

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КАРТОГРАФИРАНЕ НА РЕЛИКТНИТЕ КАМЕННИ ЛЕДНИЦИ В ПИРИН ПЛАНИНА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА АЕРОКОСМИЧЕСКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Петър Димитров, Александър Гиков

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

Ключови думи: *Пирин планина, периглациален релеф, дистанционни методи*

Резюме: *Настоящият доклад представя резултатите от проучване на реликтните каменни ледници в Пирин планина чрез дистанционни методи и е продължение на публикуван по-рано доклад, разглеждащ тези форми в Рила. Двата доклада представляват първият опит за цялостно изследване и картографиране на реликтните каменни ледници в двете най-високи български планини, което е от съществено значение за разбирането на палеоклиматичната обстановка в тях в края на Плейстоцена и началото на Холоцена. За идентификация на реликтните каменни ледници са използвани цветни аероснимки и изображение от сателита SPOT. В резултат на тяхното визуално дешифриране бяха установени 55 каменни ледника. За някои от тези палеоформи е необходимо допълнително потвърждение чрез теренни наблюдения или други аерокосмически материали. Идентифицираните обекти са представени върху карта и във вид на таблица, съдържаща основни морфометрични данни и описание на местоположението им.*

RELICT ROCK GLACIERS IDENTIFICATION AND MAPPING IN PIRIN MOUNTAIN USING AERIAL AND SATELLITE IMAGES

Petar Dimitrov, Alexander Gikov

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

Keywords: *Pirin Mountain, Periglacial relief, Remote sensing*

Abstract: *This paper presents the results from a study of the relict rock glaciers in Pirin Mountain using remote sensing methods and is continuation of a previous paper concerning these morphological features in Rila Mountain. The two papers represent the first attempt to map the relict rock glaciers in the two Bulgaria's highest mountains, which is of key importance for understanding its paleoclimatic settings during the end of Pleistocene and the beginning of Holocene. For identification of relict rock glaciers, true colour orthophoto and SPOT images were used. As a result of the visual interpretation 55 relict rock glaciers were found. The identification of part of them was subject of uncertainty and the confirmation will require terrain observations to be made or additional remote sensing images to be used. The identified features are presented on a map and in table containing basic morphometrical data and descriptions of their location.*

Въведение

Настоящият доклад представлява продължение на изследването на реликтните каменни ледници в Рила планина с помощта на дистанционни методи, което беше публикувано в миналогодишния сборник от конференцията SES [1]. За разлика от Рила, където периглациалният релеф отдавна е обект на редица проучвания [2,3,4,5], за територията на Пирин планина няма изследвания, чиито главен фокус да е периглациалният морфоложки комплекс. В публикацията на Велчев и Кендерова [6], посветена на плейстоценското и холоценското развитие на долината на р. Мозговица, се разглеждат и форми, свързани с периглациалните процеси, но въпреки наличието на каменни ледници в същата долина, те са интерпретирани като сърповидни морени. При характеристиката на морфологията на циркуса Големия казан в Пирин планина Попов [7] засяга и морфоложката роля на мразовото

изветряне, което според него доминира над корозията, но акцентът на работата е върху реликтногласиалната и карстовата морфология на циркуса, където действително няма каменни ледници.

За наличие на каменни ледници в българските планини (по-специално в Рила) за първи път се споменава през 1959 г. от Гловня [8], който използва термина „*скален ледник*” – буквален превод на английския термин „*Rock glacier*”. В следващите публикации на същия автор посветени на перигласиалната морфогенеза, обаче този термин не се среща и каменните ледници не се разглеждат като специфична перигласиална форма. През последните години се споменава за скални ледници в някои публикации за Рила, но без те да са основен обект на изследването [9, 10, 11]. Реликтните форми от този вид в тази планина са по-целенасочено и подробно разглеждани в две публикации [1, 12], като в тях е възприет алтернативен преводът на английския термин, а именно „*каменен ледник*”, тъй като по-добре отразява същността на формата. Въпреки че в Пирин условията са сходни и е логично да се откриват идентични морфоложки комплекси като в Рила, досега съществуването на каменни ледници в Пирин планина не е установено. **Целта**, която си поставят авторите на доклада, е не само да се насочи вниманието към съществуването на реликтни каменни ледници в Пирин, но също и да се направи инвентаризация на тези форми за територията на цялата планина.

