общо казано, детайлността на класовете земно покритие, дори в третото ниво на CLC, е по-голяма от броя на степените, с които обикновено се индексират съвременните ландшафти. С други думи информацията от земното покритие би могло да се обобщи и групира и по този начин да се приложи за определяне степента на антропогенна трансформация на ландшафтите.

Ландшафтът от своя страна е териториална единица, която се формира от комплекс от фактори т.нар. геокомпоненти (скали, почви, растителност, климат и т.н.), а тези фактори не се отразяват при картографирането на земното покритие. На практика при картографиране на земното покритие от геокомпонентите на ландшафта се класифицира само растителната покривка (или нейното отсъствие).

Непосредственото групиране на типовете земно покритие и трансформиране към степени на антропогенизация на съвременните ландшафти обаче е груба грешка. Защото определянето на състоянието на ландшафта и категоризирането на нивото му на антропогенизация винаги трябва да се съобразява със зоналното разпределение на геокомпонентите. Зоналността е основна природна закономерност на ландшафтната сфера и тя задължително трябва да бъде отчитана при картографиране на съвременните ландшафти и степента на антропогенизация.

Един и същ клас земно покритие в един случай може да показва, че ландшафтите са първични, а в друг, че се касае за някаква форма на антропогенна трансформация. Например ако полигонът на клас земно покритие 3.2.1. (естествени тревни площи според номенклатурата на CLC) се намира в алпийския пояс, където естествената фонова растителност е тревна, то с основание може да се твърди, че става въпрос за първичен ландшафт, при който не се наблюдават признаци за антропогенизация (**1b** по скалата в табл.1). Ако обаче същият клас земно покритие се намира в иглолистния или в буковия пояс, където естествената зонална растителност е горската, тогава уверено този контур трябва да се причисли към вторичните ландшафти, при които е налице антропогенна трансформация, изразяваща се в замяна на растителната покривка. Като друг пример може да се посочи клас 3.1.2. (иглолистни гори), който ако се намира в иглолистния пояс, може да се предположи, че ландшафтът най-вероятно е с естествена горска зонална растителност. Ако този клас земно покритие е в дъбовия пояс, тогава явно става въпрос за изкуствени насаждения. В този случай ландшафтът се индексира с цифрата 2 – т.е. антропогенизацията се изразява в промяна на видовия състав на растителната покривка, без обаче да е променен нейният тип.

За достоверното превръщане на класовете земно покритие в степени на антропогенизация на ландшафтите и за да се избегнат подобни грешки е създаден алгоритъм, в който трансформацията се извършва във всеки пояс поотделно. Схема за преобразуването на установените в КУ „Седемте езера“ класове земното покритие към съвременни ландшафти по пояси е представена на фиг. 2.

На територията на КУ „Седемте езера“ в субалпийския пояс се откриват десет класа земно покритие, които при прекласификацията се групират в четири степени от скалата, като първичните ландшафти се диференцират допълнително на 3 варианта. Класовете 3.3.2.1. и 3.3.3.2. представляват първични ландшафти на голи скали (**1a**). Площите, покрити с типичната за пояса клекова растителност (3.2.2.2.) и тези, в които клеът се редува с рядка иглолиста гора (3.1.2.3.) са обединени като ландшафти с първична зонална растителност (**1b**). Вторият клас земно покритие (3.1.2.3.) е разпространен в долния край на пояса и отговаря на етап от процеса на постепенно покачване на горната граница на гората. Хидроморфните първични ландшафти (**1c**) имат малко площно разпространение. Такива са само Долното езеро и малкото Скакавишко езеро (5.1.2.1) и мочурливата тераса над Скакавишкия водопад (4.1.2.3). Клас 3.2.1.2. (Естествени тревни площи с дървета и храсти) представлява преходно състояние на съвременния ландшафт при възобновяване на естествената зонална растителност и затова е отбелязан с цифрата **3** (хростово-тревни ландшафти). Естествените тревни площи без храсти (3.2.1.1) отговарят на по-ранен етап от сукцесионната смяна на растителната покривка в ландшафта и принадлежи на четвъртата степен от скалата на антропогенизация (вторични тревни ландшафти). Ниските храсти от хвойна (3.2.2.1) също представляват вторична трансформация на зоналната растителна покривка на ландшафта и тези площи също са отбелязани с цифрата **4**. В субалпийския пояс единствено съоръженията за спорт и отдих (1.4.2.1) се категоризират като ландшафти с по-голяма степен на антропогенизация и са отбелязани с цифрата **10**.

