



**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ**

Секция „Дистанционни изследвания и ГИС“

София 1113, ул. "Акад. Г. Бончев", бл. 1; тел./ факс: +359 2 988 35 03.; e-mail: office@space.bas.bg, http://www.space.bas.bg

Александър Георгиев Гиков

**Картографиране и анализ на съвременните
ландшафти в Рила планина чрез ГИС и
дистанционни методи**

АВТОРЕФЕРАТ

за получаване на образователна и научна степен

„Доктор“

Област на висше образование: 4. „Природни науки, математика и информатика“

Професионално направление: 4.4. „Науки за Земята“

Научна специалност: „Дистанционни изследвания на Земята и планетите“, код 01.04.12

Научен консултант:
Проф. д-р Евгения Руменина

София
2019 г.

Изследването е проведено в рамките на докторантура свободна форма на обучение в секция „Дистанционни изследвания и ГИС“ при ИКИТ-БАН. Дисертационният труд е обсъден на еднократно разширен научен семинар на секция „Дистанционни изследвания и ГИС“, проведен на 26.02.2019 г. и е разкрита процедура за публична защита с решение на Научния съвет на ИКИТ- (протокол №2/07.03.2019) БАН пред научно жури в състав:

1. проф. д-н Гаро Хугасов Мардиросян, ИКИТ-БАН
2. проф. д-р Евгения Кирилова Руменина, ИКИТ-БАН
3. проф. д-р Ангел Сергиев Велчев, ГГФ - СУ „Климент Охридски“
4. проф. д-р Марияна Костадинова Николова, НИГГГ-БАН
5. доц. д-р Георги Железов Георгиев, НИГГГ-БАН
6. доц. д-р Георги Николаев Желев, ИКИТ-БАН (резервен)
7. доц. д-р Стоян Цветанов Недков, НИГГГ-БАН (резервен)

Дисертационният труд е в обем от 149 страници, включващи 52 фигури, 17 таблици, библиография от 266 заглавия, от които 210 на кирилица и 56 на латиница, в това число 3 интернет страници.

Номерацията на фигурите и таблиците е запазена както е в дисертационния труд.

Дисертационният труд има следната структура:

Списък на използваните съкращения

Увод

Обект на изследване

Теоретични основи

Преглед на досегашните изследвания

Ландшафтна диференциация

Методология на изследването

Характеристика на типовете ландшафти

Развитие и многогодишна динамика на ландшафтите

Заклучение

Приноси и Списък на публикациите, свързани с дисертацията

Литература

Абстракт

Защита дисертационния труд ще се проведе на 14.05.2019 г. в зала 309 на блок 1.

УВОД

Рила е най-високата българска планина, чиито връх Мусала 2925 m е първенец и на Балканския полуостров. Тя е негов главен орографски и хидрографски възел. Поради своята масивност и монолитност Рила има и голяма средна надморска височина – около 1500 m.

Рила се отличава със специфични особености на природния комплекс. По тази причина тя е била обект на редица изследвания от специалисти в науките за Земята, които започват активна дейност след Освобождението и началото на XX век. Изследват се отделни компоненти на природния комплекс – скалния комплекс, флората, фауната, водното богатство. Постепенно с натрупването на материал се съставят и първите тематични карти в по-едър мащаб.

С навлизането у нас на идеите на ландшафтознанието, започват първите опити за изучаване и картографиране на природния комплекс като цяло. Първата ландшафтна карта на планината, макар в доста дребен мащаб (1:500 000), съставя Петров (1982), която е публикувана, в Енциклопедия България под името “Ландшафтна карта на Рилската провинция”. Отделени са 14 групи ландшафти, които се обединяват в 8 подтипа и 4 типа ландшафти. В последствие той заедно с други автори променя легендата и диференцира две от единиците (общо 16), но контурите на границите почти не се променят (Петров и др., 1984).

По-късно Велчев (1994) при изследване на еволюцията и развитието на ландшафтите съставя ландшафтна карта на Югозападна България в М 1:200 000, която включва и цялата територия на Рила. Поради по-едрия мащаб са отделени повече ландшафтни единици: 32 рода, 12 подтипа и 6 типа ландшафти.

По същество и двете карти са на естествените или потенциалните ландшафти. Потенциални ландшафти са тези, които биха се развили при съществуващите условия, но без намесата на човека. Антропогенната дейност внася изменения в природния комплекс, като те най-често се изразяват в промени на растителния компонент на ландшафта. Например в Рила на височина 1500-2000 m при нормално развита почвена покривка се развиват иглолистни гори. Ако на дадена площ бъде унищожена растителната покривка образуват ландшафти са антропогенна модификация на потенциалните. В тях природните компоненти - скалната основа, релефът, почвената покривка и хидро-климатичните условия са сходни, но горите са заменени с пасища. Възможни са и по-значителни промени. Тези, формирани при съчетанитето на природните фактори и модифицирани от човешката дейност се наричат съвременни. Картите на съвременните ландшафти отразяват реалното разположение на природните и природно-антропогенните комплекси за дадена територия и имат голямо приложно значение. До сега не е изготвена ландшафтна карта на съвременните ландшафти за територията на цяла Рила планина.

Геоинформационните технологии в последните години се наложиха като универсален инструмент за осигуряване, съхранение, обработка и моделиране на пространствени данни. Неизбежно те станаха важно средство при ландшафтните изследвания и създаването на ландшафтни карти. Особено ценна информация се получава при използването на дистанционни методи. С тяхна помощ е възможно да се направи ландшафтно картографиране с такава детайлност, която е непосилна при приложението само на теренни и други традиционни методи за изследване на ландшафта. Освен това архивните аероснимки, заснети преди няколко десетилетия, дават възможност да се „върне времето назад“ и да се картографира състоянието на ландшафтите в миналото.

За първи път дистанционни методи са използвани в района на Рила в края на 70-те години на XX в. от смесен българо-съветски екип (Кравцова и др., 1979). Чрез сканерни самолетни изображения е направено картографиране на земното покритие в няколко полоси в периферията на планината. От 90-те години на XX в. на цялата територия на България, включително Рила планина, периодично се изготвя карта на земното покритие, която е част от паневропейския проект CORINE. Земното покритие се картографира със стандартизирана номенклатура на класовете земно покритие, която на трето ниво съдържа общо 44 класа. Информацията за земното покритие е извличана от сателитни изображения. Тъй като земното покритие на практика отразява типа земеползване тази информация може да бъде полезна и за картографирането на съвременните ландшафти. Същевременно обаче трябва да се прави ясна разлика между земно покритие, представляващо моментното състояние на повърхността и съвременен ландшафт. Ландшафтът е система от природните компоненти, формирана от природните фактори и трансформирана от човешката дейност.

Обект на изследване е територията на Рила планина, заедно с подножните ѝ части в околните котловини. Основната **цел** на настоящата работа е изучаването на съвременните ландшафти в Рила планина чрез създаване на карта, отразяваща не само природните закономерности при формирането на ландшафтите, но и съвременната им антропогенна трансформация. Най-подходящи инструменти при изпълнението на тази цел са дистанционните методи и географските информационни системи (ГИС). Като динамична система ландшафтът се изменя във времето. Второстепенна цел е изследване на многогодишната динамика на съвременните ландшафти, предизвикана както от природните фактори на ландшафтна диференциация, така и от човешката дейност.

За постигане на определените цели са поставени следните **задачи**:

- Анализ на главните фактори за ландшафтна диференциация и извеждане на основните закономерности при тяхното проявление и териториален обхват.

- Създаване на ГИС базиран модел, за изчисление и картографиране на териториалното разпространение на климатични показатели, определящи формирането на височинно разположени ландшафтни пояси в Рила. Моделът е необходимо да отразява различията между склоновете със северно изложение и склоновете с южно изложение.
- Дефиниране на прагови стойности на подходящи климатични показатели за определяне на границите между типове и подтиповете ландшафти.
- На базата на съществуващите разработки, създаване на нова ландшафтна класификация, която едновременно да отразява, както основните зонални закономерности на разпространение при ландшафтите от по-висш ранг заедно с азоналните особености при по-ниските нива на йерархия, а така също и степента на антропогенна трансформация на потенциалните ландшафти.
- Характеристика и анализ на антропогенните трансформации на ландшафтите и разработване на методика за извличане на информация за степента на антропогенизация от слоевете с „Корине земно покритие“.
- Набавяне на богата геопространствена информация за изследвания район. Включително георефериране на сканирани топографски и тематични карти, обработка на самолетни снимки и разнообразни сателитни изображения. Извършване на пространствени анализи в растерна и векторна ГИС среда.
- Изграждане на гео-база данни за изследваната територия, съдържаща слоеве с потенциалните и съвременни ландшафти, а също и хидрографската и пътна мрежа в района, по-важни върхове, туристически обекти и др.
- Изготвяне на карта на съвременните ландшафти в Рила планина в М 1:100 000.
- Анализ на многогодишната динамика на ландшафтите в три ключови участъка чрез интерпретация на архивни и съвременни снимки. Изготвяне на детайлни ландшафтни карти за тях, отразяващи миналите състояния и промените, които се наблюдават в съвременните ландшафти през годините.

1. ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ, ГРАНИЦИ И КРАТКА ХАРАКТЕРИСТИКА

Обект на изследване е Рила планина. Най-високият връх на планината — Мусалà, със своите 2925,2 m е и най-високият на Балканския полуостров и Югоизточна Европа.

В обхвата на изследване, освен територията на Рила планина, са включени части от околните котловини до протичащите в тях реки. Така например на

североизток районът на изследване включва Долнобанската котловина до течението на р. Марица, а на северозапад Дупнишката котловина до течението на р. Джерман. На запад изследваната територия достига до коритото на р. Струма и по този начин по-голямата част на Благоевградската котловина влиза в района на изследване. На югоизток от Разложката котловина е включена северната ѝ част с поречията на реките Белишка, Драглишка и Изток. В тези граници районът на изследване има площ от 2898,8 km² и надвишава посочената от Иванов (1966) и приета от други автори (Радучев, 1984, 1988) площ на Рила с 270 km². Нарастването на изследваната територия за сметка на околните котловини е причина и за разлика в средната надморска височина. Изчислена на основата на цифров модел на релефа (DEM) с размер на клетката 50 m тя е 1393 m н.в. или с 94 m по-малка от установената от Иванов – 1487 m н.в.

С това разширение на обхвата на изследваната територия се увеличава вертикалният диапазон на изследваната територия, като целта е да се обхване по-пълно височинния ландшафтен спектър, който съществува в тази част на България.

2 ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За изследване на съвременните ландшафти в Рила планина е използван комплекс от научни методи, базирани на теоретичните основи на науката за ландшафта и на дистанционните методи за получаване на информация за обектите на земната повърхност. В главата са изложени основните теоретични постановки на двете научни направления от науките за Земята, които се явяват като база на изследването. Представени научните направления в ландшафтознанието. Представени са дефиниции за използваните на използваните в дисертацията термини от двете научни направления.

В дисертационния труд е използвано определение, според което под **ландшафт** се разбира специфична географска територия, представляваща система от всички природни компоненти (скали, почва, въздух, вода, растителност и животни), която се променя във времето под влиянието на природните фактори и човешката дейност. Тази дефиниция е една от най-кратките, но отразява най-важните характеристики от същността на термина.

Ландшафтите представляват природно-териториален комплекси, които не са застинали във времето, а са подложени на постоянни изменения, свързани с тяхната динамика и развитие. Многогодишната динамика е свързана със закономерната смяна на различни състояния след деструктивна антропогенна намеса или естествен процес. При липса на външен натиск след време време ландшафтът се възстановява в естествения си вариант. Затова в ландшафтната литература се използва и понятието *потенциален ландшафт*. Това е естественият ландшафт, чието формиране е плод на природните фактори за ландшафтна диференциация. В действителност човешката дейност променя част от природните компоненти на ландшафта и в резултат се формират *съвременните ландшафти*. Това са реално съществуващите ландшафти, резултат от комплексното взаимодействие на природните и антропогенни фактори за ландшафтна диференциация.

3. ПРЕГЛЕД НА ДОСЕГАШНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В РАЙОНА НА РИЛА

Като най-висока планина на Балканския полуостров Рила отдавна е привлякла вниманието на изследователите. В началото това са по-скоро натуралисти-енциклопедисти, като Ами Буе, но постепенно територията на планината става обект на изследване на специалисти от различни области на знанието.

В главата е направен преглед на по-важните публикации, свързани с Рила планина в областта на геологията, геоморфологията, климатологията, хидрологията, биологията, науката за гората, а също така и в областта на приложение на дистанционни методи. Най-съществено внимание е отделено на изследванията на ландшафтите в Рила и най-вече на ландшафтните картати на Петров (1982) и Велчев (1994). Анализирани са положителните качества на досегашните разработки, но същевременно са оценени и техните недостатъци.

4. ЛАНДШАФТНА ДИФЕРЕНЦИАЦИЯ

Ландшафтната диференциация отразява разнообразието от природни комплекси на дадена територия. Изучаването им изисква те да бъдат класифицирани и систематизирани. Под това понятие се разбира диференцирането на цялата съвкупност от обекти, които имат известно сходство, ранжирани са по някакъв признак и които се съподчиняват така, че по-нисшият ранг да се отнася към по-висшия като част към цяло. Систематизацията има хоризонтално и вертикално изражение. Класификацията на ландшафтните отразява хоризонталната диференциация, а таксономията тяхната градация или йерархия (Арманд, 1975). Формализацията на тези структури е прието да се нарича типологична класификационна система, представляваща основа на всяко ландшафтно изследване.

Най-значимата черта на ландшафтната сфера е зоналността, обусловена преди всичко от сферичната форма на Земята – следователно всяка класификация трябва да е съобразена с тази основана закономерност.

Като се изхожда от тази позиция логично е при подбор на диагностични критерии за ландшафтна диференциация да се върви от общото към частното – т.е. на по-високо таксономично ниво да се използват такива критерии, чието проявление има зонален характер, а когато се слиза на по-ниско таксономично ниво да бъдат използвани фактори за ландшафтна диференциация, които имат предимно а зонален характер.

По такъв начин, създадената класификационна система на ландшафтните, направена за отделно изследван район, няма да бъде „сама за себе си”, без възможност за свързване и сравнение със съседните територии, а ще може да се разглежда като част от цялостната ландшафтна сфера.

Класификация, която не е обвързана с основаната закономерност и поне на по-високо ниво да не може да се “свърже” със съседните ландшафти би трябвало да се счита за неправилна.

За територията на цялата страна са направени три ландшафтни класификации (Петров, 1979; Велчев и др., 1992; Попов, 2001) и доста повече регионални. От тях по-подробно са разгледани разработките на Петров, публикувани в Енциклопедия България т.3 (1982), монографията за Рила (Стойчев и Петров, 1981) и статията за ландшафтно-геофизичните изследвания (Петров и др., 1984) и класификацията на Велчев в хабилитационния му труд за ландшафтите на Югозападна България (1994). След задълбочен анализ е направен изводът, че нито една от тях не е напълно приложима за територията на Рила за създаването на ландшафтна карта в М 1:100 000. По тази причина е създадена нова ландшафтна класификация, опираща се на предимствата на разгледаните класификационни системи.

Основни принципи и подходи. При разработването на класификацията на ландшафтите се използват следните подходи: а) йерархичен – класификацията трябва да отразява отношенията на съподчиненост между ландшафтите и при определяне на факторите за ландшафтна диференциация на отделните таксономичните нива да се спазва определена последователност, като се започне със зоналните фактори за (широчинна, меридионална и височинна зоналност) и в низходящ ред следват а зоналните (скална основа, релеф), а на най-ниските нива да се отчита влиянието на антропогенния фактор; б) генетичен – при диференциацията трябва да се отчита произхода на ландшафтите във връзка с конкретните фактори за ландшафтообразуване; в) структурно-функционален – изхожда се от постановката, че структурите в природата се формират под влиянието на потоците от вещества енергия и информация; г) физиономичен – при обособяването на ландшафтните единици притежаващи висока степен на физиономична информативност, например типовете земеползване, отделяни на основата на дистанционни изследвания.

При разработването на класификационната система се спазват следните принципи: а) принцип на комплексност – ландшафтът се явява определено взаимосвързано съчетание на основните природни компоненти; б) принцип на относителна еднородност – всеки ландшафт може да заема различни по размери пространства, които не е задължително да са единни по обхват, т. е. ареалите на даден тип или вид са най-често разкъсани; в) принцип на логична коректност – спазване на основните логически принципи за изграждане на класификационна система; г) принцип на единна пространствена размерност на класификационните категории; д) принцип за практическа приложимост – класификацията да бъде лесно приложима за различни практически цели (нагледно-информационни, консервационни, административни и др.)

Както и в трите публикувани класификации на ландшафтите в България (Петров, 1979, Велчев и др., 1992, Попов, 2001) в класификационната йерархия

има 4 основни таксономични нива, като за по-добро отразяване на ландшафтна диференциация се използват и два субтаксона – подтип и подвид.