Методика на изследването

Дистанционните методи са надеждно средство за инвентаризиране и картографиране на формите на релефа в безлесния планински пояс, като освен това позволяват изследване на обширни и труднодостъпни райони [13]. За идентификацията на реликтните каменни ледници в Пирин е приложена същата методика, както и при изследването им в Рила [1]. Тя включва визуално дешифриране чрез използването на основните преки дешифровъчни признаци, като *форма, размер, рисунък и сянка*, а също и косвени дешифровъчни признаци, като *местоположение*. Тя е описана по-подробно в миналогодишния доклад, затова тук няма да се спираме на нея.

За картографирането на каменните ледници в Пирин са използвани следните данни: 1) ортофотоплан от 2006 г.; 2) ортофотоплан от 2010 г.; 3) спътниково изображение от SPOT5 в естествени цветове и разделителна способност 2,5 m.

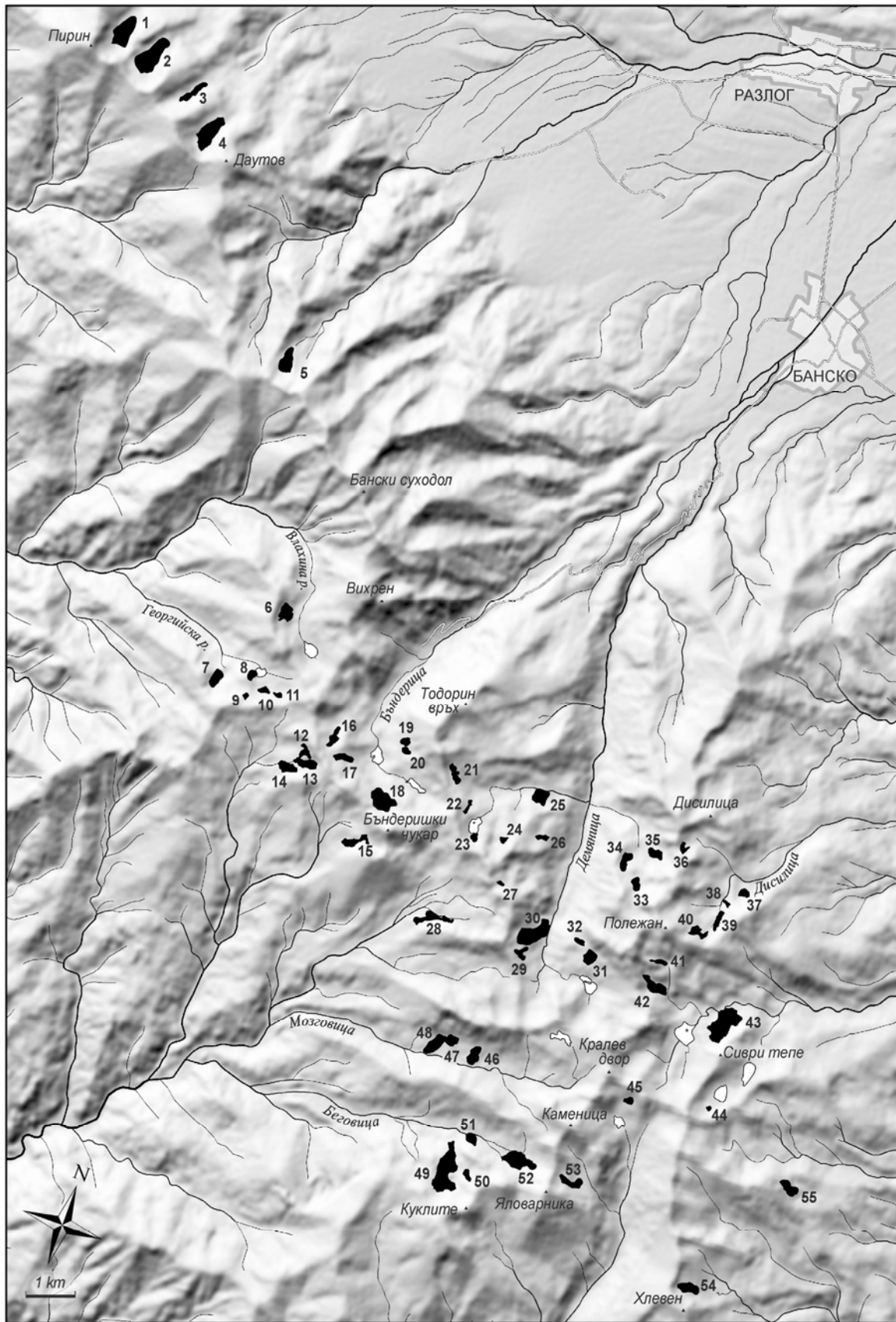
Въпреки улесненията предоставяни от дистанционните методи извършеното дешифриране не е лишено от трудности. Така например на ортофотоизображенията от 2010 г. се наблюдават плътни сенки под стръмните и високи циркусни стени със северна и западна експозиция. Дешифровъчните качества на ортофотоизображенията от 2006 г. се влошават от наличието на снежна покривка. Друг проблем е липсата на хартиени контактни копия на аероснимки, които да бъдат дешифрирани с помощта на стереоскоп. Стереонаблюдението значително подпомага разпознаването на тези палеокриогенни форми, особено в случаите, когато те не са изобразени чрез сенки и е формиран характерният за тези обекти рисунък. Стереодвойки са използвани единствено за малка територия в най-северната част на планината, която попада във фотограметричния блок, на който е заснета съседната Рила планина. Поради това идентифицирането на отделните каменни ледници не е в еднаква степен сигурно и някои се нуждаят от допълнителна теренна проверка.