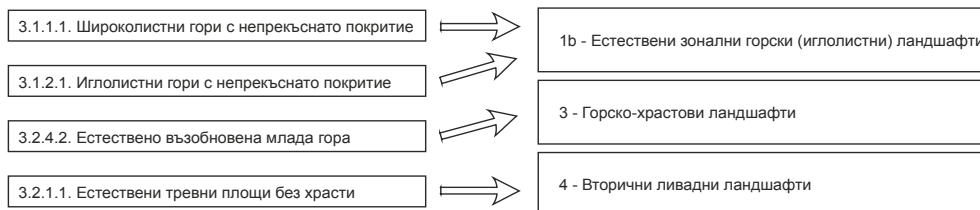
### СУБАЛПИЙСКИ ПОЯС



### ИГЛОЛИСТЕН ПОЯС



### БУКОВ ПОЯС



Фиг. 2. Схема за трансформиране на класовете земно покритие в степени на антропогенизация на ландшафтите по пояси за територията на КУ „Седемте езера“

Най-голяма площ (70%) в КУ „Седемте езера“ заема иглолистният пояс. Установените десет класа земно покритие в него се групират в пет от степените на антропогенизация, като първичните ландшафти допълнително се диференцират на два варианта, отбелязани с латинските букви **a** и **b**. Както и в по-горния пояс класовете с оскъдна (3.3.3.2) или без растителна покривка (3.3.2.1) се прекласифицират като естествени ландшафти на голи скали (**1a**). В този пояс иглолистните гори са естествената зонална растителност и затова класовете 3.1.2.1. и 3.1.2.3. представляват първичните ландшафти с коренна растителност (**1b**). На

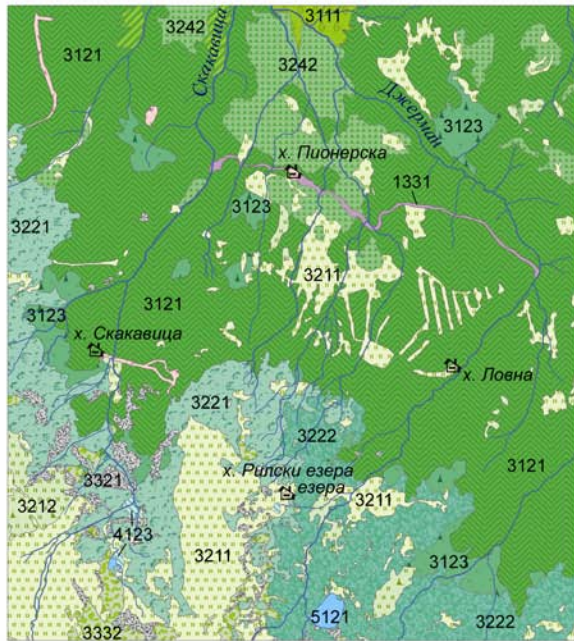
третата степен от скалата на антропогенизация на ландшафтите в този пояс съответстват класовете 3.1.1.2. (Естествени тревни площи с дървета и храсти) и 3.2.4.2. (Естествено възобновена млада гора). Площите с клас 3.2.4.2. са по-разпространени в долната половина на пояса и представляват стари сечища, в които поради оптималните условия зоналната горска растителност се възобновява бързо. Както и в горния пояс класовете с тревна растителност (3.2.1.1) и с хвойна (3.2.2.1) се прекласифицират като вторични ливадни ландшафти (**4**). Същото се отнася и за клас 1.4.2.1 (Съоръжения за спорт и отдых), който в този пояс има по-голяма площ. При строителството на деривацията „Джерман-Скакавица“ са направени изкопи и насипи, изградени са хидротехнически съоръжения. Засегнатите площи са класифицирани в слоя със земното покритие като строителни обекти (1.3.3.1) и отговарят на най-високата дванайсета степен на антропогенизация на ландшафтите.