<i>Основни таксономични нива</i>	<i>Диагностични критерии</i>
Клас	проявление на зоналността
Тип	хидро-климатични условия
Подтип	типове растителност
Род	тип релефообразуващ процес
Вид	скална основа
Подвид	според степента на трансформация

Клас. Класът ландшафти обикновено се явява най-високото ниво в таксономичната йерархия на повечето ландшафтни класификации. Диагностичен признак е характерът на проявление на зоналността – хоризонтална или вертикална. От тази гледна точка е възможно да има само два класа ландшафти – равнинни и планински. В Рила зоналността се проявява почти само във вертикално направление, следователно тук съществува един клас ландшафти – *планински*.

Тип и подтип ландшафти. Съгласно възприетата класификационна схема на ландшафтите на ниво тип като основен диагностичен критерий се използват хидро-климатичните условия. Подобно тълкуване на критериите за диференциация се срещат и в трите цитирани класификационни системи за територията на България.

За диференцирането на ландшафтите на това таксономично ниво се използват комплексни хидро-климатични показатели и индекси, като тези на Де Мартон, Иванов, Торнтуейт. Този подход дава възможност хидро-климатичните условия да бъдат представени посредством количествени характеристики. Подробната методика за определяне обхвата на типовете ландшафти чрез комплексни хидро-климатични показатели е представена в пета глава.

В изследваната територията се обособяват четири типа ландшафти: 1) *Студени хумидни*; 2) *Хладни хумидни* и 3) *Умерени хумидни и семихумидни* 4) *Топли семихумидни* (табл.4.1).

В рамките на типовете ландшафти обикновено се обособяват подтипове, като за диагностичен критерий е възприет екологичният тип растителност. В планините те са представени под формата на височинни пояси, които също добре се корелират със стойностите на хидро-климатичните показатели. Това дава възможност за по-прецизно определяне на границите между отделните типове ландшафти, тъй като растителността може да се използва като важен визуален индикатор, различим както на терена, така и на сателитни и аерофотоизображения.

Първият тип ландшафти – Студени хумидни в Рила планина се диференцира на два подтипа – на ландшафти, формиращи *в пояса на алпийската тревна растителност* и подтип ландшафти, формиращи *в пояса на субалпийската храстова растителност*. В картата ландшафтите са означени с индекси, като за подтиповете ландшафти са използвани главни букви от латинската азбука. Първият подтип е означен с буква „*A*”, а вторият с буква „*B*”.

Хладните хумидни имат само един подтип – ландшафти, развити в *пояса на иглолистните гори*. В ландшафтната карта те са означени с латинската буква „С“. Типът с умерени хумидни и семихумидни ландшафти се диференцира на два подтипа – ландшафти, развити в *пояса на буковите гори*, който заема по-голяма надморска височина и ландшафти, развити в *габърново-горуновия горски пояс*, който обикновено е на по-малка надморска височина. В Рила се наблюдава една важна особеност на пространственото разположение на двата подтипа. Поради значителното влияние на експозицията обикновено двата подтипа заемат двата срещуположни склона на приблизително еднаква надморска височина. Например ландшафтите с букови гори са разположени в долната част на северния склон на Бричеборското било, където условията са по-мезофитни. Обратното в основата на склона, спускащ се от Мальовишкото било, който е предимно с южно изложение и където условията са по-ксерофитни, са разположение ландшафтите от габърново-горуновия пояс. По тази причина за улесняване на ландшафтното картографиране двата подтипа, съставляващи типа с умерени хумидни и семихумидни ландшафти са обединени в един пояс, който е означен с буквата „D“. Топлите семихумидни ландшафти са разположени най-ниско и съдържат един подтип – ландшафти, развити в *пояса на дъбовите гори*. За означаване на този подтип ландшафти е използвана латинската буква „E“.

Род ландшафти. Следващите таксони в класификацията – род и вид ландшафти, се обособяват на основата на признаци, които в по-голяма степен могат да бъдат отнесени към азоналните фактори за ландшафтна диференциация. На ниво род ландшафти като основен диагностичен критерий се приема преобладаващият тип релефообразуващ процес. Досегашните геоморфоложки проучвания (Гловня, 1958, 1962, 1968) показват, че над около 1900 – 2000 m н.в. преобладаващите съвременни морфогенетични процеси са периглациалните. От друга страна в тази част на планината най-характерен облик придава глациалната морфоскулптура, която е изключително реликтна. Затова тук преобладаващият тип релеф е *периглациалният и реликтноглациалният*.

В по-ниските части на планината преобладаващите съвременни морфогенетични процеси са ерозионно-денудационните. Там където ландшафтите са изградени върху метаморфна или магмена основна скала от родът ландшафти е *ерозионно-денудационни*. По-различен характер има релефът в ландшафтите, формирани върху моренни материали. Те имат реликтноглациален произход, но преобладаващите съвременни процеси са ерозионно-денудационните. Затова те формират отделен род ландшафти – *реликтноглациални и ерозионно-денудационни*.

В подножните части на планината освен ерозионно-денудационните процеси значителна роля имат и акумулационните. Благодарение на тях са натрупани алувиални, пролувиални и делувиални наноси върху които са формирани род ландшафти *ерозионно-денудационни и акумулационни*.

Общият брой ландшафти род в Рила планина на ниво е 10.

Вид ландшафти. При диференциацията на ниво вид водещ фактор е литогенната основа. За целите на ландшафтната диференциация разнообразните

литоложки разновидности, налични в геоложките карти, трябва да се генерализират в голяма степен. Предвид значението на скалите за формирането и функционирането на ландшафтите, като основен признак за тяхното обединяване се използват състава, свойствата и устойчивостта им на изветряне и ерозия, докато възрастта и генезиса имат по-малко значение. След обстоен анализ на литоложките единици, беше извършено групиране на скалите за целите на ландшафтната диференциация и съответно генерализация на картния материал. Така са отделени *шест групи скали*: 1) магмени (гранитоидни) скали; 2) метаморфни скали; 3) споени седиментни скали; 4) слабоспоени седиментни скали; 5) моренни материали; 6) алувиални, делувиални и пролувиални материали.

Подвид ландшафти. Дотук класификацията на ландшафтите отчита природните фактори на ландшафтна диференциация. Тяхното съчетание формира естествените ландшафти, които в ландшафтознанието се наричат *потенциални ландшафти*. При формирането на съвременните ландшафти се намесва още един фактор – антропогенният. Чрез дейността си човекът трансформира потенциалните ландшафти, превръщайки ги в *съвременни ландшафти*. В повечето случаи тази трансформация е временна и оставени достатъчно дълго време без антропогенно вмешателство съвременните ландшафти се самовъзстановяват, достигайки отново потенциалния си вариант. По тази причина антропогенният фактор на ландшафтна диференциация е поставен на най-ниското йерархично ниво в класификацията.

Исторически антропогенизацията на ландшафтите в Рила е свързана с примитивната железодобивна промишленост и обвързаното към нея специфично природоползване, селското и горско стопанство, а в по-ново време с изграждането на хидротехнически съоръжения и туристическа инфраструктура.

В района на Рила с рударство са се занимавали траки, римляни, българи и турци. В древността се е добивало злато и други ценни метали, докато в периода XVI-XIX в. процъфтява примитивната железодобивна промишленост. За суровина е ползван магнетит, добиван от разсипни находища. Историческите сведения сочат, че този поминък е бил съсредоточен по северното и част от западното подножие. Най-големият металургичен център е бил Самоков. В Самоковския железодобивен район в началото на XVII в са работили 21 самокова (Георгиев, 1978). Смята се, че един самоков за денонощие е обработвал продукцията от четири видни (примитивни пещи). Като гориво са се използвали дървени въглища, които са били произвеждани от околните гори. Радков (1961) изчислява, че за производството им в Самоковско годишно са добивани около 150 000 m³ дърва. Този огромен дърводобив е довел до обезлесяване в района. Значителен брой самокови и свързаните с тях видни е имало и в североизточното подножие на планината, а също и в Дупнишкия район.

При анализ на антропогенизацията, свързана със селското стопанство, се разграничават промените, дължащи се на животновъдството от тези причинени от земеделието. Най-същественото въздействие на животновъдството е породено от опожаряването на големи горски площи с цел създаване на пасища. Особено

сериозен ефект върху деградацията на горските ландшафти е имало по време на Османската империя, когато огромни стада лятно време са пашували в планината, а през зимата са се премествали по Беломорието. Тогава честа практика била да се причиняват пожари есенно време, непосредствено преди свалянето на стадата. При земеделската трансформация на ландшафта естествената растителна покривка се заменя с нехарактерни видове, като в нивите ежегодно се извършва оран и се отнема голяма част от биопродукцията, същевременно се внасят външни за ландшафта вещества – торове, нерядко и пестициди. С по-малка степен се характеризира антропогенната трансформация при овощните градини и лозята.

Традиционно горскостопанската дейност се свързва с ползването на горските ландшафти като източник дървен материал, но в действителност тя е свързана с различни по дълбочина трансформации на ландшафта. Най-деградираща е ролята на голите сечи, след които за дълго растителната покривка е силно променена. Когато те се провеждат на стръмни терени съществува допълнителна опасност от проявление на интензивна ерозия и скъсяване на почвения профил. При избирателните сечи гората се прорежда, голяма част от фитомасата се изнася, но периодът на възстановяване е по-малък. Такива сечи може да изменят не само възрастовия състав на гората, но и видовия състав. Особен случай на горскостопанска дейност е провеждането на залесителни кампании. При тях човекът съзнателно възстановява горския характер на ландшафта, но често вследствие на това става изменение на видовия състав. Гората в такива ландшафти обикновено е по-неустойчива и може по-лесно да пострада от болести или ветровали. Въпреки това, когато става въпрос за ландшафти в горските пояси, такъв тип антропогенизация може да се отнесе към най-слабата.

Поради изобилието си водните ресурси в Рила са били обект на стопанско ползване през различните епохи. През XX в. започва използването на водната енергия за производство на електричество. През 20-те години стартира изграждането на хидроенергийната каскада „Рила“ с водноелектрическите централи „Калин“, „Каменица“, „Пастра“ и „Рила“, която е завършена през 1953 г. Тук се намира най-високо изграденият язовир в България – Калин (2394 m н.в.). Циркусното езеро Карагьол е преградено със стена с височина 19,5 m, като така обемът му е повишен на 2,2 млн. m³ и е включено в каскадата посредством двукилометров тунел. В източната част на планината е изградена друга хидроенергийна каскада – „Белмекен – Сестримо – Чаира“. За увеличаване на водните ресурси са построени няколко събирателни деривации, разположени на различна надморска височина. Три събирателни деривации на кота 1900 пренасят води от други водосборни басейни към язовир „Белмекан“. Общата дължина на каналите и тунелите е 272 km, като от тях 73 km са тунели. За водоснабдяване на София през периода 1939-1945 г. е построен яз. Бели Искър, който има обем от 15,3 млн. m³.

Заливането на сухоземните ландшафти след строяването на язовир води до тяхното унищожаване. Те се превръщат в аквални антропогенни ландшафти,

като площта и нивото им се регулират от човека. При строителството на съоръженията от деривациите в Източна Рила е променен и първичния релеф. Край входовете на тунелите са натрупани значителни обеми скална маса изкопана от тях. По-значителни са табаните в долината на р. Айран дере (Чавча), на около 1,5 km от опашката на яз. Бели Искър и в долината на Белишка река под Вапските езера. На други места все още личат изкопи. Най-значителната негативна форма е каменната кариера на около 1 km на север от главната стена на яз. Белмекен, от където е добиван материал за изграждането на стената на язовира. Друга кариера е разположена в долината на Малка Баненска река над Трещеник. Там пясъкът и чакълът от голямата морена, разположена на около 2000 н.в., са използвани като инертен материал за строителството на съоръженията от деривациите. Имало е бетонов център.

В последните десетилетия фактор за антропогенизацията на ландшафтите в Рила стана туризмът. През 60-те и 70-те години на миналия век Боровец се превръща в ски курорт като за целта са просечени много писти, изградени са въжени линии. Едновременно са построени и редица хотели, почивни станции и прилежаща инфраструктура, като строителството продължава и през следващите десетилетия. По характера на трансформацията на ландшафтите антропогенизацията в курорта се доближава до тази в урбанизираните територии, но интензивността ѝ е по-слаба. По пистите горската и клековата растителност е устойчиво заменена с тревна, така че антропогенната модификация на тези ландшафти е по-слаба. Ски съоръжения са изградени още над летовище Бодрост, Семково, при ЦПШ „Мальовица“, над с. Говедарци, Паничище, при х. Рилски езера, при х. Христо Смирненски и Трещеник.

С най-голяма степен на антропогенизация се характеризират ландшафтите в урбанизираните територии и техногенните ландшафти, които се формират при разработването на открити кариери и мини, насипването на табани, сметища и др. Техногенните ландшафти в изследваната територия са малко и с неголяма територия. Освен кариерите при Белмекен и Малка Баненска река и табаните при тунелите, като техногенни ландшафти са класифицирани и картографирани кариерата за инертни материали до коритото на р. Марица между Долна баня и Костенец и надземната част на въглищната мина при квартал Ораново на Симитли. Общият брой на ландшафтите на ниво подвид е 161.

Ако се разглежда като фактор на ландшафтна диференциация антропогенизацията може да се раздели на историческа, чието пряко влияние в съвременните ландшафти трудно се открива и те в голяма степен може да се приемат за потенциални, и съвременна антропогенизация, която има пряко отражение върху съвременното състояние на ландшафтите. Например следите от рудодобива в древността днес трудно се откриват, макар че това е довело до формирането на антропогенен микрорелеф в местността Надарица. По-комплексен е въпросът с влиянието от прекомерното ползване на горски ресурси за целите на примитивния железодобив. Макар горските ландшафти в голяма степен да са се възстановили оттогава, според Радков (1961) това е довело до изкуствено понижаване на горната граница на гората.

5. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За целите на изследването е използван комплекс от методи, присъщи на различни научни дисциплини – науката за ландшафта, климатологията, дистанционните изследвания, фотограметрията, геоинформационните технологии и др.

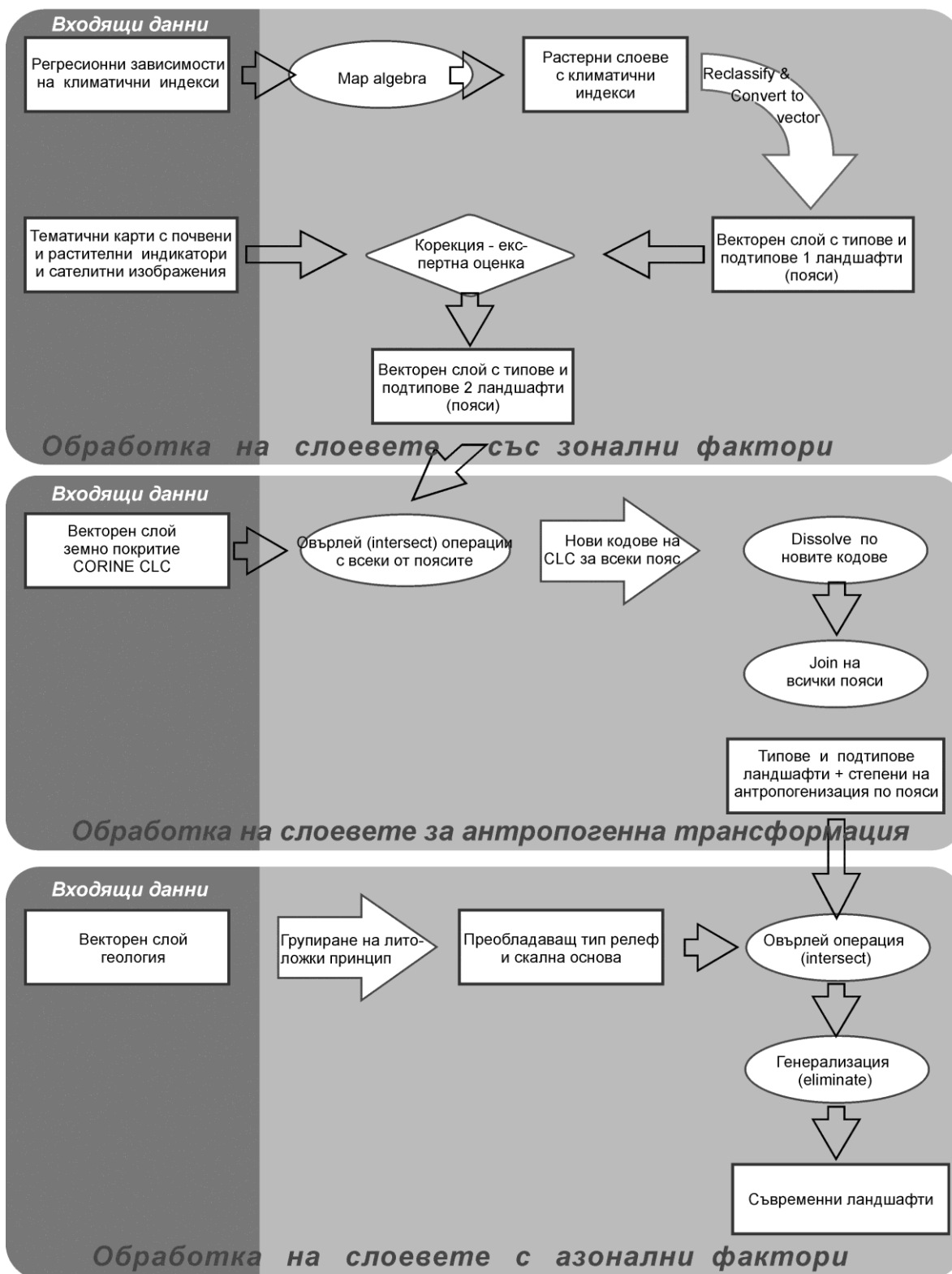
5. 1. Определяне на ландшафтните пояси, свързани със височинната зоналност в Рила планина.