Надморската височина на горния и долния край на всеки каменен ледник е определена по топографска карта в мащаб 1:25 000 с хоризонтали през 10 m. Картата е използвана също за ориентиране в характера на релефа, включително за определяне на посоката на максималния наклон. Това е от значение за определяне на посоката на движение на каменния ледник (в периода когато е бил активен), по която се измерва неговата дължина. Ширината е измерена в перпендикулярно на това направление.

Идентифицирани реликтни каменни ледници в Пирин

В резултат на дешифрирането на наличните аеро и спътникови изображения в Пирин планина бяха идентифицирани 55 реликтни каменни ледници, представени в таблица 1 и фигура 1. Формите отбелязани със звезда след номера в таблица 1 не могат да бъдат сигурно идентифицирани като каменни ледници на базата само на използваните аеро-спътникови материали и се нуждаят от допълнителна проверка на терен. Както се вижда от фигура 1 установените каменни ледници са сравнително равномерно разположени по цялата площ на субалпийския и алпийския височинен пояс.

В северозападната част на Пирин, където главното било е тясно и без значителни разклонения, са идентифицирани пет реликтни каменни ледници, всичките разположени в циркуси със северна компонента на изложението. Първите четири (№1-4 от таблицата) са



Фиг. 1. Карта на идентифицираните реликтни каменни ледници в Пирин планина. Характеристиките на всеки обект са представени със същите номера в таблица 1