Буковият пояс заема най-малка площ в КУ „Седемте езера“ и затова при него се наблюдава най-малко разнообразие както при класовете земно покритие, така и при съвременните ландшафти. Естествена зонална растителност са широколистните гори с главен едификатор обикновения бук. Затова площите заети с клас 3.1.1.1. (широколистни гори с непрекъснато покритие) се приемат като първични ландшафти (**1b**). Присъствието на клас 3.1.2.1. (иглолистни гори с непрекъснато покритие) би могло да се счита като слаба антропогенна трансформация, изразяваща се в промяна на растителната покривка в ландшафта (степен 2 от табл.1), но в случая става въпрос за естествена растителност. Обикновената ела има екологични характеристики много сходни до тези на бука и поради това тя расте по-често в умерените условия на буковия пояс и само отчасти прониква по-високо в иглолистния пояс. По тези причини площите с клас 3.1.2.1. също са прекласифицирани като първични ландшафти (**1b**). Незначителни площи с клас 3.2.4.2. са прекласифицирани като горско храстови ландшафти (**3**), а тези с 3.2.1.1. като вторични тревни ландшафти (**4**).

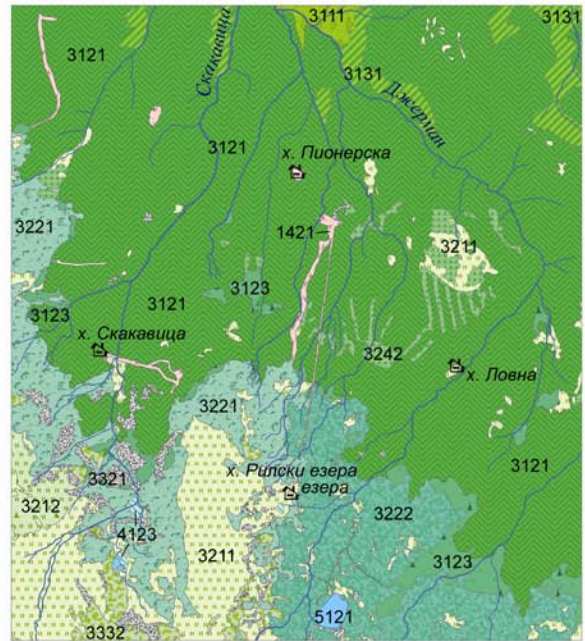
За разлика от кодовете на класовете земно покритие, които съдържат само цифри, надписването на ландшафтите става чрез буквено-цифрови индекси, отразяващи геокомпонентите, при съчетанието на които е формиран ландшафтът. С главни латински букви се означава поясът с подтип ландшафт. С малки латински букви се отразява литоложкият състав на скалната основа на ландшафтът, а с цифри (за първата степен има допълнително и букви) степента на антропогенизация на съвременните ландшафти представени в табл.1. Изходните карти със земното покритие и производните карти на съвременните ландшафти в КУ „Седемте езера“ съответстващ на състоянието им през 1988 и 2010 г. са представени на фиг.3.

За втория ключов участък „Богдая“ няма готови слоеве със земното покритие и определянето на степените на антропогенизация на съвременните ландшафти е извършено чрез визуално интерпретиране на орторектифицирани изображения. Като информационна база за инициалното състояние на ландшафтите са използвани аероснимки от есента на 1966 г. Заснети са с метричната камера Wild RC-8 от височина 4500 m и имат приблизителен мащаб от около 1:18 000. Сканирани са негативи на фотограметричен скенер във BTC – Троян с резолюция 1588 dpi. Използвани са четири кадъра, които образуват малък фотограметричен блок с два реда. Триангулацията е извършена със софтуера LPS на пакета ERDAS Imagine 9.1 с използване на 8 опорни точки и 37 свързващи точки. Понеже снимките са направени преди много време намирането на подходящи обекти по тях, които да съществуват сега и да могат да бъдат измерени с GPS приемник, представлява голяма трудност. Засичането на координатите е изпълнено с GPS приемник Topcon GRS-1 и двучестотна антена PG-A1. Резултатите от триангулацията са много добри – средната квадратична грешка от триангулацията е 0,8 m. Орторектифицирането е извършено чрез цифров модел на релефа с размер на клетката 30 m. Обработените изображения са черно-бели с размер на пиксела 50 cm.