При камералното съставяне на ландшафтните карти традиционно се прилага подходът „отгоре - надолу”, което означава, че първо се отделят по-висшите таксони, после по-низшите. В миналото за тази цел се използваша тематични карти (почвена, горска, геоложка и т.н.), по възможност в еднакъв мащаб, от които на паус се извличаше информация за пространственото разпределение на даден фактор за ландшафтната диференциация. Съвременните ГИС софтуерни пакети дават възможност налагането на тематичните карти с факторите за ландшафтна диференциация и всички операции по камералното създаване на ландшафтна карта да се извършва в компютърна среда. Обобщена блок схема с логическите операции, извършени при картографирането на съвременните ландшафти в Рила планина, е показана на фиг. 5.1. Те се състоят от три главни групи: обработка на данни за определяне на зоналните фактори на ландшафтна диференциация, обработка на данни за определяне на степента на антропогенна трансформация и обработка на данни за определяне на а зоналните фактори на ландшафтна диференциация.

Основният фактор за формирането на ландшафтни пояси в Рила планина е промяната, която настъпва в редица основни климатични елементи с увеличението на надморската височина. С изменението на топлинния режим и условията на овлажняване се променят и предпоставките за формиране на различни типове растителност. Може да се обобщи, че с увеличаване на надморската височина се подобряват условията на овлажнение, но същевременно топлинните ресурси намаляват и те стават лимитиращ за растителността фактор.

Авторите, изследвали климатичните, агроклиматичните или хидроложките условия и ресурси в Рила планина отбелязват, че съществува ясна корелативна връзка между промяната на даден климатичен показател и увеличаването на надморската височина (Стойчев, 1974; Стойчев, Петров, 1981; Раев 1983б). Особено ценно за определяне на височинния диапазон на поясите е изследването на Раев (1983б), където той дефинира граничните стойности на различни климатични елементи и комплексни показатели с формирането на конкретен горски пояс и дори прави опит за диференциране на условията в зависимост от макроизложението на склона

ОБОБЩЕНА ФУНКЦИОНАЛНА СХЕМА НА ОПЕРАЦИИТЕ В ГИС СРЕДА



Фиг. 5.1. Обобщена функционална схема. С правоъгълник са изобразени ГИС слоеве, а с елипса операцията с тях.

Установените закономерности са солидна основа при определяне на височиния диапазон на поясите, но за да може да се прокарат границите между тях на карта е необходимо да се направи ГИС базиран цифров модел на

разпределението им в Рила планина. Корелацията между надморската височина и даден климатичен елемент или комплексен показател може да се изрази чрез уравнение, което да бъде използвано при създаване на растерен слой, представящ площното им разпределение. За целта чрез регресионен анализ първо се извежда зависимостта и после тя се прилага в ГИС среда чрез *map algebra* към растерен слой, представляващ цифров модел на релефа (DEM). В общия случай по-подходящо е да се използва линейна функция от вида $y=ax+b$, където факторният признак „*x*” е стойността на всеки пиксел от растерния слой с надморската височина, а резултативният признак „*y*” е търсеният климатичен елемент. Параметрите „*a*” и „*b*” са числени стойности, определени по време на регресионния анализ.

В планинските територии, където наклоните на склоновете обикновено са значителни, изложението на склоновете спрямо световните посоки допълнително усложнява картината на климатичните условия. Склоновете с южна компонента на експозицията получават повече слънчева радиация в сравнение с тези с преобладаващо северно изложение. Тези различия в климатичните условия водят и до формирането на височинна асиметрия на растителните и ландшафтните пояси. В по-ниските хипсометрични пояси на Рила планина често може да се наблюдава как на една и съща надморска височина на два срещуположни склона – единият с южно изложение, другият със северно, са формирани различни ландшафти с различна растителна покривка. По склона със северно изложение се намира умерен хумиден ландшафт с мезофитна предимно букова гора, а по този с южно изложение – умерен семихумиден ландшафт с гора съставена главно от горун.

На базата на 33 станции, разположени в Рила планина и подножието ѝ, Раев (1983б) изчислява, че температурата на въздуха се понижава средно с $0,57^{\circ}\text{C}$ с увеличаване на надморската височина с 100 m. Ако се вземат данни само от станциите, разположени по южните склонове градиентът е $0,61^{\circ}\text{C}$, а с данни за станциите по северните той е $0,54^{\circ}\text{C}$. Освен средногодишната температура на въздуха, авторът изследва и височинните зависимости според изложението на склоновете и за сумата на годишните валежи, продължителността на вегетационния период (дни с температура над 10°C), температурните суми за този период и индекса на сухота на де Мартон (табл. 4.1). Публикуваните от автора данни са използвани за изчисляване на регресионни уравнения отделно за склоновете с преобладаващо южно и преобладаващо северно изложение за всеки от тези показатели.

Дефинирането на праговите стойности, които да определят и очертаят границата между два ландшафтни пояса е трудна задача. Първо защото като природна граница обикновено тя е не е ясно изразена линия, а по-скоро ивица, в която се наблюдава постепенен преход. Второ, защото не е възможно за прокарването на границите между всички пояси да се използва само един показател, дори той да е комплексен – като индекса на де Мартон или подобни индекси и коефициенти (Торнтуейт, Иванов, Селянинов и др.).

При разграничаването на ландшафтните пояси на ниво тип в Рила планина са използвани следните показатели и прагови стойности. За границата между алпийските и субалпийски ландшафти е използван нулевият изотерм, очертан в

ГИС среда чрез посочените зависимости. Той преминава по северните склонове на 2500 m н.в., а по южните на 2550 m н.в. На около 2000 m н.в. по северните и 2050 m н.в. по южните склонове е границата между студените хумидни субалпийски ландшафти и хладните хумидни иглолистни (бореални) ландшафти. Границата се определя от продължителността на вегетационния период. Над тази височина средногодишният брой на дните с температури над 10 °С е по-малко от 60 и това не позволява формирането на горска растителност. На около 1500 m н.в. по северните и на около 1400 m н.в. по южните склонове, съгласно изчисленията, минава границата между хладните и умерените хумидни ландшафти. Тя съвпада с праговата стойност на продължителността на вегетационния период от 120 дни. На практика в Рила на тази надморска височина става прехода между иглолистните и широколистните гори. По-надолу лимитиращ фактор за развитието на растителността не са температурите, а овлажнението. Затова следващата важна граница, разделяща хумидните от субхумидните ландшафти е определена чрез индекса на сухота на де Мартон. Счита се, че когато годишният индекс е под 40 има периоди, в които може да настъпят засушавания и овлажнението може да се яви ограничаващ фактор. В Рила изолинията с тази стойност минава приблизително на около 950 m н.в. по южните склонове и на около 850 m н.в. по северните.

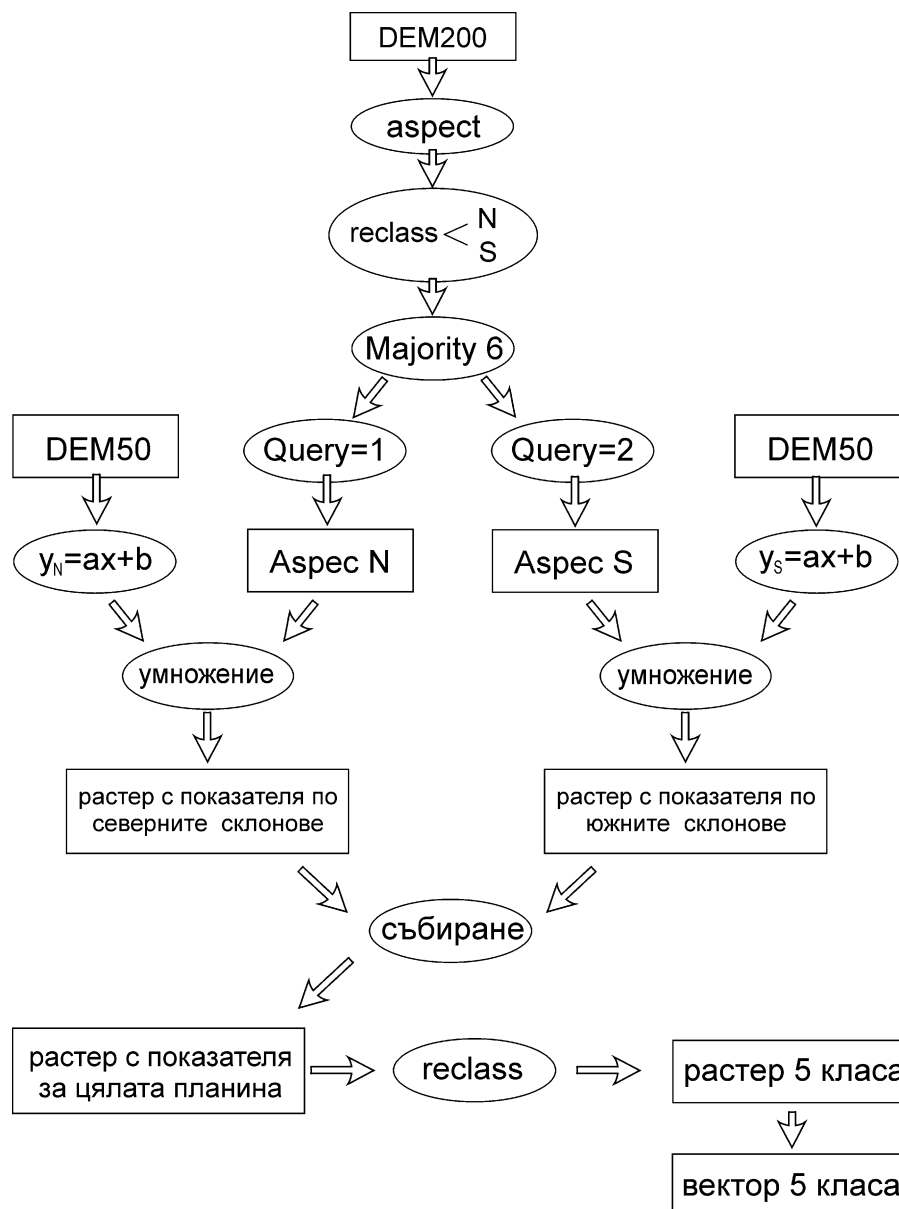
Табл. 5.2. Регресионни уравнения на зависимостта между надморската височина и климатични показатели в Рила планина по склонове с преобладаващо южно или северно изложение

Показател	Регресионно уравнение	
	склонове с предимно южно изложение	склонове с предимно северно изложение
t °С	$y = -0,0056 X + 14,078$	$y = -0,0051 X + 12,6$
брой дни с t > 10 °С	$y = -0,0929 X + 249,96$	$y = -0,085 X + 231,01$
Sum t > 10 °С	$y = -1,91 X + 4431$	$y = -1,7095 X + 3927$
P mm	$y = 0,236 X + 503$	$y = 0,239 X + 548,7$
Marion	$y = 0,032 X + 11,21$	$y = 0,036 X + 12,1$

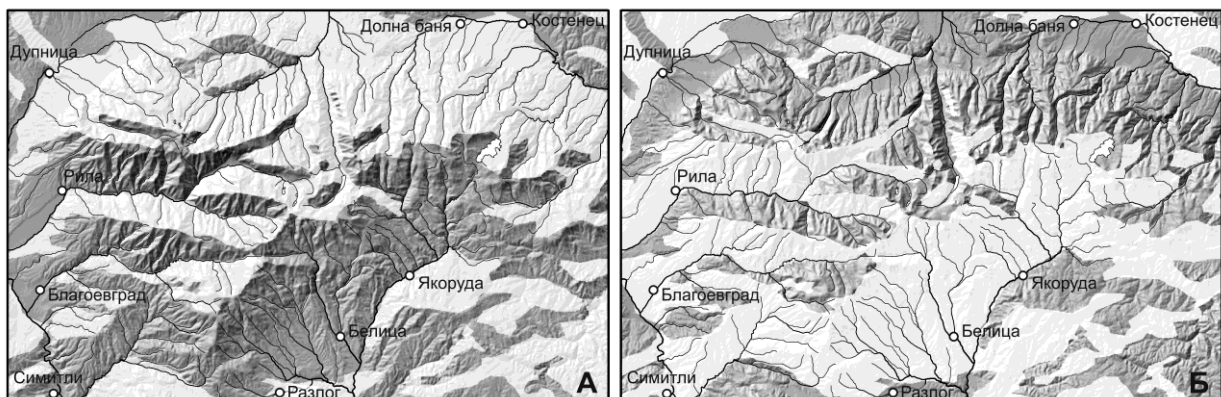
За да може установените зависимости според макроизложението да се приложат на практика за картографски цели, първо в ГИС среда трябва да се селектират склоновете със северна компонента на изложението и тези с южна, после поотделно да се приложат регресионните уравнения и след това да се съединят отново. След това е необходимо да се направи прекласификация, съгласно определените прагови стойности. Накрая растерният слой трябва да се трансформира във векторен. Схема с операциите, извършени в ГИС среда е показана на фиг. 5.2.

Първата стъпка е отделянето на склоновете с преобладаващо северно изложение от тези с преобладаващо южно. Тъй като целта е разграничаване на макросклоновете, по-подходящо е използването на по-груб цифров модел на релефа (DEM). За целта е използвана командата „Derive Aspect” и DEM с размер

на пиксела 200 m. По подразбиране софтуерът (Arc View) прави 8 класа през 45 градуса. Понеже целта е да се отделят само две макроизложения е необходима прекласификация (от 0° до 90° и от 270° до 0° – северни, а от 90° до 270° южни). За да се постигне по-съществено генерализиране е пуснат филтър (Majority) с радиус 6 пиксела. След това са направени две запитвания (Query) към растерния слой, които са запазени като нови растерни слоеве (фиг. 4.3). В слоя със северните изложения всеки пиксел, който има такова изложение има стойност единица, а останалите са със стойност нула. В другия слой с южните изложения стойностите са реципрочни. Важно условие е да няма застъпване, т.е. не трябва нито един пиксел да има еднакви стойности в двата слоя – ако има стойност „1“ в единия слой, трябва да има стойност „0“ в другия.



Фиг. 5.2. Функционална схема на ГИС модел за картографиране на ландшафтните пояси в Рила планина



Фиг. 5.3. Растерните слоеве с териториите в Рила планина, имащи предимно северна (А) или южна (Б) компонента на изложението

За създаване на слоевете със съответните климатични показатели в Рила е използван DEM с по-голяма детайност - размерът на клетката е 50 m. Регресионните уравнения се прилагат върху DEM, покриващ цялата територия, но след умножение със растерния слой, съдържащ само едните изложения (Aspect N или Aspect S), остават само териториите със съответните изложения, защото както е известно, производението на всяко число с нула е равно на нула. Накрая двата слоя се събират в общ растерен слой, който отразява разпределението на търсения показател съобразно климатичните различия, дължащи се на изложението на склоновете в Рила планина.

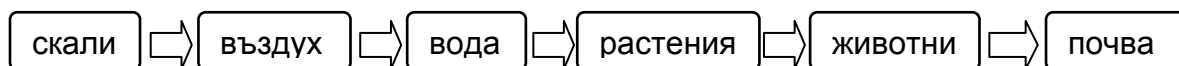
Благодарение на свойствата на растерните ГИС данни калкулираните слоеве представят разпределението на изследваните климатичните показатели много близко до тяхното реално разпространение. Обикновено климатичните елементи се изменят постепенно в пространството. Традиционно обаче на климатичните карти те се представят в дискретен вид с помощта изолинии или качествен фон. За целта на очертаване на ландшафтните пояси в Рила също е необходимо те да са трансформират от непрекъснати данни към дискретни, като за прагови стойности се използват посочените по-горе. Изходящите от модела данни се трансформират във векторен формат за да е възможна по-нататъшната им обработка и корекция.

Коригирането на границите между ландшафтните пояси се извършва на базата на експертен анализ като се взимат предвид данни от тематични карти и сателитни и в някои случаи самолетни снимки. От тематичните карти приложение намират картните листове в М 1:200 000 на почвената карта и на картата на горите. Сателитни мултиспектрални изображения със средна ПРС са използвани за коригиране на границите между поясите.