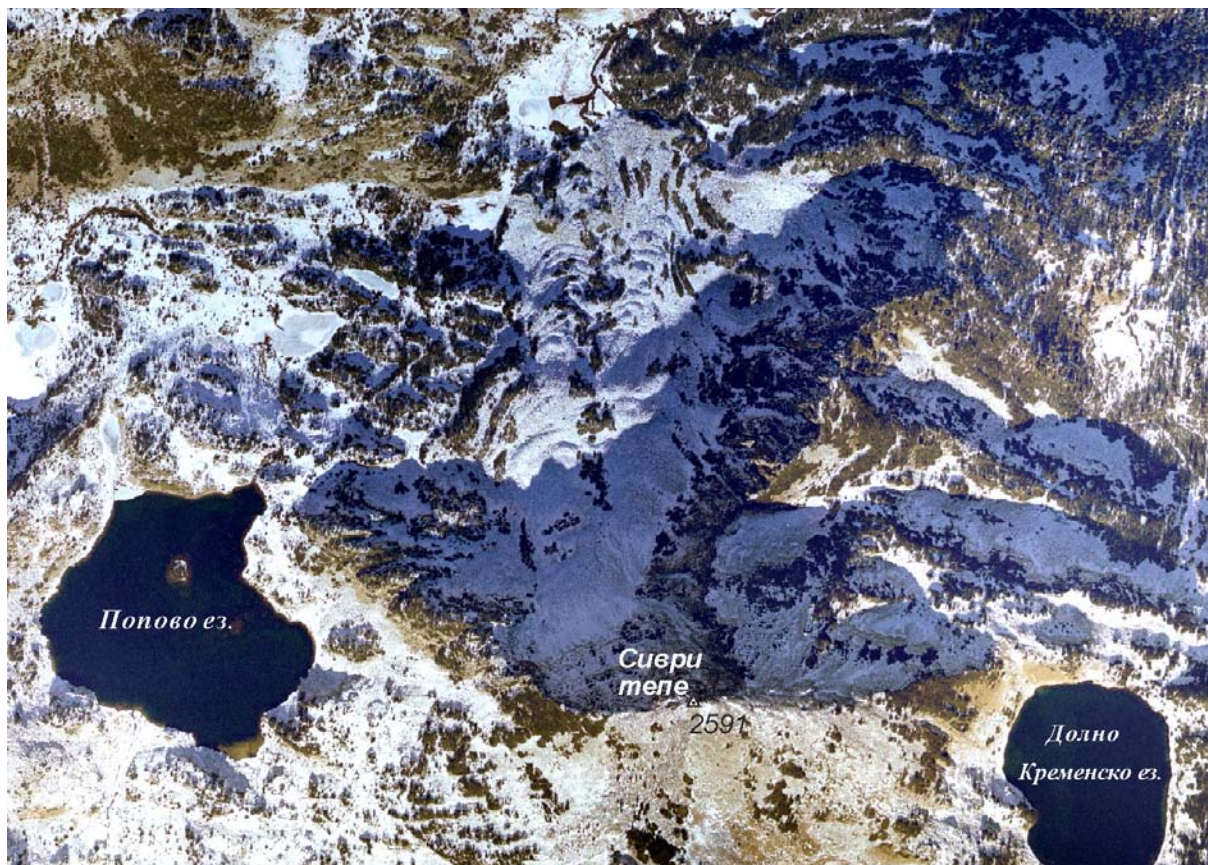


Фиг. 2. Реликтният каменен ледник (№18), разположен в северното подножие на в. Бъндеришки чукар, изобразен на аероснимка от 2010 г. Повърхността е лишена от растителност и по нея личат валове и бразди

добре развити, отличават се с издължена форма и заемат дъната на четири съседни циркуса разположени между върховете Пирин и Даутов*. Най-значителни размери има този, намиращ се в циркуса северозападно от в.Плешки (№2). Той е втори по дължина и трети по площ в планината. В югоизточна посока следващият реликтен каменен ледник се намира в циркуса Разложки суходол (№5). Той е единственият идентифициран каменен ледник, частично попадащ в мраморната част на планината, като е развит на границата между карбонатните и силикатните скали. От циркуса на Разложки суходол до Влахинския циркус в пределите на мраморната част на главното било няма идентифицирани реликтни каменни ледници. Те се появяват на юг от вр. Вихрен, където скалната основа отново е силикатна. От тук до вр. Хлевен на юг се намира основната част от реликтните каменни ледници на Пирин, като концентрацията им е висока и в много от циркусите се наблюдават повече от един.

По западния ограден склон на Влахинския циркус е формиран характерен сравнително къс и широк каменен ледник (№6), който завършва в подножието на склона, опирайки до едно от долните Влахински езера. Той е един от малкото с източна експозиция. В съседния водосбор на р. Георгийца се намира група от пет неголеми каменни ледници (№7-11), като с най-голяма площ и сравнително добре оформена издължена форма е този, запълващ дъното на циркуса северозападно от вр. Георгийца (№7). Особено интересни са два от каменните ледници (№8 и №10), които навлизат в езерните басейни на две от Георгийските езера и преоформат тяхната брегова линия. В басейна на р. Бъндерица бяха установени също пет каменни ледника, като с по-големи размери са тези, разположени в циркусните понижения северно от рида Дончови караули и в. Бъндеришки чукар (№16-18). Формата под в. Бъндеришки чукар (№18) е една от най-големите в планината с площ около 17 ha и гола дълбоко набраздена повърхност (Фиг.2). Вероятни реликтни каменни ледници представляват и скалните материали източно от в. Василашки чукар (№22*) и северно от него до Тодорина порта (№21*). Във Василашкия циркус бяха установени още два каменни ледника, като по-интересен е този, достигащ до бреговете на Тевното Василашко ез. (№23). По източния склон на в. Превалски чукар се намира един от най-дългите каменни ледници в планината (№30). Той има добре оформена езиковидна

* Авторите използват старите имена с турски произход, които официално са променени през 1987 г., но не са се наложили нито сред туристите, нито сред местните жители



Фиг. 3. Реликтният каменен ледник (№43), разположен в Поповоезерния циркус, изобразен на аероснимка от 2006 г. Той има значителни размери и площ от около 28 ха, като по този показател се намира на второ място в Пирин, но е по-голям от най-големият каменен ледник в Рила

форма и достига до дъното на троговата долина на р. Валявица. В подножието на североизточния ограден склон на Валявишкия циркус се наблюдава шлейф от сипейни материали, от които водят началото си два каменни ледника. Първият (№31) е с южно изложение и заема част от дъното на циркуса в съседство с две от по-малките Валявишки езера, а вторият (№32) е със западно изложение.