За установяване на сегашното състояние на ландшафтите в КУ „Богдая“ е използвано космическо изображение от сателита WorldView-2, заснето на 18 август 2011 г. Изображенията от този сателит имат един панхроматичен канал с пространствена разделителна способност (ППС) от 50 cm (минимална 46 cm при заснемане на надир) и 8 спектрални канала с ППС 2 m. Тъй като предназначението на обработката на изображението е да стане подходящо за визуална интерпретация е направена операция за сливане на образите от панхроматичния и спектралните канали известна като „Pan-sharpening“. След анализ на резултатите е избран резултатът, който се получава при приложение на алгоритъма „Subtractive“. Той е приложен за изображение с четири спектрални канала. Затова е направен подбор и са използвани стандартните за такъв тип сателити четири канала: син (450 - 510 nm), зелен (510 - 580 nm), червен (630 - 690 nm) и близък инфрачервен (Near-IR1 – 770 - 895 nm).



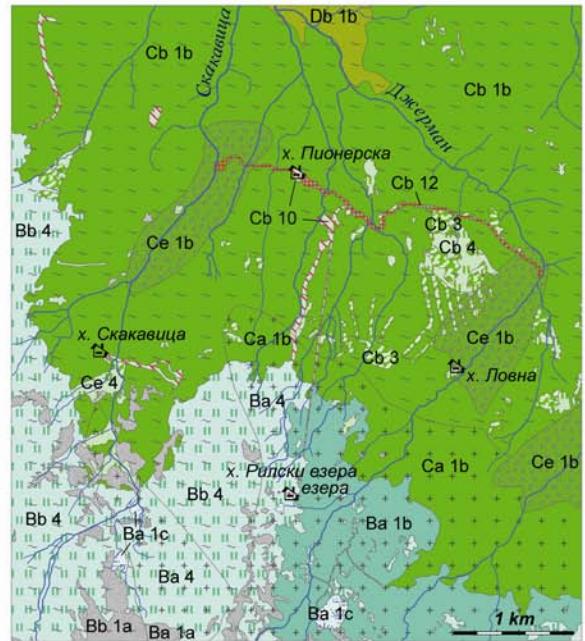
CLC 1988



CLC 2010



Landscapes 1988



Landscapes 2010

Фиг. 3. Карти на земното покритие (CLC 1988 и CLC 2010) по Гиков и Димитров 2013 [2] и карти на съвременните ландшафти (Landscapes 1988 и Landscapes 2010), съставени чрез трансформиране на информацията за земното покритие

Легенда към ландшафтната карта:

**Типове и подтипове ландшафти**

**В** – Студени хумидни ландшафти в субалпския пояс

**С** – Хладни хумидни в иглолистния пояс

**Д** – Умерени хумидни в буковия пояс

**Видове ландшафти:**

**а** – на магмени скали

**б** – на метаморфни скали

**е** – на моренни материали

**Подвидове ландшафти:**

**1а** – Естествени ландшафти на голи скали

**1б** – Естествени ландшафти със зонална растителност

**1с** – Естествени хидроморфни ландшафти

**3** – Горско-храстови ландшафти

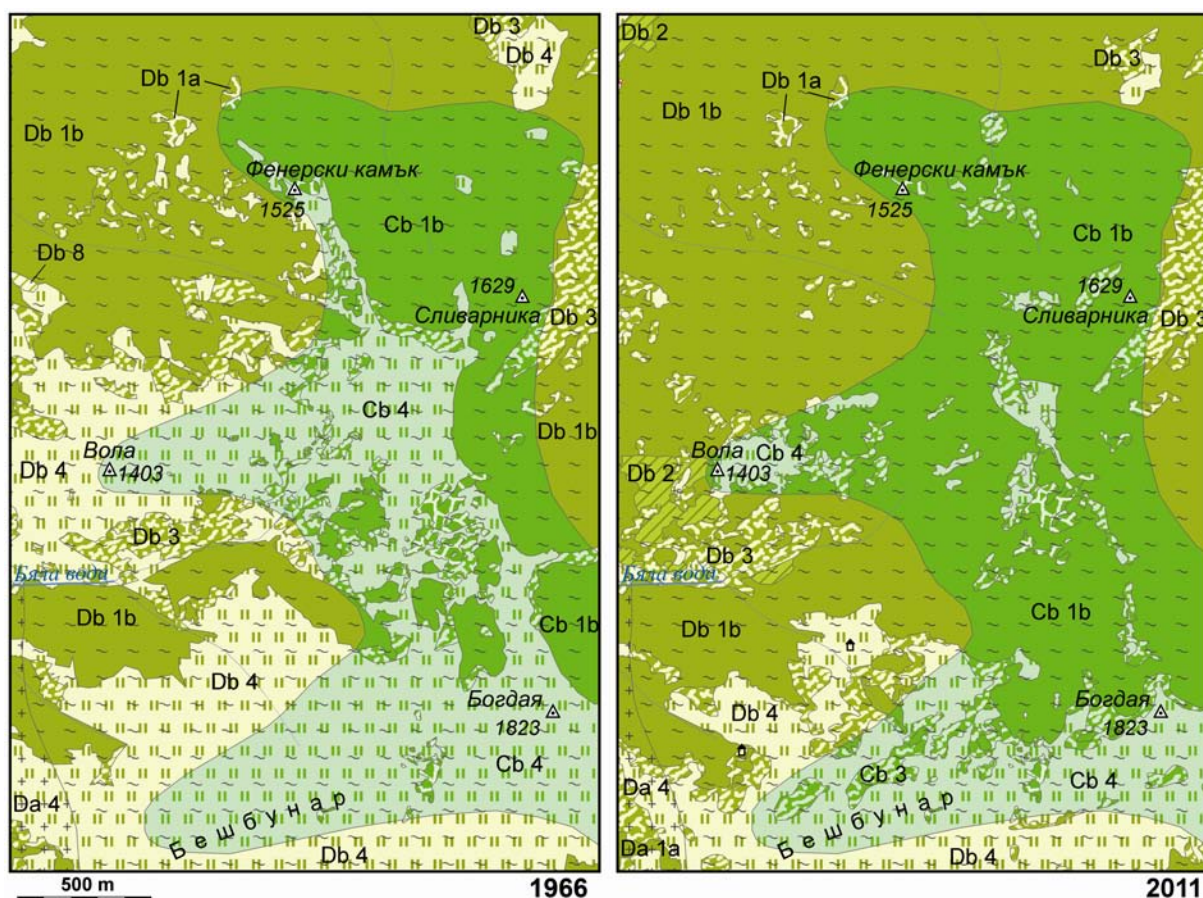
**4** – Вторични ливадни ландшафти

**10** – Рекреационни ландшафти

**12** – Техногенни ландшафти



Орторектификацията е направена на паншарпнатото изображение, като са използвани 8 опорни точки, същият цифров модел на релефа и рационалните полиномиални коефициенти (RPC file) на панхроматичния канал. Обикновено първо се прави орторектификацията по отделно на панхроматичния и спектралните канали и после се прилага „Pan-sharpening“. По този начин може да се направи автоматична класификация на орторектифицираните спектрални канали, но такава не е била планирана, а и разпознаването на обектите за опорни точки върху цветното паншарпнато изображение е по-лесно. Резултатите от орторектификацията са много добри (за планинска територия) – средната квадратична грешка е 0,68 m. Полученото цветно четириканално изображение има същата ПРС като снимките от 1966 г. – 50 см. Чрез визуална интерпретация е извлечена информация за степента на антропогенизация на съвременните ландшафти от обработените изображения, а за другите фактори на ландшафтна диференциация – от специализирани тематични карти. Картите със съвременните ландшафти в КУ „Богдая“ през 1966 и 2011 г. са показани на фиг.4



Фиг. 4. Карти на съвременните ландшафти, изготвени чрез визуална интерпретация на орторектифицирани изображения от 1966 и 2011 г.