5. 2. Определяне степента на антропогенизация на ландшафтните в Рила планина

Заедно с природните закони, под въздействието на които се формират и развиват, ландшафтите се променят съществено и от човешката дейност. Антропогенизацията на ландшафтите се изразява често в промяна на растителната и почвената покривка, докато другите природни компоненти обикновено не са засегнати съществено. Това е така защото те имат различна

устойчивост на външни въздействия. Солнцев (1960) подрежда материалните геоконпоненти в следния порядък: скали, въздух, вода, растения, животни (фиг.5.6.). В посока отляво надясно устойчивостта им намалява, а в обратната посока им се увеличава силата. Петров (1990) добавя най-вдясно в този ред почвата, която с право според него трябва да се счита за най-уязвимия от геоконпонентите.



Фиг. 5.6. Емпирично-генетичен ред на материалните геоконпоненти на ландшафти (по Солнцев, 1960 и Петров, 1990)

Практическият смисъл на тези теоретични разсъждения е, че емперично-генетичния ред на Солнцев може да се използва при оценката на степента на антропогенизация на потенциалните ландшафти. При по-слаба степен на антропогенизация промените засягат компонентите в дясната част на реда, а при значителна антропогенизация дори релефът със скалната основа са трансформирани.

Типът на ползване на ландшафтите има пряка връзка с типа земно покритие. В този смисъл земното покритие може успешно да се използва като източник на информация за земеползването и степента на антропогенна усвоеност на природните ландшафти. Програмата CORINE е иницирана в Европейския съюз през 1985 г. (Heumann et al. 1994; Feranec and Otahel, 1998). Съкращението CORINE означава „координиране на информацията за околната среда“. Една от целите е описание и инвентаризация на земното покритие. Съставена е класификация на типовете земно покритие, като се разграничават три нива. Първото ниво съдържа пет раздела, обхващащи основните категории на земното покритие в планетарен мащаб – антропогенни обекти, земеделски площи, гори и полуестествени площи, влажни зони и водни обекти. На по-ниските нива става допълнителна диферинциация и броят на класовете се увеличава, като третото ниво съдържа 44 класа земно покритие. При картографиране на земното покритие работният мащаб е 1:100 000. До момента са направени четири картографираня, като последното е с изображения от 2012 г. Обхватът с всяко следващо се увеличава и в последната кампания се включиха 39 европейски страни и Турция. Това от една страна осигурява устойчивост на данните, от друга показва че номенклатурата на CORINE е в голяма степен универсална и се е превърнала в нещо като стандарт за такъв тип данни на територията на Европа. Широкото разпространение на CORINE земно покритие дава възможност те да бъдат прилагани за оценка на антропогенизацията в разнообразни ландшафтни зони.

В обхвата на изследваната територия съществуват 21 класа земно покритие от трето ниво на номенклатурата на CORINE (табл.5.3.). Земното покритие само не може да даде информация дали даден ландшафт може да се счита за естествен или не. Трябва да се вземе предвид фактът в кой тип ландшафти се намира конкретният обект. Например ако земното покритие е клас 3.2.1. (Естествени

тревни площи), а ландшафтът се намира в алпийския пояс то това дава основание да се твърди, че формираният там ландшафт е първичен. Ако обаче се намира в иглолистния или буковия пояс, това е индикация, че ландшафтите там са претърпели антропогенна модификация, при която естествените за зоната горски ландшафти са заменени с вторични тревни. Това е причината оценката на антропогенизацията да е извършена за всеки пояс поотделно.

За ландшафтната карта на Рила е създадена 12 степенна скала, в която колкото по-голямо е числото – толкова по-значителна е степента на извършените в даден ландшафт антропогенни трансформации. В първата степен допълнително се различават две разновидности, означени с латински букви – „a“ и „b“. Ако е необходимо степента на антропогенизация да се представи на карта в по-дребен мащаб или за други цели, дванайсетте степени може да се групират в три по-крупни категории (табл.5.4.).

Табл. 5.4. Степени на антропогенна трансформация на ландшафтите в Рила планина

Индекс	характеристика -12 степени	характеристика -3 степени
1a	Естествени ландшафти на голи скали	неизменени и слабо изменени природни ландшафти
1b	Естествени зонални ландшафти (горски, храстови или ливадни)	
2	Изкуствени горски ландшафти	
3	Горско-храстови ландшафти	
4	Вторични ливадни ландшафти	
5	Опожарени ландшафти	средно изменени аграрни и аквални 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	силно изменени изкуствени ландшафти
10	Рекреационни ландшафти - съоръжения за спорт и отдих	
11	Урбанизирани ландшафти	
12	Техногенни ландшафти - кариери, мини и табани	

Критериите, по които те са сортирани са следните. В първата група попадат съвременни ландшафти, които или имат естествен произход или в които на трансформация са били подложени компоненти, намиращи се в десния край на емперично-генетичния ред на Солнцев – растителна и почвена покривка. Тези съвременни ландшафти обаче продължават да се развиват под влияние на естествените за зоната фактори и ако не бъдат подложени достатъчно време на антропогенен натиск те ще се превърнат в потенциалния за зоната вариант. Втората група обединява съвременни ландшафти със средна степен на антропогенна трансформация, в които човекът непрекъснато променя естествения ход на развитие. Това са аграрните и аквалните ландшафти. В първите биопродукцията ежегодно се изнася, често се привнасят изкуствени химически вещества и повърхностният почвен слой се подлага на механична обработка. При вторите се наблюдава дори по-висока степен на трансформация, като сухоземните ландшафти са заменени с аквални, а водното ниво и площта на водното огледало се контролират от човека. В третата група са съвременните ландшафти с най-голяма степен на антропогенизация. В тях са изградени множество изкуствени съоръжения и затова те може да се нарекат още

техногенни. При тях често трансформация са претърпели всички геокомпоненти от емперично-генетичния ред на Солнцев.

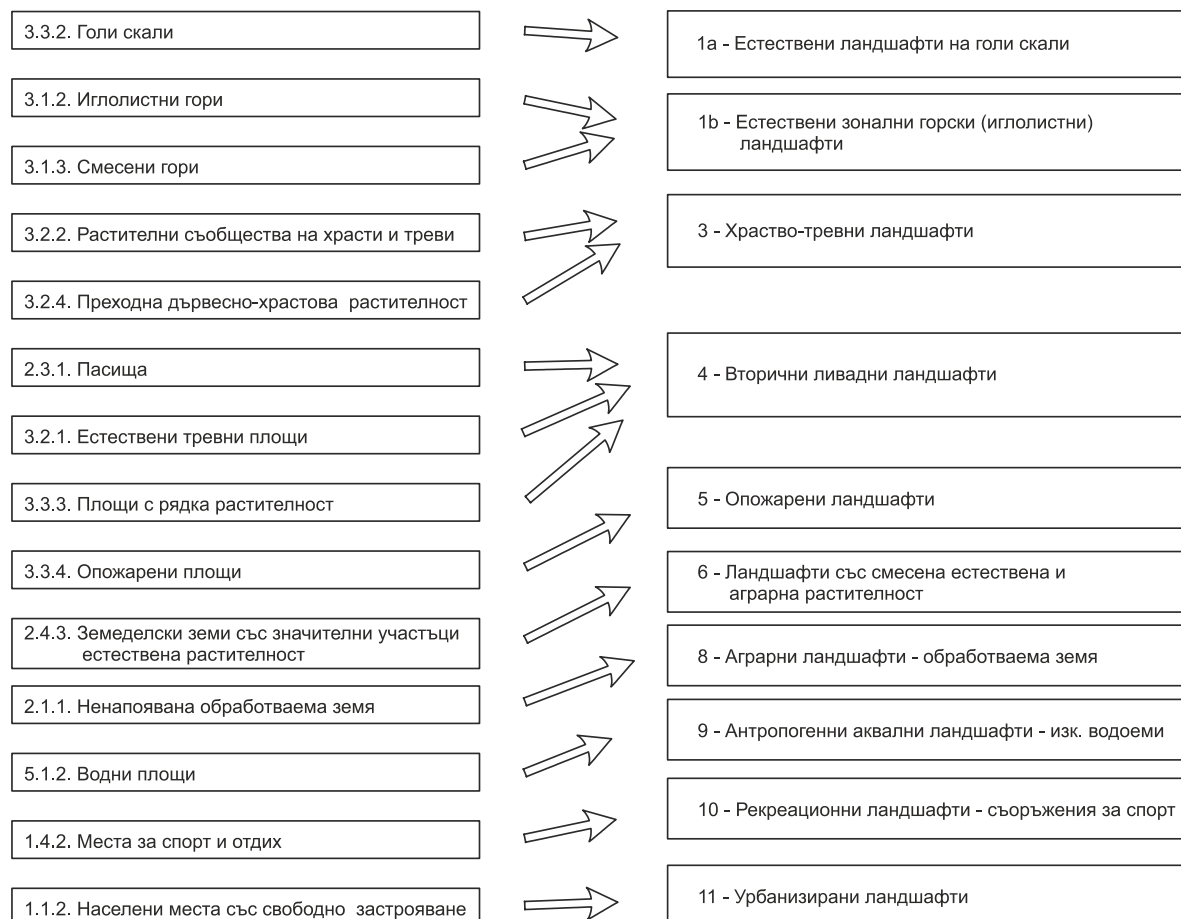
Оценката на антропогенната трансформация и причисляването на даден тип земно покритие към определена степен на антропогенизация става самостоятелно за всеки ландшафтен пояс. За целта след като се отдели като полигонален слой се извършва овърлейна операция (*intersect*) между слоя с ландшафтния пояс и слоя със земното покритие. Следва прекласификация на кодовете земно покритие към степени на антропогенизация и се прилага функцията за разтваряне на границите *dissolve* за да може съседни полигони с еднакви нови кодове да се обединят. Накрая отделните слоеве със степени на антропогенизация по пояси се събират (*join*) в един общ векторен слой. В него има информация освен за височинните пояси в Рила, а също и за степента на антропогенни промени в тях (фиг.5.1.).

Пример за трансформирането на кодовете на земното покритие по CORINE в числени индекси, представящи степента на антропогенизация в иглолистния пояс, е представен на фиг. 5.6. Схемите са различни за всеки от поясите.

Схемата на трансформация на класовете земно покритие към степени на антропогенизация в иглолистния горски пояс е по-сложна в сравнение с тази в по-високо разположените пояси. В него са установени 14 класа земно покритие, които се групират в 10 степени на антропогенизация (Фиг. 5.6.). В този пояс ландшафтите с естествената зонална растителност (*Ib*) представляват иглолистните гори (клас 3.1.2.). На някои места се срещат и смесени гори (клас 3.1.3.), което се дължи на навлизане на бука в този пояс или на по-широко разпространение на ива и бреза, които са типични за пояса и представляват етап от сукцесията. Разпространение имат и естествените ландшафти на голи скали (*Ia*), но то е по-малко от горните два пояса. Общата им площ е 680 ha, което по-малко от един процент от пояса, докато в субалпийския пояс те заемат 5,2%. Класовете 3.2.2. и 3.2.4. в този пояс представляват само преходни храстово-горски ландшафти. Три класа земно покритие (2.3.1., 3.2.1. и 3.3.3.) събрани представляват четвъртата степен на антропогенизация на ландшафтите. В петата степен са долните части на същите пожарища, разпространени и в горния субалпийски пояс.

В иглолистния пояс се появяват ландшафти, характеризиращи се с шеста степен на антропогенизация, които не се установяват в по-горните пояси. Това са ландшафти, в които се наблюдава естествена растителност, която се редува с малки земеделски площи (клас 2.4.3.). Също за първи път в този пояс, макар и ограничено, се срещат и аграрни ландшафти изцяло с обработваема земя (клас 2.1.1.). Те се намират в долната част на пояса в Говедарската котловина и по-малко около Аврамовата седловина. С девета степен се характеризират аквалните ландшафти образувани вследствие изграждането на яз. Бели Искър. В пояса се намират няколко ски курорта, които заедно с пистите, въжените и други съоръжения определят десетата степен на антропогенна трансформация. Поради суровите климатични условия населените места не са характерни за този пояс в Рила. Единствено селата в Говедарската котловина и Бели Искър представляват урбанизираните ландшафти (степен 11). Към съвременните ландшафти с най-висока степен на антропогенизация са класифицирани насипищата (табани),

които са образувани от скалната маса изкопана от тунелите за хидротехническата деривация. Техните площи са малки и затова не са дадени в слоя със земното покритие. Контурите им са векторизирани от аероснимки.



Фиг. 5.6. Схема за прекласифициране на класовете земно покритие по CORINE в степени на антропогенизация на ландшафтите в иглолистния горски пояс

5.3. Методика за дистанционен мониторинг на многогодишната динамика на ландшафтите

В ландшафтознанието дълговременните промени в пространствената структура на елементарните ландшафти обикновено се приемат за многогодишна динамика на ландшафтите. Измененията може да се изследват по най-различни начини. Например Велчев (1994) прави анализ на стари карти (включително триверстовата) за проследяване на промените в ландшафтите на Югозападна България 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 назад, за който те могат 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. Същевременно те трябва да имат достатъчно голяма ПРС за да може да се дешифрират изчерпателно. Старите космически снимки имат ПРС десетки метри, затова по-успешни за целта са архивните самолетните снимки.

Аероснимките трябва да бъдат подложени на прецизна геометрична корекция наречена орторектификация. При нея става трансформация на централната проекция на всеки кадър към обща ортогонална и се отстранява/редуцира влиянието на релефа. Това е особено необходимо, когато се анализира многогодишната ландшафтна динамика, защото трябва да е сигурно, че установените разлики се дължат на промяна в хоризонталната ландшафтна структура, а не на грешки при обработката на изображенията. Ако изследваната територия е по-голяма или попада между няколко кадъра трябва да се направи мозайкиране.

На територията на Рила планина са определени три ключови участъци за изследване на многогодишната динамика на ландшафтите: Богдая, Седемте езера и Мальовица. Те са разположени в Северозападна Рила и обхващат различни ландшафтни пояси. За всеки от тях са изпълнени следните задачи: Избор на подходящи изображения, целесъобразна обработка на изображенията, дешифриране и картографиране на ландшафтната структура, анализ на промените.

С цел обновяване на информацията в топографските карти територията на планината периодично е заснемана от Военно-географската служба (ВГС) в Троян. От там са закупени архивни аероснимки за изследваните ключови участъци, заснети през 1966, 1980, 1988 и 1997 г. Всички изображения са получени директно в цифров формат. Сканирани са негативи на фотограметричен скенер във ВГС – Троян с резолюция 1588 dpi.

Пет кадъра от многозоналната камера МКФ-6 са използвани в КУ „Мальовица“. Те са заснети на 20 октомври 1977 г. от около 7500 m н.в. Те са сканирани с А3 скенер Microtek ScanMaker 9800XL с резолюция 1600 dpi.

В два от ключови участъка са използвани сателитни изображения с много висока ПРС за картографиране на съвременното състояние. За КУ „Мальовица“ е обработена част от сцена, заснета на 16 август 2007 г. от QuickBird, поръчана в „Bundle“ формат. За КУ „Богдая“ е използвана част от сцена, заснета от WorldView-2 на 18 август 2011 г. Също е предпочетен „Bundle“ формат. С помощта на свободната програма за изтегляне на on-line сателитни карти SAS Planet от Google Maps е изтеглено изображение за района на Богдая, заснето на 17.08.2016 г. То е в esw формат и съдържа три канала във видимата зона. Шест картни листа от националната ортофотокарта са използвани за картографиране на ландшафтите в КУ Седемте езера.

Орторектификацията на аероснимките е извършена чрез съставяне на малки фотограметрични блокове и съвместно снопово-блоково изравнение при триангулацията със софтуера LPS на пакета ERDAS Imagine 9.1. За коректна орторектификация ключово значение има набавянето на надеждни опорни точки. Координатите им са измерени с различни GPS приемника по време на теренните проучвания. За подобряване на точността на измерване са използвани RINEX данни за последваща обработка (Post processing), а когато това е възможно и корекции в реално време (RTK).

Обикновено за опорни точки се използват антропогенни обекти, които имат геометрични форми и 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. Допълнителна трудност представлява намирането на подходящи обекти на старите аероснимки. Поради изминалия дълъг период от време тези с антропогенен произход, като кошари и бараки, често са разрушени. Истинско предизвикателство представлява търсенето на руините им на терен.

При обработката на двете аероснимки от 1988 г. за КУ „Мальовица“ 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 аеротриангулация са много добри - сумарната средна грешка е под един метър (0,76 m). Снимките от камерата МКФ-6 са подложени на подобни процедури за орторектификация, но преди това беше необходимо отделните спектрални канали да се свържат в общи кадри. За по-добри резултати освен 9 те кръста, заложили във всеки кадър, са използвани и допълнителни точки. Орторектификацията на кадрите от МКФ-6 е свързана с допълнителни трудности, защото тя не е стандартна фотограметрична камера и за нея няма готов модел в софтуера LPS. За целта е дефиниран нов модел, като са използвани емперични данни. Въпреки това резултатите от аеротриангулацията са сравнително добри – средната грешка на опорните точки от триангулацията по x е 2,8 m, по y 1,7 m.