На юг от главното Пиринско било в циркусите Голямо и Мало Спано поле са развити сравнително големи каменни ледници с дължина над 500 m (№13 и №15). Този, намиращ се в Голямспанополския циркус (№13) представлява част от голям комплекс, включващ още две други, наподобяващи каменни ледници форми (№12* и №14*). Интересно е, че в понижение в средната му част се намира най-горното Спанополско ез. В северното подножие на рида, отделящ се от в. Превалски чукар в западна посока, се намира къс, развит по ширината на склона каменен ледник (№28). Той представлява удебелена и изпъкнала по посока на наклона част от сипейния шлейф намиращ се в подножието на склона. В Газейския циркус бяха установени два каменни ледника (№33 и №34) и една сходна по външен вид форма (№35*). Малък каменен ледник е формиран в Дисилишкия циркус (№36), като се спуска стръмно по северния склон на в. Голяма Стража и се разделя на два къси езика от скална издатина в средата на циркуса. Подобен раздвоен каменен ледник, но със значително по-големи размери и изразителна гола набраздена повърхност се спуска по североизточния склон на в. Полежан (№40). Той е един от най-високо разположените в планината – приблизително от 2480 до 2600 m н.в. В съседство с него е образуван широк каменен ледник (№39), заемащ основата на западния склон на в. Безбог. В Поповоезерния циркус бяха идентифицирани три каменни ледника. Първите два са с езиковидна форма и източно изложение (№41* и №42). Този спускащ се към Долното Полежанско езеро е разположен върху много стръмен склон и характерните за каменните ледници черти не са добре изразени. Третият се намира на север от в. Сиври тепе (№43) и е втори по големина в Пирин – около 28 ха (Фиг. 3). В Кременския циркус до най-горното езеро се намира малък каменен ледник (№44) с площ около 1 ха. Той се състои от два успоредни дъгообразни вала разделени от дълбока бразда, което го прави лесно отличим върху аероснимките и спътниковите изображения. Подобен малък каменен ледник (№45) с

приблизително кръгли очертания се намира по южния склон на в. Кралев двор. Той заема малка заравнена тераса по склона и е един от малкото с южно изложение в Пирин. С южно изложение са и трите каменни ледници в долината на р. Мозговица (№46-48). Те подобно на други картирани форми не са привързани към определен циркус, а са се подхранвали по време на образуването им от сипейните материали в основата на склона. Четири каменни ледника бяха идентифицирани в басейна на р.Беговица (№49-52). Между тях е най-големият каменен ледник в Пирин (№49) с площ над 30 ha и дължина 1100 m. Той заема дъното на циркуса северозападно от в. Куклите. Формата му е силно издължена и по повърхността му се наблюдават множество надлъжни и напречни ридове покрити с клек придаващ характерен рисунък на аеросателитните изображения. Със значителни размери – над 16 ha е и каменният ледник северно от в. Зъбът (№52), чиято ширина обаче е двойно по-голяма от дължината. Най-южно разположеният каменен ледник, който беше идентифициран (№54) се намира в Корнишкия циркус на север от в. Хлевен.

Табл. 1. Морфометрична характеристика и местоположение на идентифицираните реликтни каменни ледници в Пирин планина (номерата съответстват на тези на картата на фиг. 1)