#### Л е г е н д а

##### Типове и подтипове ландшафти

**С** – Хладни хумидни в иглолистния пояс  
**Д** – Умерени хумидни в буковия пояс и габърво-  
 горуновия пояс

##### Видове ландшафти:

**a** – на магмени скали  
**b** – на метаморфни скали

##### Подвидове ландшафти:

**1a** – Естествени ландшафти на голи скали  
**1b** – Естествени ландшафти със зонална  
 растителност  
**2** – Изкуствени горски ландшафти  
**3** – Горско-храстови ландшафти  
**4** – Вторични ливадни ландшафти  
**8** – Аграрни ландшафти

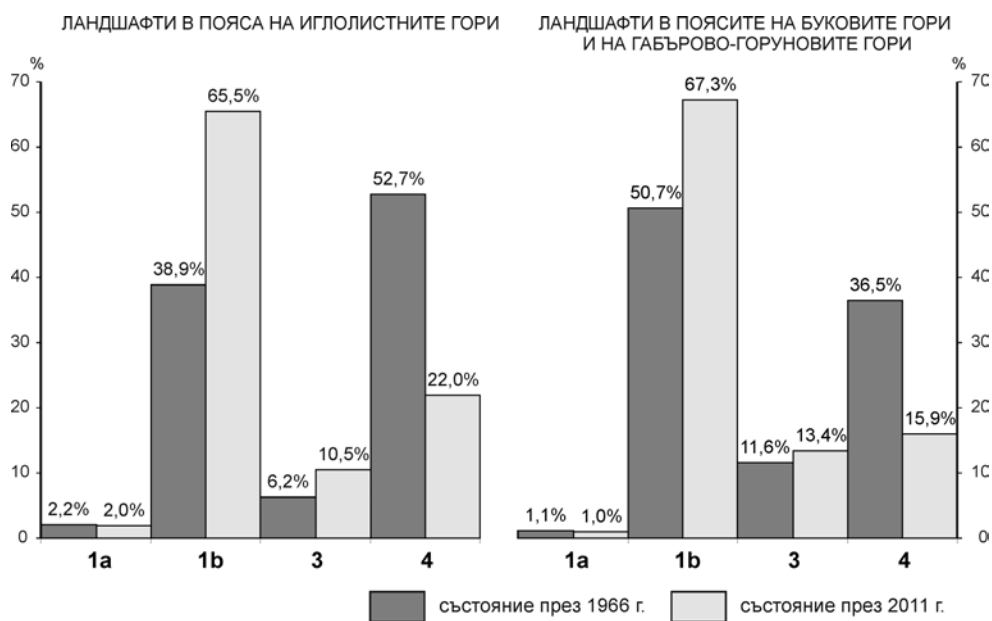
## Анализ на резултатите

Както при сравнителен анализ на картите със съвременните ландшафти в КУ „Седемте езера” за 1988 и 2010 г., така и при съпоставяне на площите им се вижда, че най-съществени изменения са настъпили в иглолистния пояс. През 1988 г. площта на първичните ландшафти със зонална растителност (**1b**) е била 1372,5 ха или 80% от площта на иглолистния пояс, а през 2010 г. се увеличава на 1588,8 ха (92%). Това увеличение се дължи на намаляване през този период на горско-храстовите ландшафти (**3**) и на вторичните ливадни ландшафти (**4**), които са съкратили площите си съответно от 10% на 2,8% и от 8,4% също на 2,8% от площта на пояса. Редуцирането на площта на преходните горско-храстови ландшафти е свързано най-вече с бързото възобновяване на естествената горска растителност в старите сечища около х. Пионерска, които през 2010 г. почти напълно са заменени от млада гора и можеше почти да отсъстват в карта за 2010 г., ако по-младите сечища не бяха се самозалесили с иглолистни фиданки. В резултат на мястото на съществуващите през 1988 г. вторични ливадни ландшафти (**4**) през 2010 г. се наблюдават преходни ландшафти (**3**), които след време ще се трансформират в такива с коренна растителност. Такава трансформация се наблюдава главно в няколко ивици с изсечена през 80-те години на ХХ в. гора северно от х. Ловна. В периода между двете заснемания северно от тях е извършена нова сеч и на нейно място са формирани вторични ландшафти с ливадна растителност (**4**). Само поради това антропогенно въздействие площта на тези ландшафти в иглолистния пояс не е съкратена с по-голям процент. Би могло да се предположи, че при отсъствие на антропогенен натиск коренната растителност в почти всички вторични ландшафти щеше да се възстанови по естествен път и през 2010 г. относителният им дял да е под 1%.