За орторектификация на изображението от QuickBird е приложен модела на сензора QuickBird 2, който 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 (ERDAS Tour Guides, 2006). 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. Грешката при опорните точки е 1,5 m, а при точките за контрол на точността 2,3 m.

В другите ключови участъци аероснимките и сателитните изображения са подложени на същата обработка. Параметрите на грешките при аеротриангулацията са сходни.

След орторектифицирането им отделните кадри са съединени (мозайкирани) в едно цяло орто-изображение. В КУ „Мальовица“ 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 ръчно по Горна Прека река. Подобни алгоритми на мозайкиране са приложени и в другите ключови участъци.

За да се слоят панхроматичния и спектралните канали на двете сателитни снимки е приложена процедурата *pan-sharpening*. Тази техника на комбиниране на изображения с различна пространствена разделителна способност е известна и с други термини като, *merge* и *fusion*. Тя придоби особена популярност в последните десетилетия и се ползва като стандартна при обработка на сателитни изображения с много висока ПРС. 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. 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, Subtractive и други. Процедурата за *pan-sharpening* на изображението от QuickBird за КУ „Мальовица“ е направена с използване на Gram-Schmidt Spectral Sharpening в софтуера ENVI, а на изображението от WorldView-2 за КУ „Богдая“ чрез Subtractive в ERDAS Imagine. Втория начин за *pan-sharpening* е приложим 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).

Всички обработени изображения имат размер на пиксела между 0,5 и 1 m и са в координатна система UTM зона 34. Поради високата ПРС те притежават изключително голяма детайлност и позволяват да се създават ландшафтни карти в много едър мащаб. Тъй като целта е да се илюстрират промените в ключовите участъци създадените ландшафтни карти за тях са предназначени за отпечатване на лист с размер А4 и мащаб около 1:25 000. Детайлността на контурите им обаче отговаря на по-едромасщабна карта – примерно 1:5000.

Обработените разновременни аерокосмически изображения в ключовите участъци се използват за картографиране на съвременните ландшафти на ниво подвид. Дешифрирането е извършено като е използван комплекс от дешифровъчни признаци. От тях за ландшафтното картографиране най-съществено значение имат цветът (тонът) и текстурата. Новите сателитни и самолетни изображения са цветни, което значително подпомага дешифрирането им. Особено ефикасна е възможността за различни комбинации на RGB каналите и възпроизвеждане в условни цветове. При това контрастът между различните по генезис повърхнини се подобрява значително и те се дешифрират по-надеждно. Например при R-G-B комбинацията 4-2-1 от каналите на QuickBird естествените ландшафти на голи скали (*1a*) се визуализират в синьо-сив и синьо-

зелен цвят и много ясно се разграничават от естествените зонални ливадни ландшафти (*Ib*) в алпийския пояс, които се изобразяват в светло оранжево или естествените ландшафти със зонална растителност от клек в субалпийския пояс (*Ib*), които се изобразяват в кафяво.

След изготвянето на картите на съвременните ландшафти за съответните години се извършва анализ на настъпилите промени. Първо визуално се установяват местата на най-съществените изменения и се търсят причини за това. Примерно в КУ „Богдая“ по северните склонове в последните десетилетия се наблюдава значително по-бързо възстановяване на горските ландшафти. Това може да се обясни с по-доброто овлажнение и по-малките наклони в сравнение с южните склонове. В другите два ключови участъка е удачно да се провери има ли изменение през изследвания период на надморската височина, на която се намира границата между студените хумидни и хладните хумидни ландшафти.

Количествената оценка на измененията е направена чрез анализ на промените в площите на подвидовете ландшафти. При работа с гео-база данни площта на всеки полигон се получава автоматично. Също така лесно може да се изчисли сумата на площите за всеки от картографираните подвид ландшафти или на някой друг таксон ландшафти. Детайли за структурата и организацията на гео-базата данни с ландшафтите в Рила планина са представени в следващата точка.

5.4. Структура на гео-база данни с ландшафтите в Рила планина

Резултатите от ГИС анализите са организирани в гео-база данни (gdb), която съхранява както пространствените данни, така и тематичната информация за тях. С цел по-добро представяне на информацията като картографски продукт, се съхраняват и допълнителни слоеве, които са цифровани от различни източници.

Гео-базата данни „*Rila_Landscapes.gdb*“ съдържа следните 5 векторни набори с данни (Feature Dataset): *Landscapes*; *KA_Bogdaia*; *KA_7_Lakes*; *KA_Maliovitsa* и *Others*. В първия пространствен набор данни е слойът със съвременните ландшафти за територията на цялата планина. Референтния мащаб е 1:100 000. Координатната система е UTM зона 34. Следващите три пространствени набори с данни съдържат слоевете със съвременните ландшафти в три ключови участъци с неголяма площ. Координатната система също е UTM зона 34, а референтния мащаб е 1:25 000. Петият набор данни съдържа слоеве с хидрографската и пътна мрежа, околните селища, някои по-важни върхове, туристически обекти и др. Референтните мащаби на тези слоеве са различни, а координатната им система е UTM зона 35. В този пространствен набор данни се съхраняват също и надписите за тези допълнителни слоеве, превърнати в анотационни слоеве.

Всички ландшафтни слоеве съдържат идентични полета, отразяващи йерархичната структура на ландшафтите. Това са полетата *Index1*, *Index2* и *Index3*. В първото поле чрез индекси с главни латински букви са дефинирани подтиповете ландшафти. Във второто поле с малки латински букви са означени видовете ландшафти. В третото поле с цифрови или цифрово-буквени индекси

са означени подвидовете ландшафти. Чрез сбор от трите полета с индекси се получава комплексен индекс, отразяващ характеристиките на даден ландшафт. Този комплексен индекс се намира в поле с име *Label* (Етикет), тъй като данните от тази колона са използвани за създаването на надписите в ландшафтната карта.

За да се намали обема на атрибутивната информация текстовите описания на ландшафтните единици не са дадени в таблицата на слоя, а е създадена релативна връзка с външна таблица (*Relationship Class*). Всяка една от трите външни таблици има поле с индекса на съответното йерархично ниво и поле с текстово описание на ландшафтната единица. Релативната връзка е от типа *един към много* и се осъществява чрез информацията в аналогичните полета с индексите (Фиг. 5.12). Релативните връзки се правят за да се спести обем, когато съществуват много записите с еднотипна и повтаряща се информация. Действително обемът на цялата гео-база данни за ландшафтите на Рила (+допълнителните слоеве) е по-малко от 7 МВ.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА НА ТИПОВЕТЕ ЛАНДШАФТИ В РИЛА

Цялата изследвана територия има площ от 2898,7 km² или 289 869,3 ha. Най-широко разпространение има поясът с умерени хумидни и семихумидни ландшафти – 106 095,5 ha или 36,6% от територията. Сред типовете ландшафти на второ място по заемана площ е поясът с хладни хумидни ландшафти, чиито дял е 29,6% от територията на изследване или 85 675 ha. На трето и четвърто място са типовете на студените хумидни ландшафти (58 570 ha – 20,2%) и на топлите семихумидни ландшафти (39 528,9 ha – 13,6%).

В главата е направена характеристиката на всеки един от типовете ландшафти, разпространени в изследваната територия. За целта са използвани количествени параметри, характеризиращи климатичните условия в пояса, като средногодишната температура на въздуха, годишната сума на валежите, продължителността на устойчивата снежна покривка, средногодишният брой дни с температури над 10° С и индексът на де Мартон. Количествени данни за вертикалната структура на ландшафтите и геомасите в тях, събрани при теренни проучвания, са използвани при характеристика на типичните ландшафти, разпространени в пояса. Представата за типичните в пояса ландшафти е илюстрирана със снимки. Описани са главните морфогенетични процеси и преобладаващият тип релеф и ролята им в ландшафтната диференциация в рамките на типа ландшафт. Представени са преобладаващите типове почви. Освен характеристика на скалната основа, като фактор на ландшафтна диференциация, е направено и изчисление на относителния дял на площите на видовете ландшафти в пояса. Накрая е направена подробна характеристика на антропогенизацията в пояса. Описани са, както степента на антропогенизация като цяло, така и са характеризирани ландшафтите с всяка една от дванайсетте нива на антропогенизация – дълбочина на трансформацията, обща площ и разпространение.

7. РАЗВИТИЕ И МНОГОГОДИШНА ДИНАМИКА НА ЛАНДШАФТИТЕ

Ландшафтът е система от природните компоненти на дадена географска територия, която се променя във времето под влиянието на природните фактори и човешката дейност. Промените са свързани с динамиката на ландшафтите и тяхното развитие. При развитието на ландшафтите се наблюдава преобразуване на структурата за разлика от динамиката на ландшафтите, при която структурата на ландшафтите не се нарушава. Динамиката е свързана с краткосрочните, средносрочните и дългосрочните състояния на ландшафта. 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 елементарните ландшафти, макар че е по-правилно да се разглеждат като многогодишна динамика, насочена към превръщането на съвременните ландшафти в потенциални.

7.1. Формиране и еволюция на ландшафтите в Рила

Климатът е от главените фактори за формирането на ландшафтите, който определя ландшафтната диференциация на високо таксономично ниво – тип ландшафти. Затова климатичните осцилации имат съществена роля при еволюцията на потенциалните ландшафти. През кватернера климатът се охлажда, което води до образуването на континентални и планински ледници. Високопланинската част на Рила е подложена на неколкократно залежавания, разделени от междуледникови епохи. Повечето изследователи приемат, че има материални доказателства от последните две залежавания, но съществуват мнения и за трикратно залежаване (Велчев, 1995). Дори без да са открити доказателства за многократния характер на залежаванията в Рила, може съвсем обосновано да се предположи, че те би трябвало да са синхронни с климатичните колебания през кватернера, документирани в други части на Европа. Необходимо е да се допълни фактът, че всяко ново залежаване обикновено унищожава следите от предишните, особено когато се касае за вътрешнопланинско залежаване, каквито са били залежаванията в Рила. Освен това трябва да се добавят и резултатите от изследване на палеогеографската обстановка на Балканския полуостров през средния плейстоцен (Hughes et al., 2010). Екипът на Хюз открива доказателства за наличие на извънредно големи ледени шапки на планините по западното крайбрежие на полуострова през средния плейстоцен. Според техните виждания те са блокирали проникването на влажните въздушни маси, тъй като са предизвиквали орографски валежи. Това е допринесло за формирането на по-сухи условия във вътрешността на полуострова. Ако се приеме тази теза може да се допусне, че по-старите залежавания (примерно минделското) в Рила са имали по-малък обхват от риска залежаване. Така лесно се обяснява защо не могат да се открият запазени следи от него.

Не е известно какви точно ландшафти са били формирани преди залежаванията в района на Рила планина. Детайлните палинологични изследвания в няколко дяла на планината разкриват картината на промените в

растителна покривка в последните 15-20 хиляди години. По време на последния ледников максимум (Last Glacial Maximum – LGM) средно над 2200 m н.в. планината е била покрита с вечни снегове и ледове (Louis, 1933; Kuhlemann et al. 2008; 2013), за което свидетелства добре развитият глациален морфоложки комплекс.

Под снежната граница са се спускали долинни ледници, някои от тях със значителна дължина. Най-дълъг е бил ледникът развит в долината на съвременната река Бели Искър. Дължината му е била над 20 km и е достигал до 1160 m н.в., където сега се намира добре запазен моренен комплекс с три напречни вала (фиг. 7.1), като възрастта на най-долният от тях е определена с ^{10}Be на 23 500 години (Kuhlemann et al., 2013). Под снежната линия е съществувала алпийска тундра, а по-надолу са били разположени „планинско-степни“ тревни съобщества, доминирани от *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Poaceae*, заедно с храсталаци от *Juniperus* и *Ephedra*. (Bozilova&Tonkov, 2000; Тонков, 2007). Счита се, че иглолистната гора се е намирала с около 1000 метра по-ниско спрямо сегашното си положение (Bozilova, 1995). Малкото количество полен от дървесни видове свидетелства за това, че не са били оформени височинни горски пояси, а са съществували разпръснати групи от дървесни иглолистни видове – клек, бял бор и бяла мура (*Pinus mugo*, *P. sylvestris*, *P. peuce*). По всяка вероятност това се дължи на по-сухия климат по това време (Тонков, 2007). В подножието на планината под 1000-800 н.в. при по-благоприятни хидроклиматични и едафични условия са били формирани горски ландшафти с термофилни широколистни видове като дъб (*Quercus sp.*), габър (*Carpinus betulus*), леска (*Corylus avellana*) и елша (*Alnus sp.*) а също и ела (*Abies alba*), която макар и иглолистна не е така студоустойчива като видовете от род *Pinus*.

След LGM, когато температурите са стабилно по-ниски за дълъг период, преди около 18-17 хиляди години започва период на преход със значителни климатични колебания, наречен късно ледниково време. В резултат е имало неколкостранно отдръпване и настъпване на ледниците, като по-главните етапи на нарастване се маркират от стадиялни морени в долините. Най-същественото застудяване става по време на стадияла Млад Дриас, когато за повече от хиляда години климатичните условия са напълно съпоставими с тези по време на пленигласиала. В периода между 14,7 ka В.Р. и 12,8 В.Р. настъпва значително затопляне, известно като инетрстадияла Бьолинг-Алерьод.

Рязкото затопляне, започнало преди 11 500 години, бележи началото на холоценското развитие на ландшафтите в Рила планина. В резултат ледниците в най-високите части на планината са се разтопили и глациалните процеси на морфогенеза били заменени с перигласиални.

Подобрените биоклиматични условия благоприятствали миграцията на растителните видове във височина и активните процеси на почвообразуване. Основен пионерен дървесен вид е бил брезата, въпреки че е имало групи дървета от бял бор и бяла мура (Тонков, 2007). В началото на холоцена през Пребореала и Бореала в Рила е съществувал сравнително опростен ландшафтен спектър. В алпийския пояс е имало ландшафти с тревиста растителност, но като се има предвид скоростта на почвообразуване, по всяка вероятност са преобладавали ландшафтите на голи скали (1а според индексацията на ландшафтите). Под

алпийския пояс е бил формиран горен горски пояс с брезови и брезово-иглолистни ландшафти, като според палинологичните проучвания ясна горна граница на гората първоначално не е съществувала, а тя се е оформила към края на Бореал преди около 8 ка В.Р. (Bozilova, 1995). По-ниско е имало пояс на дъбовите гори, в които значително участие са имали и други термофилни видове като бряст, липа, мъждрян и видове от род *Acer*, а на по-късен етап и леска (Тонков, 2007).

Следващият етап на палеосукцесията продължил през по-голямата част на Атлантика – между 7,5 ка и 5,4 -5,2 ка В.Р. При него във връзка хумидизацията на климата се формирал изразен иглолистен пояс, съставен от бял бор и бяла мура, а в по-ниските части на пояса и с участието на ела. Благоприятните екологични условия през средния Атлантик са позволили горната граница на гората да се намира по-високо от днешната. Под иглолистния пояс е съществувал широколистен, но все още не е бил формиран буков пояс. Както и през предходния етап, горите в него са били от дъб и други широколистни.

През третия етап на палеосукцесия настъпва експанзия и трайно установяване на два доминиращи в последствие дървесни видове – обикновен бук и смърч. Формирането на буковия пояс става в началото на суббореала в периода преди между 5200 и 4300 години, а инвазията на смърча в иглолистния пояс на Северозападна Рила започва преди 3800 г.

През последния етап на палеосукцесия става постепенно оформяне на съвременния височинен спектър с пояси. Началото на този етап се поставя преди около 3100-2800 г. (Тонков, 2007), като по този начин съвременният етап включва последните столетия на Суббореала. През следващия Субатлантик климатът като цяло е по-хладен, макар че има два по-топли периода от средата на III пр.не. до края на IV в. (Римски топъл период) и между X в. и XII в. (Средновековен топъл период). Най-съществено застудяване се отбелязва между XIV–XV в. и XIX в., известно като Малка ледникова епоха.

През този етап все по-голямо значение имат деструктивните изменения в следствие на човешката дейност. Откритият полен от рудерални растения (коприва, алпийски лапад, теснолистен живовляк) е доказателство за трайно присъствие на стада, а полена от културни растения (пшеница/лимец, ечемик и ръж) свидетелства за развитието на земеделието през този период. Започва практиката на опожаряване на горски площи с цел превръщането им в пасища. Необходимостта от производство огромни количества дървени въглища за нуждите примитивната металургия около Рила е причинила обезлесяването на обширни площи в планината. Антропогенният натиск заедно със застудяването през Малката ледникова епоха са предизвикали понижаване на горната граница на гората. В среднопланинската част тези два фактора са повлияли за по-широкото разпространение на бука на мястото на иглолистни и най-вече на елата.

От гледна точка на ландшафтознанието в развитието на ландшафтите в изследваната територия могат да се отделят два главни периода. В първия формирането на ландшафтите става при взаимодействието на природните геокомпоненти, като главна роля се пада на климата и неговите колебания. През втория период при формирането на ландшафтите, освен естествените фактори на

ландшафтна диференциация, съществено участие има антропогенният фактор. Не би могло да се прокара рязка граница във времето между двата периода, защото в околните долини заселването и свързаната с това антропогенизация на ландшафтите става по-рано в сравнение със среднопланинската и високопланинска част на Рила.

Палинологичните и археологични проучвания (Marinova et al., 2012) показват, неолитното заселване по долината на р. Струма е започнало след застудяването преди 8200 кал. В.Р, (6250 пр.н.е.), което е причинило засушаване в Източното Средиземноморие и миграция на север. Първите спорадични индикации за отглеждане на зърнени култури и пасищни дейности според тях се появяват по време на късния неолит (около 5500-5000 пр.н.е.). Първоначално антропогенизацията се е изразявала в лека модификация на ксеротермните дъбови гори и разпространението на светлолюбиви и често плодни дървета и храсти. По време на прехода между късния халколит и началото на ранната бронзова епоха (около 3800-3200 пр.н.е.) почти няма индикации за антропогенно въздействие върху растителността, което се потвърждава и от липсата на археологически доказателства. За начален период на повсеместно антропогенно въздействие се счита късната бронзова епоха (около 1450-1200 пр.н.е.), когато се датират първите признаци на по-сериозно обезлесяване и разширяване на земеползването. През античния период се отбелязва трети стадий на антропогенизацията, който прехождат в Средновековието. Началото му започва още през желязната епоха, но главният пик е бил през Римския период – II – V в. сл.н.е. По-напредналите методи на земеделие и нарасналото население се разглеждат като причина за намаляване на горските ландшафти, увеличение на вторичната ксеротермна растителност.

Обикновено в ландшафтознанието при разглеждане на антропогенизираните ландшафти се прави оценка на съвременното им състояние – типа и размера на антропогенните промени. Рядко обаче се проучва въпросът кога е започнала антропогенизацията на ландшафтите. А тази материя е от особена важност за правилното разбиране на съвременните ландшафти. Защото, както става ясно от изложеното, в изследваната територия антропогенният фактор е бил от решаващо значение за формирането на съвременните ландшафти през много дълъг период. На практика те са се формирали, развивали и изменяли при постоянното човешко влияние хилядолетия наред. В планинската част на Рила то е с продължителност повече от три хиляди години, а в подножията и околните котловини антропогенизацията е дори и по-дълга.

7.2. Многогодишна динамика на съвременните ландшафти в Рила

Докато за миналото състояние на съществуващите тогава съвременните ландшафти и степента на тяхната антропогенизация през по-голямата част на холоцена може да се съди само по косвени сведения (поленови и макрофосилни записи, релефни форми и свързаните с тях корелативни наслаги, дендрохронологички анализ), за състоянието на актуалните съвременни ландшафти в последния половин век може да се използват предимствата на

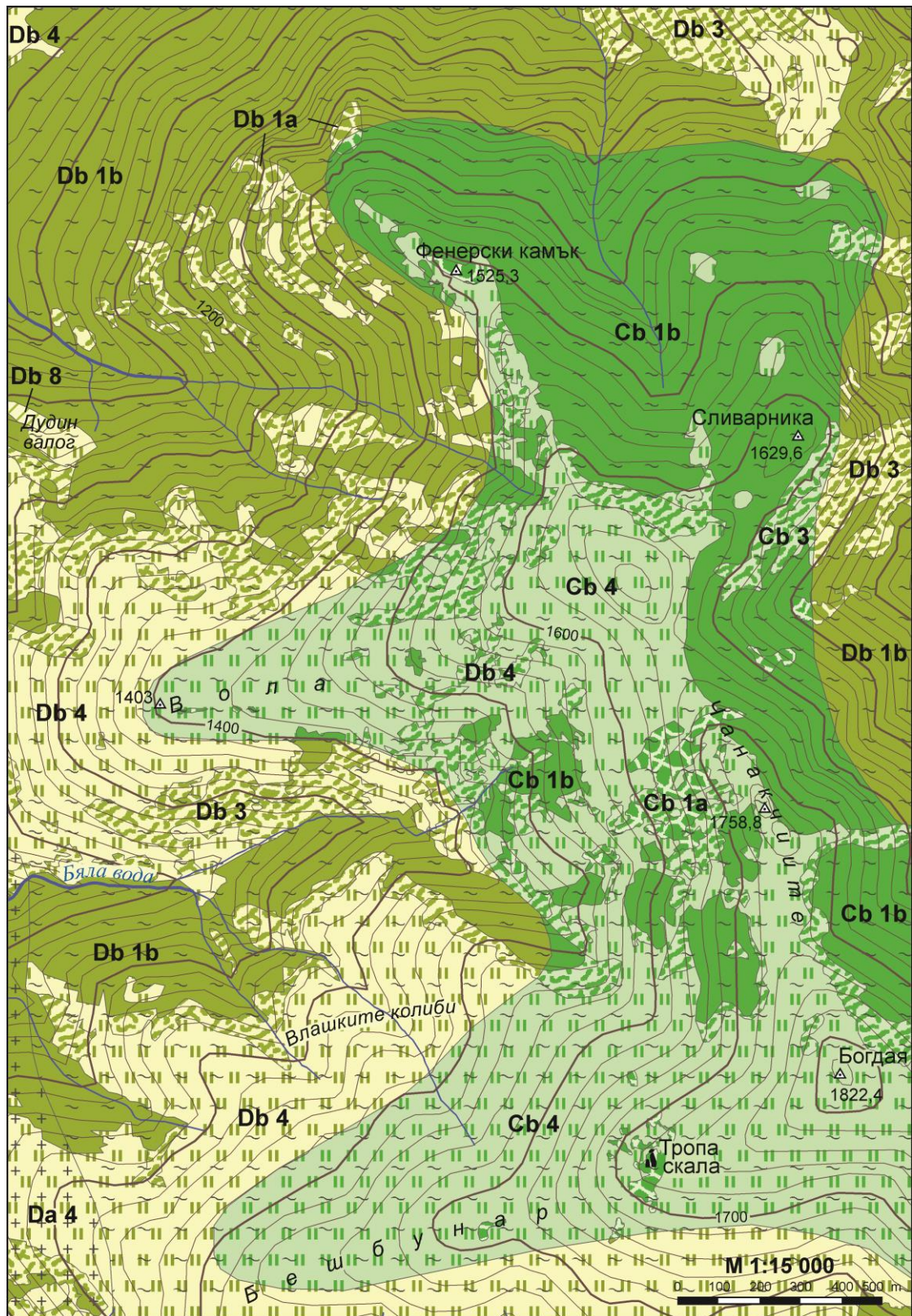
дистанционните методи. Това позволява не просто да бъде направена обща качествена характеристика, но да се картографират в едър мащаб и да извърши количествен анализ на промените, които настъпват в тях.

Благодарение на архивните аероснимки е възможно да се картографират съвременните ландшафти много години назад в състоянието каквото е било тогава. Тяхната голяма детайлност позволява да се направят ландшафтни карти в много едър мащаб. В този смисъл те се явяват своеобразна машина на времето при изследването на минали състояния на съвременните ландшафти и са безценен инструмент при изучаване на тяхната многогодишна динамика.

Задължително предварително условие е изображенията да бъдат подложени на фотограметрична обработка, която е трудоемка. Още повече време и усилия изисква извличането на информация от изображения – дешифрирането. Затова изследването на многогодишната динамика на ландшафтите в Рила планина е извършено в отделни ключови участъци. Те са подбрани така, че добре да отразяват характерните черти и тенденции на многогодишната динамика на ландшафтите.

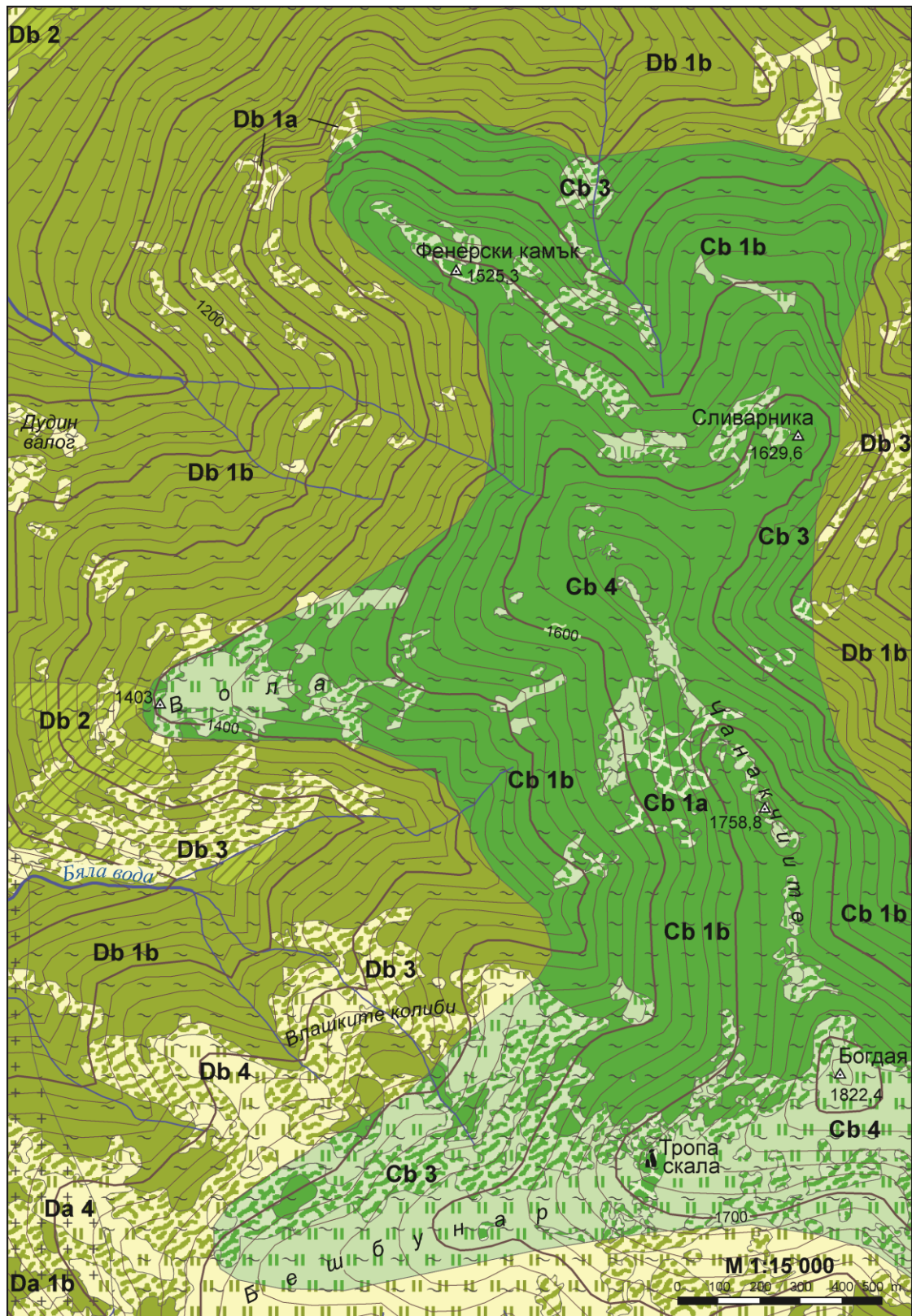
Ключов участък „Богдая“

Най-дългият период на наблюдение от 50 години на многогодишната динамика на ландшафтите е за ключов участък „Богдая“. Той се намира в крайните части на Северозападна Рила в близост до с. Бистрица. Надморската височина се колебае между 850 и 1822 m 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. Само малка част в източния край на ключовия участък се намира в НП „Рила“. Границата минава по вододелното билото на р. Бистрица. Въпреки това понастоящем ландшафтите имат доста естествен облик. В миналото обаче те са били подложени на значителен антропогенен натиск. Дълго време районът е използван за паша на големи стада – главно овце. В южната част на ключовия участък се намира 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 склонови стъпала около Влашките колиби, местностите Бешбунар, Вола и Сливарника, а през студеното полугодие са били свалени. По всяка вероятност в по-далечното минало те са били местени за зимно пашуване в Беломорието. За осигуряване на достатъчно пасища горските ландшафти са били унищожени на големи площи. Постоянната паша и утъпкването от стадата не е позволявало възобновяването на гората. Намалването на антропогенният натиск започва малко след средата на XX в., когато Народната власт задължава армянците (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 каракача-



Фиг.7.4. Карта на съвременните ландшафти в КУ „Богдая“ през 1966 г.

Типове и подтипове ландшафти: **С** – Хладни хумидни ландшафти в пояса на иглолистните гори; **Д** – Умерени хумидни и семихумидни ландшафти в поясите на буковите и габрово-горуновите гори;
 Видове ландшафти: **а** – на магмени скали; **б** – на метаморфни скали; Подвидове ландшафти: **1а** – Естествени ландшафти на голи скали; **1б** – Естествени ландшафти със зонална горска растителност; **3** – Горско-хрстови ландшафти; **4** – Вторични ливадни ландшафти; **8** – Аграрни ландшафти



Фиг.7.7. Карта на съвременните ландшафти в КУ „Бодая“ през 2016 г.

Типове и подтипове ландшафти: **С** – Хладни хумидни ландшафти в пояса на иглолистните гори; **Д** – Умерени хумидни и семихумидни ландшафти в поясите на буковите и габърново-горуновите гори;
Видове ландшафти: **а** – на магмени скали; **б** – на метаморфни скали; **Подвидове ландшафти:** **1а** – Естествени ландшафти на голи скали; **1б** – Естествени ландшафти със зонална горска растителност; **2** – Изкуствени горски ландшафти; **3** – Горско-храстови ландшафти; **4** – Вторични ливадни ландшафти; **8** – Аграрни ландшафти

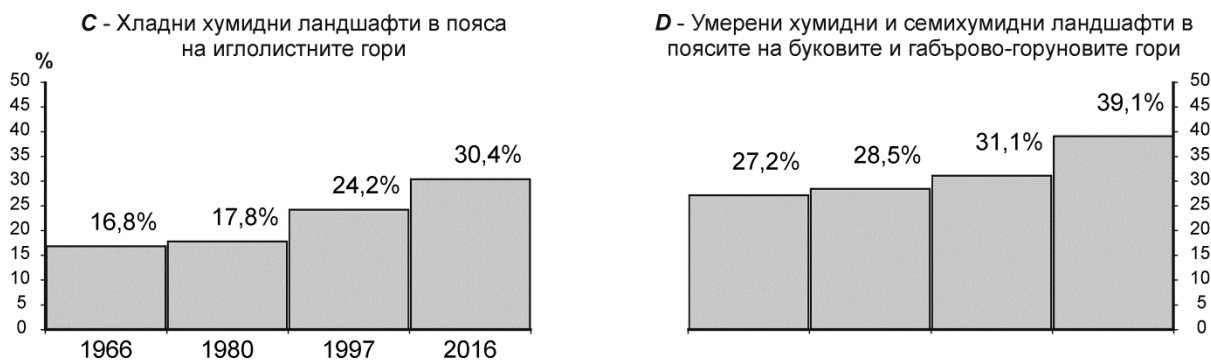
ните. През останалата част от социализма районът също е използван за лятна паша на стада, но е имало само три кошари. Две по склоновете стъпала северно от върховете Богдая и Тропа скала и още една в местността Дудин валог. През 90-те години на ХХ в. те са изоставени и антропогенното влияние намалява още. Промяната в земеползването е причина за започване на възстановяване на естествените за поясите горски ландшафти.

За изследване на тези процеси са обработени изображения от 1966, 1980, 1997 и 2016 г., от които са изготвени четири едромасштабни карти на съвременните ландшафти. От тях в автореферата са представени две карти – в началото на изследвания период (Фиг. 7.4) и в неговия край (Фиг. 7.7). Като допълнителен източник на информация са ползвани изображения от 1977, 1988, 2005, 2006, 2011 и 2013 г. По този начин дешифрирането е по-пълноценно а извлечената от изображенията информация е по-сигурна. Например ако даден участък попада в сянка или има някаква друга причина за несигурност при определяне на състоянието на картографирания ландшафт.