Макар и с неголяма абсолютна площ (16,7 ха) увеличението на рекреационните ландшафти през 2010 г. е почти двойно спрямо площта им през 1988 г. (8,7 ха). Причина за това е изграждането на лифта между хижите Пионерска и Рилски езера и прилежащата към него ски писта. Площта на най-силно антропогенизираните ландшафти и на двете карти остава неизменна – 9 ха или 0,5%. Това може да предизвика известно недоумение, защо територията на изграждащата се деривация „Джерман – Скакавица”, отбелязана на картата земното покритие територията през 1988 г. като клас 1.3.3.1. (Строителен обект) и променена през 2010 г. в клас 3.1.2.1. (Иглолистни гори с непрекъснато покритие), в ландшафтната карта за 2010 г. тя остава като техногенно променен ландшафт (**12**). Причината е, че за 22 годишния период растителността е започнала да се възстановява и при картографиране на земното покритие площта се отчита като предимно залесена, но когато се преценява степента на антропогенизация на ландшафта се отчита колко от ландшафтните компоненти са засегнати и на какво ниво. При строителството на деривацията е налице трансформация на много геокомпоненти, включително дори и скалната основа. Затова, въпреки отчасти възстановената растителност, територията на деривацията продължава да представлява ландшафт с висока степен на антропогенизация.

В субалпийския пояс също се наблюдава увеличаване на площта на ландшафтите със зонална растителност (**1b**). През 1988 г. те са били 192,9 ха, което е 26,3% от територията на пояса, през 2010 г. те заемат 219,8 ха или 30% от пояса. Това се дължи на превръщането на съществуващите през 1988 г. субалпийски ливадни ландшафти в ландшафти покрити с типичната за пояса клекова растителност, което още веднъж доказва антропогенната първопричина за възникването на ливадните ландшафти в пояса. Тяхното формиране е свързано с опожаряването на клека в миналото с цел освобождаване на площи за пасища. Другите първични ландшафти – на голи скали (**1a**) и хидроморфните и субхидроморфни (**1c**) не променят площите си през същия период. Най-съществено намаление на площта през 2010 г. се отбелязва при преходните ландшафти (**3**) от 12,9 ха на 4,2 ха, което се дължи на уплътняването на клековата покривка и трансформирането им към първични ландшафти (**1b**). Значително е увеличението на рекреационните ландшафти (от 0,2 ха на 0,8 ха), но като относителна площ те заемат само 0,1% от пояса.

Същата тенденция на възстановяване на естествената зонална растителност се наблюдава и ландшафтите от буковия пояс. През 1988 г. първичните ландшафти имат площ от 24,8 ха или 91,4% от него. През 2010 г. площта им нараства на 27,1 ха, което е 100%. Причините са аналогични като тези в иглолистния пояс и също са свързани с трансформация на вторични ливадни и преходни горско-храстови ландшафти към ландшафти със зонална растителност.



Фиг. 5. Относителен дял на съвременните ландшафти през 1966 и 2011 г. в КУ „Богдая”

На територията на КУ „Богдая” силно впечатление прави значителното увеличаване на ландшафтите с естествена зонална растителност (**1b**). По-голям ръст на тези ландшафти се забелязва в иглолистния пояс. През 1966 г. тяхната площ е била 123 ha или 38,9% от пояса, докато през 2011 г. площта нараства до 207 ha или 65,5% (фиг.5). В широколистния пояс естествените горски ландшафти са се увеличили от 196,3 ha през 1966 г. на 260 ha през 2011 г. Това почти двукратно увеличаване е свързано със съществуващите оптимални екологични условия за възстановяване на иглолистната гора и силно намаления антропогенен натиск след изнасянето на големите влашки стада. От устни източници е известно, че те са били там вероятно до 60-те години на XX в. когато са присъединени към ТКЗС и свалени в Дупница (тогава Станке Димитров). На снимките от 1966 г. ясно личат местата на кошарите, разположени по денудационните заравнености северно от Бешбунар. По-късно пашата продължава, но вероятно броя на животните е бил по-малък и на снимки от 70-те и 80-те години на XX в. на отделни места се забелязва начало на процес на залесяване. От началото на 90-те години антропогенният натиск значително намалява и процесът на възобновяване на горската растителност се ускорява.