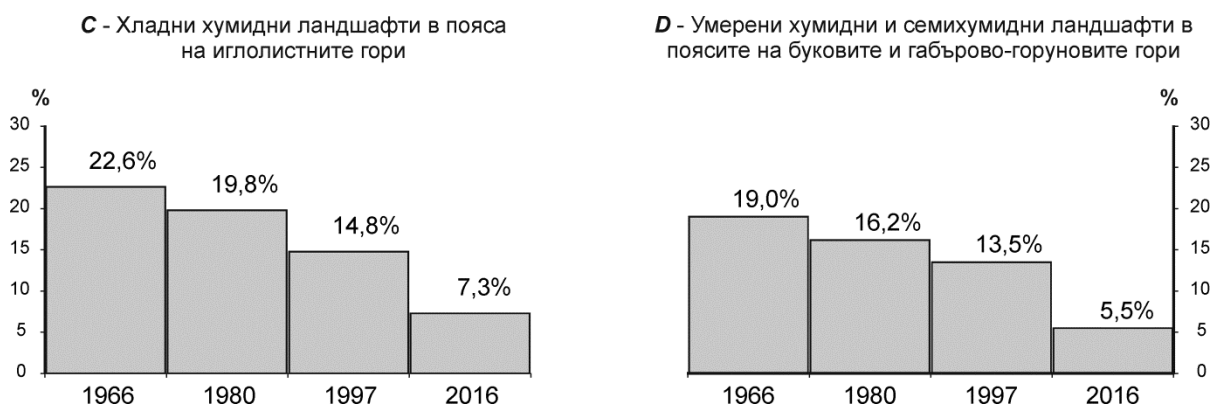
Анализът на промените в площите показва, че всички ландшафти са претърпели изменения на площите. Прави впечатление, че най-съществени, както като абсолютна стойност, така и като процентно отношение, са промените при ливадните ландшафти (Сb 4, Da 4 и Db 4) и естествените горски ландшафти (Сb 1b, Da 1b и Db 1b). Най-малки са измененията, настъпили при естествените ландшафти на голи скали (Сb 1a и Db 1a), които остават почти без промяна през целия период. Ландшафтите с изкуствени гори (Сb 2 и Db 2) не съществуват през 1966 г., аграрните ландшафти (Db 8), макар и да показват известна динамика през периода, през цялото време заемат незначителна площ – под 1 ha.

Най-съществена е многогодишната динамика при три от подвидовете 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. Те са представени на (фиг.7.8, фиг.7.9 и 7.10). Диаграмите отразяват промените в площите на тези ландшафти през четирите проучвани години в двата представени в КУ „Богдая“ типа ландшафти. За да се обобщат 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 фиг. 7.8. 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.

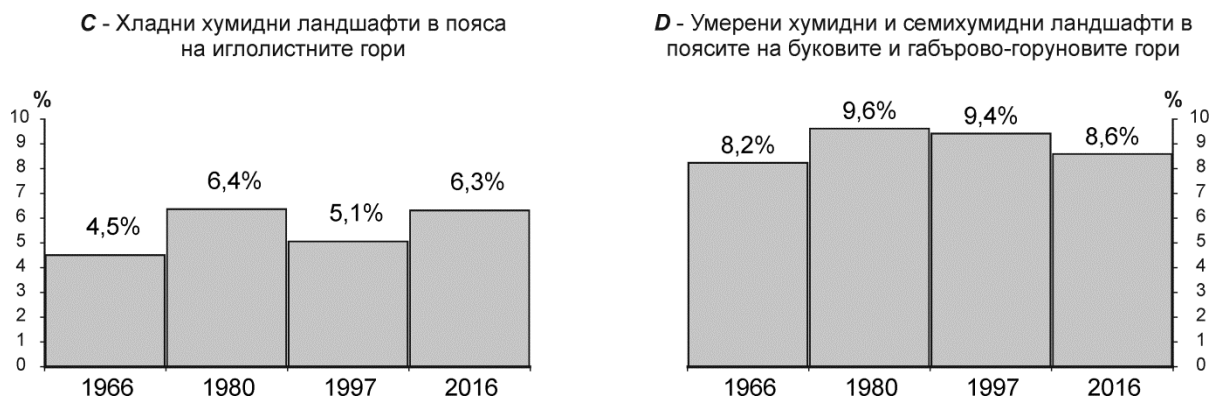


Фиг.7.8. Относителни дялове на площите на естествените горски ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.



Фиг.7.9. Относителни дялове на площите на вторичните ливадни ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.

Увеличението на площите на естествените горски ландшафти става главно за сметка на съкращаване на площите на вторичните ливадни ландшафти. На диаграмите (фиг. 7.9) се забелязва постоянно намаление на относителният 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.



Фиг.7.10. Относителни дялове на площите на горско-храстови ландшафти в КУ „Богдая“ в периода 1966 - 2016 г.

По-различен характер имат промените на площите с преходните горско-храстови ландшафти. В пояса на хладни хумидни ландшафти с иглолистни гори няма тенденция на промените, а в пояса на умерени хумидни и семихумидни ландшафти с букови и габърво-горунови 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. Увеличението на горско-храстовите ландшафти в иглолистния пояс на картата за 2016 г. спрямо техния дял през 1997 г. може да се интерпретира като прогнозен сигнал, че в бъдеще може да 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.

В КУ „Богдая“ в последните пет десетилетия съвременните ландшафти се изменят под въздействието главно на вътрешните фактори на ландшафтна диференциация. В резултат те в голяма степен се доближават до потенциалните ландшафти. Процесите на възстановяване на естествените горски ландшафти са по-интензивни в иглолистния пояс. През 2016 г. тяхната площ е почти два пъти по-голяма в сравнение с 1966 г. Това би могло да се обясни по-бързия растеж на пионерните видове – бял бор и бреза. Също така по-голяма интензивност този процес има по склоновете със северно изложение. От една страна това е свързано с по-добрата обезпеченост с влага, от друга в района на Богдая те имат и по-малък наклон, откъдето може да се предположи, че почвената покривка не е била сериозно засегната от ерозионните процеси. Самият процес на възстановяване на гората протича на няколко етапа. В първия се формират горско-храстови ландшафти, разпръснати на отделни петна. По-късно дърветата израстват и се сгъстяват, като се оформят отделни „островчета“ с горски ландшафти. Във тях. После тяхната площ нараства, те се сливат помежду си и се образува масив с плътна горска покривка.

Ключов участък „Мальовица“

Вторият ключов участък е разположен по северните склонове на Мальовишкото било, между 1620 m и 2360 m н.в., като включва части от долините на реките Мальовишка, Горна, Средна и Долна Прека реки. Площта му е 8,8 km², а размерите му са 3,5 km на 2,5 km.

Най-съществените изменения в ландшафтите, даващи сегашния облик, станаха в края на лятото на 2000 г., когато се разрази голям пожар. Поради високопланинския разчленен релеф гасенето е било много трудно. За десетина дни опожарената площ достига близо 400 ha. След пожара започна постепенно възстановяване на тревната растителност, а в по-ниските части масово разпространение имат ивата и брезата. Клекът обаче расте доста бавно, така че може да се предположи че за пълното възстановяване на потенциалните ландшафти със зоналната клекова растителност ще са необходими стотици години, особено в участъците на пожарището, разположени на по-голяма надморска височина.

За картографиране на многогодишната динамика на ландшафтите в КУ „Мальовица“ са използвани аероснимки от 1977, 1988 г. и сателитно

изображение, заснето през 2007 г. Анализът на картите и данните за площите на съвременните ландшафти, показва, че през първия период в ключовия участък се наблюдават процеси насочени към възстановяване на потенциалните ландшафти, които внезапно са прекъснати от големия пожар през 2000 г. Той причинява рязка промяна в състоянието на ландшафтите и променя тотално разпределението на площите на съвременните в КУ „Мальовица“. По-голяма част от засегнатите от пожара площи се намират в субалпийския пояс. В резултат относителният дял на естествените ландшафти със зонална растителност от клек намалява близо три пъти и на картата за 2007 г. те заемат 34,6% от площта на пояса. По-малка площ от пожарарицето е разположена в иглолистния пояс. Затова и промяната, дължаща се на пожара, е относително по-малка. Делът на естествените ландшафти с иглолистни гори намалява от 84,6% през 1988 г. на 79,3%, което всъщност е повече от техният дял през 1977 г. Допълнителна причина за това е, че на места извън обхвата на пожара, някои ландшафти, картографирани като горско-храстови през 1988 г., през 2007 г. са се трансформирали в горски ландшафти.

В КУ „Мальовица“ се установява значителна по дълбочина и обхват съвременна антропогенизация, която връща многогодишната динамика на ландшафтите в района в много по-ранна фаза на фона на бавен процес на възстановяване на потенциалните ландшафти и повишаване на горната граница на гората. От гледна точка на ландшафтознанието това е доста интересно, защото може да се проследи динамиката на ландшафтите след масивен пожар, подобен на пожарите, които са трансформирали ландшафтите в планината в ранните етапи на антропогенизацията им. Процесите на възстановяване вече са започнали, като по-интензивни са те в участъците от пожарарицето на по-малка надморска височина.

Ключов участък „Седемте езера“

Третият ключов участък се намира по северните склонове на Рила планина в района на Седемте езера между 1080 m и 2460 m н.в. Размерите му са малко по-големи – 5,2 на 4,7 km, а площта е 25 km². Големият вертикален диапазон е предпоставка за съществуването на няколко височинни ландшафтни пояса. Над 2000 m н.в. са студените хумидни ландшафти в субалпийския храстов пояс, между 1500 и 2000 m н.в. се намират хладните хумидни ландшафти в иглолистния горски пояс, а в най-ниските части на ключовия участък са формирани умерени хумидни ландшафти с букови гори.

За проучване на многогодишната динамика на съвременните ландшафти в КУ „Седемте езера“ са използвани архивни аероснимки от 1988 г. и шест картни листа от националната ортофотокарта, заснети през 2010 г.

Сравнителният анализ на картите със съвременните ландшафти в КУ „Седемте езера“ за 1988 и 2010 г. и при съпоставянето на данните за площите им показва, че най-съществени изменения са настъпили в пояса с хладни хумидни ландшафти с иглолистни гори. През 1988 г. площта на първичните ландшафти със зонална растителност е била 80% от площта на иглолистния пояс, а през 2010 г. се е увеличила на 92%. Това увеличение се дължи на намаляване през

този период на горско-храстовите ландшафти и на вторичните ливадни ландшафти, които са съкратили площите си съответно от 10% на 2,8% и от 8,4% също на 2,8% от тази на пояса.

През разглеждания период по-голямата част от преходните горско-храстови ландшафти, формирани на стари сечища с формата на ивици, са се трансформирали в горски ландшафти. Макар и с неголяма абсолютна площ (16,7 ha) увеличението на рекреационните ландшафти през 2010 г. е почти двойно спрямо площта им през 1988 г. (8,7 ha). 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 (**Cb 12** и **Ce 12**) и на двете карти остава неизменна – 9 ha или 0,5%. Това е трасето на деривацията „Джерман – Скакавица“, която през 1988 г. е била още в процес на изграждане. След завършването ѝ на много места растителността е започнала бързо да се възстановява. Причината тези ландшафти да са класифицирани като силно антропогенизирани е, че при изграждането им са били засегнати и други компоненти на ландшафта, включително скалната основа и релефа.

В субалпийския пояс също се наблюдава увеличаване на площта на ландшафтите със зонална растителност (**Va 1b**). През 1988 г. те са били 192,9 ha, което е 26,3% от територията на пояса, през 2010 г. те заемат 219,8 ha 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. Другите първични ландшафти в този пояс – на голи скали (**Va 1a** и **Vb 1a**) и хидроморфните и субхидроморфни (**Va 1c** и **Vb 1c**) не променят площите си през същия период. Най-съществено намаление на площта през 2010 г. се отбелязва при преходните ландшафти (**Va 3** и **Vb 3**) от 12,9 ha на 4,2 ha, което се дължи на уплътняването на клековата покривка и трансформирането им към първични ландшафти. Значително е увеличението на рекреационните ландшафти (от 0,2 ha на 0,8 ha), но като относителна площ те заемат само 0,1% от пояса.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение могат да се обобщят следните изводи и резултати от проведеното изследване на съвременните ландшафти в Рила планина .

Най-важната закономерност при формирането на природните ландшафти в Рила планина е обособяването на височинни пояси. Те се разполагат етажирано един над друг. За обективното ранжиране на природните ландшафти и картографиране на реално съществуващите съвременни ландшафти е приложена нова ландшафтна класификация. Тя стъпва на достиженията на досегашните

ландшафтни класификации за Рила, но е усъвършенствана за да може едновременно вярно да отразява естествените ландшафтни закономерности и същевременно достоверно да оценява съвременната им антропогенна трансформация. Съставена е оригинална скала с дванайсет степени, оценяваща дълбочината на антропогенните промени в ландшафтите. За удобство, когато практиката не изисква такава детайлност, те могат да се групират в три степени: неизменени и слабо изменени природни ландшафти; средно изменени аграрни и аквални ландшафти; силно изменени изкуствени ландшафти.

Новата ландшафтна класификация има не само научна стойност, но и практическо приложение. Тази класификация с тристепенната скала на антропогенизацията е използвана при създаването на ландшафтната карта в новия план за управление на Национален парк „Рила“.

За оценка на антропогенната модификация на ландшафтите е разработена нова методика, която се базира на информация от ГИС данните „Корине земното покритие“, но оценката се прави за всеки пояс по отделно. За целта кодовете на номенклатурата от трето ниво на земното покритие се трансформират към степени на антропогенизация за изследвания ландшафтен пояс.

За коректното отразяване на различията в климатичните условия по склоновете с предимно северно изложение и склоновете с предимно южно изложение е създаден ГИС базиран климатичен модел на Рила планина. В него чрез предварително установени регресионни зависимости между надморската височина и изследвания климатичен показател са моделирани тяхното разпространение по изследвания макросклон. Чрез полуавтоматични ГИС операции резултатите за срещуположните склонове са генерализирани и обединения в общ растерен слой, служещ за основа при дефинирането и картографирането на типовете ландшафти. Създаденият ГИС модел е оригинална разработка, с изключение на изчисляването на градиентите на климатични параметри, определени от Раев (1983).

Изградена е гео-база данни, в която съхранява векторни и атрибутивни данни за ландшафтите в Рила планина. В нея допълнително се съдържат слоеве с хидрографската и пътна мрежа в района, по-важни върхове и други, подпомагащи създаването на картографски продукти. Надписите с индексите на съвременните ландшафти са направени като анотационни слоеве. Слоевете със съвременните ландшафти за всеки от ключовите участъци са организирани в отделни векторни набори с данни (Feature Dataset).

Използването на ГИС технологиите при изготвяне на ландшафтни карти значително улеснява работата. Те не само предоставят автоматично информация за площите на различните ландшафти, но и дават възможност за извличане на информация, например за относителния дял на даден ландшафтен таксон в цялата изследвана площ или в проучвания пояс.

Ландшафтите представляват природно-териториален комплекси, които не са застинали във времето, а са подложени на постоянни изменения, свързани с тяхната динамика и развитие. За изучаване на развитието им през вековете и хилядолетията са приложими разнообразни палеогеографски методи – палинологични, геоморфоложки, геоложки и др. За изследване на многогодишната динамика на ландшафтите и прецизно картографиране на

съвременните ландшафти в последните няколко десетилетия безценно средство са дистанционните методи. За тази цел е необходимо да се открият и обработят архивни самолетни снимки и актуални сателитни изображения. Докато обработката на сателитните снимки става по стандартни процедури, обработката на най-старите аероснимки представлява предизвикателство, поради липсата на готови модели на фотограметричните камери в използвания софтуер и трудностите при откриване на подходящи обекти по тях за опорни точки.

Чрез интерпретация на архивни и актуални снимки е извършено детайлно картографиране на съвременните ландшафти и са проследени промените в три ключови участъка в Рила. Установена е ясна тенденция на постепенно възстановяване на горските ландшафти в поясите на хладните хумидни ландшафти и на умерените хумидни и семихумидни ландшафти. Това се дължи на естествените процеси, протичащи в антропогенизираните ландшафти, след преустановяване или намаляване на антропогенният натиск, насочени към възстановяване на потенциалния вариант на ландшафта. Същевременно е установена и слабо изразена тенденция на увеличаване на надморската височина на границата между студените хумидни и хладните хумидни ландшафти. Вероятно причината за недобре изразения процес на повишаването на горната граница на гората е, че разглежданият период не е достатъчно дълъг. Обяснението за причината, пораждаща този процес, е доста по-дискусионно. То би могло да се обвърже с глобалното затопляне и последиците от него, но вероятно се дължи на силния антропогенен натиск в миналото, довел тогава до съществено понижаване на горната граница на гората.

Представеният дисертационен труд отразява дългогодишна работа, свързана както с теренни проучвания, така и с разнообразни анализи извършени със съвременни геоинформационни технологии. Въпреки това съвсем не всички научни проблеми могат да се считат за решени. Трябва да се направи опит в бъдеще чрез използване на дистанционни методи да се определят реалните запаси от фитомаса, особено за горските ландшафти, и чрез съпоставяне със възрастта на гората приблизително да се установи годишната продуктивност. Данни за възрастта би могло да се извадят от горските кадастри. По този начин може да определи височинният диапазон, в който съотношението между топлината и овлажнението е най-благоприятно. Би могло да се направи съпоставка с определения от лесовъдите климатичен оптимум и да се разгледа доколко има съвпадение. Такова проучване има, както чисто научно значение, така и практическа полза за горското стопанство.

Преди близо две десетилетия големият пожар в района на Мальовица предизвика радикална промяна в съвременните ландшафти на субалпийския пояс и донякъде в горната част на иглолистния пояс. След него започна бавен процес на възстановяване на зоналните ландшафти, който обаче не протича с еднаква интензивност в цялата опожарена територия. Картографиране на измененията, настъпващи в резултат на този процес като част от естествената многогодишна динамика на ландшафтите, се очертава като друга потенциално интересна научна задача в бъдеще.

ПРИНОСИ

1. Създадена е нова гъвкава класификация на ландшафтите, отчитаща както главните географски закономерности, така и съвременната антропогенна промяна в тях.
2. Разработен и апробиран е оригинален ГИС базиран климатичен модел, който отразява различните условия по южните и северните склонове в Рила и дава възможност да бъдат картографирани действителните условия в планината.
3. Създадена и апробирана е оригинална методика за оценка и картографиране на антропогенизацията на ландшафтите на базата информацията от слоя „Корине земното покритие“.
4. Проектирана и изградена е гео-база данни за ландшафтите в Рила планина, краен цялостен продукт на изследването. Тя съдържа и допълнителни слоеве, подпомагащи създаването на изходящи картографски продукти.
5. За първи път чрез архивни самолетни и съвременни самолетни и сателитни изображения е проследена многогодишната динамика на ландшафтите в Рила планина на няколко ключови участъци. Най-дългият период на наблюдение достига 50 г.

Списък на публикациите, свързани с дисертационния труд

- Гиков, А. 2000. Картографиране и анализ на развитието на растителността в ландшафтите чрез използване на разновременни аероснимки в ключов участък "Богдая" - Северозападна Рила. В: *Сборник с доклади от „Международна научна сесия 50 години ГИ - БАН”*, С., 2000, с. 190-198
- Гачев, Е., А. Гиков, И. Гачева, П. Ножаров, М. Попов. 2008. Морфология на дъното на леденото езеро в Рила и нейната връзка с кватернерната еволюция на релефа. *Проблеми на географията*. кн. 3-4. 2008 г. с. 97-104, ISSN 0204-7209
- 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”*. ИКИТ-БАН. 2013 г. с. 312-320. ISSN: 1313-3888
- Гиков, А., 2016. Изследване на многогодишната динамика на ландшафтите в Северозападна Рила планина с дистанционни методи. В: *Сб. Доклади от Дванайсета научна конференция с международно участие “Space, Ecology, Safety – SES 2016”*, 2-4 ноември 2016 г., София, с. 165-176, ISSN: 1313-3888

Резултатите от изследването са апробирани на една международна научна конференция и две научни конференции с международно участие:

1. International Scientific Session "50 years Institute of Geography – BAS", Sofia, November 2000;
2. Девета научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност–SES 2013”. София. 20-22 ноември 2013 г.
3. Дванадесета научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност SES–2016”. София, 2–4 ноември 2016 г.

БЛАГОДАРНОСТИ

При реализирането на този дисертационен труд съм дискутирал с много колеги и съм получавал полезни съвети, което допринесе той да бъде по-пълнен и изчерпателен. Затова искам да им поднеса своите благодарности. На първо място това са колегите от секция „Дистанционни изследвания и ГИС“. Необходимо е също да спомена и колегите от предишния Географски институт при БАН, сега департамент „География“ на НИГГГ и колегите от Геолого-географския факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, с които ни свързва добро сътрудничеството и сродните научни интереси.

Особено признателен съм на проф. Евгения Руменина, която като научен консултант ми даваше ценни напътствия в работата ми.

Необходимо е да изразя специална благодарност на проф. Хернани Спиридонов, с когото започнах работа по дисертацията.

Издавам благодарност и на проф. Румен Недков, не само за административната подкрепа, но също и за помощта му при първите ми опити за дигитална обработка на аероснимки.

Накрая, но не на последно място, искам да благодаря на семейството ми за подкрепата им и проявеното търпение.

За осъществяване на задачите по дисертацията са ползвани изображения и апаратура, закупени със средства на проектите:

„Геоекологично изследване на опасните природни процеси и интегрална оценка на риска за нуждите на регионалното управление“ (НЗ 1514/05 към фонд “Научни изследвания” с ръководител проф.д.г.н. Хернани Спиридонов).

„Изграждане на научно-информационен комплекс за аерокосмически полигона територията на Р.България“ (НИК-03/2007 към фонд "Научни изследвания" с ръководител проф. д-р Евгения Руменина).

„Обследване на глобалните промени във високите планини: на примера на езерните райони в Рила в България и Юлийските Алпи в Словения”, (към Фонд „Научни изследвания”, с ръководител за България проф. Марияна Николова).

Информационен комплекс за аерокосмически мониторинг на околната среда (ИКАМОС). Договор за безвъзмездна финансова помощ BG161PO003-1.2.04-0053-C0001, по ОП „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика” 2007-2013, процедура BG161PO003-1.2.04 „Развитие на приложните изследвания в изследователските организации в България”, Европейски фонд за регионално развитие. Ръководител на проекта: проф. д-н П. Гецов. Координатор на проекта: проф. д-р Е. Руменина

За измерване на координатите на опорните точки през периода 2011-2014 г. е използван GPS приемник Торсон, предоставен от центъра за приложение на спътникови изображения РЕСАК.

Списък на цитираната в автореферата литература

- Арманд, Д. Л. 1975. Наука о ландшафте. М., Мысль.
- Велчев, А. 1994. Формиране и еволюция на съвременните ландшафти в Югозападна България. Хабилитационен труд. 388 с.
- Велчев, А. 1995. Плейстоценските заледявания на българските планини. *Год., СУ, ГГФ*, т.87, с. 53-65
- Велчев, А., Н. Тодоров, А. Асенов, Беручашвили, Н. 1992. Ландшафтна карта на България в М 1:500 000. *Год., СУ, ГГФ*, т.84,
- Георгиев, Г. 1978. Старата железодобивна индустрия в България. С. БАН, 205 с.
- Гловня, М. 1958. Геоморфоложки проучвания в Югозападна Рила. *Год. СУ, БГГФ*, т. 51, кн. 3,
- Гловня, М. 1962. Принос към изучаване на периглациалната морфоскулптура в Рила. Изв. на БГД, т.3 (13), с. 47-56
- Гловня, М. 1968. Глациален и периглациален релеф в южния дял на Средна Рила. *Год. СУ, ГГФ*, т. 61,
- Енциклопедия България. Том 3: И-Л. 1982. С. БАН, 864 с.
- Иванов, И. 1966. Рила планина. В: География на България - т.1, С. БАН, с. 173-180
- Кравцова, В., Х. Спиридонов, Е. Руменина. 1979. Експеримент по комплексному дешифрированию многозональных сканерных аэроснимков Болгарии. Космическая съемка и тематическое картографирование. Под ред. на К. Салищева и Ю. Книжникова. Изд. Моск. Унив. с. 159-180
- Петров, П. 1979. Класификационна система на ландшафтите в България. *Год. СУ, ГГФ*, т. 70, кн.2, с. 159-170
- Петров, П. 1990. Ландшафтознание. С. УИ „Св. Климент Охридски“, 266 с.
- Петров, П., Н. Беручашвили, Д. Апостолов. 1984. Ландшафтно-геофизически изследвания в Рилском масиве. *Год. СУ, ГГФ*, т. 78, кн. 2
- Попов, А. 2001. Геоекологична класификация на ландшафтите в България. Основни подходи и принципи. *Год. СУ, ГГФ*. кн. 2 т. 91

- Р а д к о в , И . 1961. Екологична класификация на горите в Рила планина. С. ,Земиздат,1961
- Р а д у ч е в , Ж . 1984. Рила – географски речник. С. Наука и изкуство, 315 с.
- Р а д у ч е в , Ж . 1988. Рила – пътеводител. С. Медицина и физкултура, 269 с.
- Р а е в , И . 1983б. Опит за диференциране на планинските климати в Рила и зоната за оптимално горскостопанско производство. В: Сб. доклади от Междунар. симп. “Взаимоотношенията човек - планински екосистеми”, проект 6 - МАБ ЮНЕСКО, т. II. с. 227-236
- С о л н ц е в , Н . А . 1960. О взаимоотношениях „живой“ и „мертвой“ природы. Вестн. Москв. Ун-та, сер. Геогр, 1960, №6
- С т о й ч е в , К . 1974. Влиянието на някои климатични елементи върху средния многогодишен отток в Рила планина. *Год. СУ, ГГФ*, т. 67, кн. 2,
- С т о й ч е в , К . , П . П е т р о в . 1981. Рила - природа и ресурси. С. Наука и изкуство, 203 с.
- Т о н к о в , С . 2007. Палеоботанично и палеоекологично проучване върху следледниковата история на растителността в Югозападна България. Автореф. на дисерт. (Доктор на биол. науки), С., 76 с.
- В о з и л о в а , Е . 1995. The upper forest limit in the Rila Mountains in Postglacial time – palaeoecological evidence from pollen analysis, macrofossil plant remains and ¹⁴C dating. In: Bozilova E, Tonkov S, eds. *Advances in Holocene palaeoecology in Bulgaria*. Sofia, Bulgaria: Pensoft, pp 1-8
- В о з и л о в а , Е . , С . Т о н к о в . 2000. Pollen from Lake Sedmo Rilsko reveals southeast European postglacial vegetation in the highest mountain area of the Balkans. *New Phytologist* 148, 2000, 315-325
- ERDAS Imagine Tour Guides - Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2006
- 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)
- Heymann, Y., Steenmans, Ch., Croisille, G., Bossard, M. 1994. CORINE Land Cover. Technical Guide. Luxembourg (Office for Official Publications of European Communities)
- Hughes, P., J. Woodward, P. van Calsteren, L. Thomas, K. Adams. 2010. Pleistocene ice caps on the coastal mountains of the Adriatic Sea. *Quaternary Science Reviews*, 29, 3690-3708.
- Kuhlemann, J., E. Gachev, A. Gikov, S. Nedkov. 2008. Glacial Extent in the Rila Mountain (Bulgaria) as Part of an Environmental Reconstruction of the Mediterranean during the Last Glacial Maximum (LGM). *Problems of Geography*, 3-4, 2008. pp. 87-96
- Kuhlemann, J., E. Gachev, A. Gikov, S. Nedkov, I. Krumrei, P. Kubik 2013. Glaciation in the Rila mountains (Bulgaria) during the Last Glacial Maximum. *Quaternary International*, 293, 2013, p.51-62
- Louis, H. 1930. Morphologische Studien in Südwest Bulgarien. Geographische Abhandlung. hrsg. v. N. Krfbs, Stuttgart. 108 p.
- Marinova, E., S. Tonkov, E. Bozilova, I. Vajsov. 2012. Holocene anthropogenic landscapes in the Balkans: The palaeobotanical evidence from southwestern Bulgaria. *Veget Hist Archaeobot.* v. 21, pp 413–427

Mapping and analysis of contemporary landscapes in Rila Mountains by GIS and remote sensing

Alexander Georgiev Gikov, PhD Thesis

ABSTRACT

Study area includes the highest mountain in Bulgaria Rila Mountains, with its foot extended to the river beds of the rivers Maritsa, Mesta, Struma and Dzherman. The enlargement of the study area in order to cover the entire spectrum of landscape zones existing in this part of Bulgaria. The total area is 2898.8 km² and the average altitude is 1393 m.

The main **aim** is to study and mapping the contemporary landscapes in the Rila Mountains. Landscape mapping should combine the natural factors of differentiation and also anthropogenic impact. Because the landscape is a dynamic system and changes in time, a secondary aim is the study of landscape`s dynamics/evolution during the years by old and new aerial and satellite images. In the study the term "*landscape*" is used not as outer visible features of an area of land but rather as a system of all natural components – rocks, soil, air, water, vegetation and animals. The formation of "*contemporary landscapes*" except natural components factor is human activity.

The following tasks are met to achieve the first aim:

An original GIS-based climate model has been built for study area. Its main advantage is that it is able to model the difference in climatic conditions along the southern and northern slopes. It uses DEM and regression equation for climatic indicators. They are average annual aerial temperature, number of days with temperature above 10 degree, sum of temperature above 10 degree, annual precipitations and de Martonne aridity index. They are calculated separately for southern and northern slopes. Regression analysis is made on base of an older research with data of 33 climatic stations in the region.

Thresholds of climate indicators are defined in order to determine the boundaries between landscape types and subtypes in region of Rila Mountains. Latter the raster layers are converted into vector layers. Final vector borders are corrected with information of satellite images.

For systematization of landscapes a new classification of landscapes is developed. It has four taxons and two subtaxons. The new landscape classification is based on previous classifications, but it is more flexible and easy to use. At higher taxonomic ranks the factors for landscape differentiation are zonal (climate, vegetation type) while at lower ranks factors are azonal (relief, lithology). At the lowest taxonomic rank factor of landscape differentiation is the depth and intensity of anthropogenic transformation. A new 12 levels range of landscape anthropogenization is devised. The larger number defines higher anthropogenization. For simple usage it is able to generalize into 3 levels. First natural and seminatural landscapes, second – agro and

aquatic landscapes with middle level of transformations and third – artificial landscapes with higher level of transformation.

Methodology for determining the degree of landscape anthropogenization via processing CORINE land cover GIS data is invented. According to methodology the assessment must be done for each landscape zone separately. For this purpose the layers of each landscape zone (in mountain areas they are usually as belts) are intersected with CORINE land cover layer. The new vector layers are recoded according to 12 levels range of landscape anthropogenization. The overlay operation should be done separately because the same land cover type is possible to have different origin depending on location. For example if a land cover with grass (3.2.1.) is located in zone of alpine landscapes it is natural but if the same class is located in zone of beech forests it was transformed in past by human activity.

A map in scale 1:100 000 with contemporary landscapes in Rila Mountains is elaborated. A system of letters and numbers is applied for landscapes labeling. The landscape zones are labeled in capital letters, azonal landscapes are labeled in lowercase and the level of anthropogenic transformation is labeled in numbers according to 12 levels range of landscape anthropogenization. The combination of letters and number gives easy information about each mapped landscape.

To achieve the second aim, old and present-day aerial and satellite images are processed, interpreted and the results are analyzed. Because processing and interpretation are very time-consuming, research is done in three smaller key areas – "Bogdaia", "Maliovitza" and "Sedemte ezera". In the first key area "Bogdaia" the period is the longest – 50 years. It has area of 7 km² and covers two landscape areas between 850 and 1822 m a.s.l. Aerophotographs of 1966, 1980, 1997 and a satellite image of 2016 are processed and interpreted. A clear tendency to increase the area of landscapes with natural forests is established for half a century. Aero photos of 1977, 1988 and satellite image of 2007 for "Malyovitsa" key are processed and interpreted. The area is a little bit larger – and covers also two landscape zones but at higher elevation – between 1620 and 2360 m a.s.l. There was similar trend of forest landscapes restoration between 1977 and 1988 but this natural process is interrupted by a big wild fire in 2000. The fire scar has an area of nearly 400 ha. The "Sedemte ezera" Key Area has the largest area (25 km²) and covers three landscape zones between 1080 and 2460 m a.s.l. Aerial photos from 1988 and 2010 are processed and interpreted. The period is shorter (22 years), but there is a slight tendency of raising the elevation of timber line. At the same time, increasing anthropogenization related to the development of tourism is established

A file geodatabase with all landscapes layers is designed and built – "*Rila_Landscapes.gdb*". It contains five feature datasets. First one is with landscapes for the whole study area. The next three are with data for key areas at larger scale. The fifth one has additional layers for map creating – rivers, roads, peaks, settlements, tourist places and others. The geodatabase has also annotation layers with labels at scale 1:100 000.

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

БИЧ – близък инфрачервен/близка инфрачервена	В.Р. – Before Present/преди настоящето; за референтна година се използва 1950 г.
ВГС – Военно-географска служба	CLC – CORINE Land Cover/Корине земно покритие
ВТС – Военно-топографска служба	CORINE – Coordination of Information on the Environment/координация за околната среда
ГИС – Географска информационна система	DEM – Digital Elevation Model/цифров модел на релефа
ИХМ – Институт по хидрология и метеорология	EOS - Earth Observing System
ИЧ – инфрачервен/инфрачервена	ERTS – Earth Resources Technology Satellite
ИЯИЯЕ – Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика	ETM – Enhanced Thematic Mapper
КУ – ключов участък	GPS – Global Positioning System/ Глобална система за позициониране
ЛОПС – ландшафтознание и опазване на природната среда	LGM – Last Glacial Maximum/последен глациален максимум
МКФ – Многозонална космическа фотокамера	MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
НП – Национален парк	MSS – Multi Spectral Scanner
ПАВЕЦ – Помпено-акумулираща водоелектрическа централа	NBR – Normalized Burn Ratio
ПП – Природен парк	NDVI – Normalized difference vegetation index
ПРС – пространствена разделителна способност	NIR – Near Infra-Red/ близък инфрачервен
ПТК – природно-териториален комплекс	OLI – Operational Land Imager
ПУ – план за управление	RGB – Red Green Blue/червен зелен син
РРС – Радиометрична разделителна способност	RPC – Rational Polynomial Coefficients
СД – събирателна деривация	RTK – Real-time Kinetic
СРС – Спектрална разделителна способност	SWIR – Short-wavelength infrared/късовълнов инфрачервен
УВ – ултравиолетова	TIRS – Thermal Infrared Sensor
ФАО – Food and Agriculture Organization/Организацията по прехрана и земеделие	TM – Thematic mapper
ЦПШ – Централна планинска школа	UTM – Universal Transverse Mercator
ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	