Още по-голямо съкращаване на площите се наблюдава при ливадните ландшафти (**4**), което още веднъж подчертава тяхната вторичност. През 1966 г. в иглолистния пояс те заемат 166,3 ha или над половината от площта на пояса (52,7%), а в широколистния пояс 141,4 ha (35,5%). През 2011 г. и в двата пояса площта им е намаляла повече от два пъти. В иглолистния пояс тя намалява на 69,4 ha (22%), а в широколистния на 61,7 ha (15,9%). При сравнение с промените в КУ „Седемте езера” се вижда, че тук промените са много по-големи, но трябва да се има предвид и че периодът е два пъти по-дълъг. През този период площта на горско-храстовите ландшафти (**3**) бележи известен ръст, като по-голям е той в широколистния пояс. Нарастването на тяхната площ също е за сметка на вторичните ливадни ландшафти, които при сукцесионната смяна на растителността първо се трансформират в горско-храстови, след което горската растителност постепенно се уплътнява и се превръща в зонална.

Макар и незначително, известно намаление има и на площта на естествените ландшафти на голи скали. То се дължи на обрастването на периферните части на сипеите, намиращи се при Чанакчиите между върховете Богдая и Сливарника и сипеите по стръмния югозападен склон на в. Фенерски камък.

През 2011 г. се регистрира присъствието и на изкуствени горски ландшафти (**2**), които отсъстват през 1966 г. Това са иглолистни насаждения в буковия пояс. Още в началото на 70-те години е създадена ивица с борови фиданки в подножието на Фенерски камък, а вероятно в началото на 80-те е направено екзотично насаждение с лиственица източно от Бяла вода. През 90-те години по западния склон на в. Вола е извършено засаждане на голяма площ главно с бял бор. При аграрните ландшафти насоката на развитие е в обратната посока. Съществуващите 1966 г. незначителни площи (0,4 ha) напълно изчезват през 2011 г.

## Заклучение

И при двата изследвани ключови участъка се наблюдава ясна тенденция на увеличаване на площите на ландшафтите с коренна за зоната растителност. Това важи както в горските пояси, така и в субалпийския пояс, където естествената зонална растителност е клекът. Това показва, че макар външно тези ландшафти да изглеждат красиви и естествени, като произход те не са първични, а са резултат от достатъчно отдалечено във времето антропогенно въздействие. Освен това тенденцията е силно доказателство в обективното съществуване на потенциалните ландшафти.

Данните за земното покритие може да бъдат използвани при картографиране на ландшафтната диференциация на най-ниско таксономично ниво, но винаги тази информация трябва да бъде съгласувана със спецификата на зоналността, защото при класифицирането на земното покритие тя не се взема предвид.

## Литература:

1. Велчев, А. (1994). Формиране и еволюция на съвременните ландшафти в Югозападна България. Хабилитационен труд. С. 388 с.
2. 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. 312-320
3. 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)
4. Саров, С., Е. Войнова, С. Московски, Т. Железарски, К. Найденов, Д. Николов, И. Георгиева, В. Валев, Н. Марков. (2010). Геоложка карта на Република България М 1:50 000. Картен лист Сапарева баня (К-34-71-Б). С., Консорциум Геокомплекс, 38 с.
5. Саров, С., С. Московски, Т. Железарски, Е. Войнова, Д. Николов, И. Георгиева, В. Валев, Н. Марков. (2011). Геоложка карта на Република България М 1:50 000. Картен лист Дупница (К-34-71-А). С., Консорциум Геокомплекс, 8 с.
6. 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