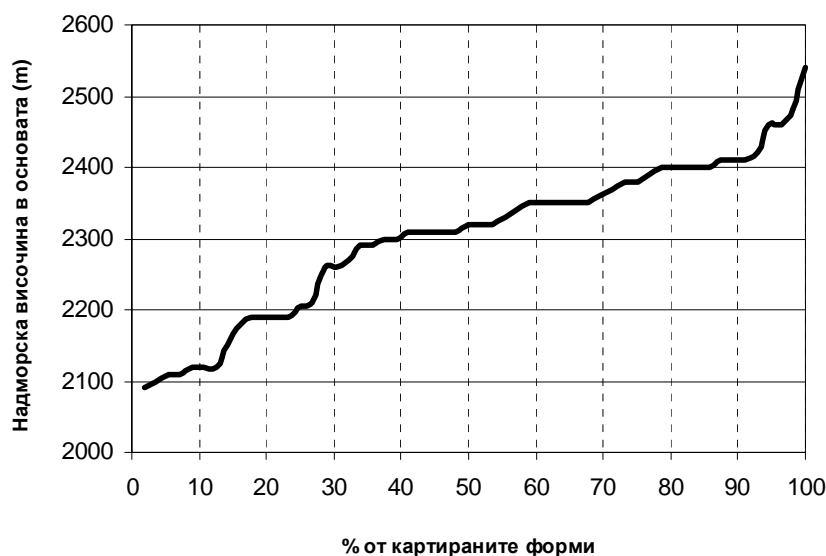
№	Дължина (m)	Ширина (m)	Площ (ha)	Надморска височина (m)	Изложение	Местоположение
1	680	300	19,2	2110-2240	N	В циркуса североизточно от в. Пирин
2	850	450	26,6	2110-2300	N	В циркуса северозападно от в. Плешки
3	670	120	7,5	2100-2300	N	В циркуса източно от в. Плешки
4	810	330	20	2210-2350	N	В циркуса западно то в. Даутов
5	540	270	11,1	2320-2400	N	В циркуса Разложки суходол
6	280	400	8,3	2300-2400	E	Във Влахинския циркус
7	380	160	6,9	2205-2270	N	Над петото Георгийско езеро
8	220	170	3,2	2300-2400	N	Над четвъртото Георгийско езеро
9	120	120	1,3	2410-2430	N	В Георгийския циркус
10	140	260	2,5	2310-2340	N	Над третото Георгийско езеро
11	120	150	1,7	2360-2390	N	В Георгийския циркус
12*	235	340	4,2	2410-2480	SW	В Голямспаноплския циркус
13	500	300	7,6	2400-2450	W	В Голямспаноплския циркус
14*	310	240	6,7	2350-2420	NW	В Голямспаноплския циркус
15	530	160	7,2	2310-2420	SW	На запад от в. Башлийски чукар
16	480	200	5,4	2310-2450	N	Под Дончови караули
17	430	130	5,2	2350-2450	NE	Под Дончови караули
18	540	490	16,7	2380-2490	N	Северно от Бъндеришки чукар
19*	210	150	2,9	2260-2300	SW	В основата на югозап. склон на в. Малка Тодорка
20*	220	150	2,3	2270-2320	W	В основата на югозап. склон на в. Малка Тодорка
21*	160	430	5,4	2410-2450	NE	Северно от в. Василашки чукар
22*	320	85	2,3	2400-2480	N	Източно от в. Василашки чукар
23	200	170	2,2	2400-2770	N	До Тевното Василашко ез.
24	155	180	1,8	2420-2470	W	На запад от в. Типиц
25*	320	310	8,8	2120-2200	N	На изток от Рибното Василашко ез.
26*	300	100	2,6	2260-2300	NE	На 500 m североизточно от в. Типиц
27	90	175	1,2	2460-2500	N	В Типицкия циркус
28	240	780	10	2190-2300	NW	На 1,6 km западно от в. Превалски чукар
29*	270	290	4,2	2310-2450	NE	По източния склон на в. Превалски чукар
30	800	340	20,9	2150-2400	NE	По източния склон на в. Превалски чукар
31	290	240	6,6	2320-2380	S	Във Валявския циркус по югозап. склон на в. Малък Полежан
32	240	120	2,4	2310-2350	W	Във Валявския циркус по югозап. склон на в. Малък Полежан
33	190	260	4,2	2400-2480	N	В Газейския циркус
34	440	150	6,1	2400-2500	N	Северно от в. Газей
35*	360	180	5,2	2330-2470	W	Под в. Голям Стража в Газейския циркус
36	260	170	2,8	2540-2700	N	В Дисилишкия циркус

37*	180	240	3,3	2290-2320	N	Северно от вр. Безбог
38	160	100	1,3	2350-2400	NW	До Дисилишкото езеро в Полежанския циркус
39	100	460	4,5	2390-2500	N	На запад от в. Безбог в Полежанския циркус
40	270	330	5,6	2480-2600	N	Под в. Полежан в Полежанския циркус
41*	390	100	2,9	2460-2580	E	До Долното Полежанско езеро
42	620	200	10	2320-2450	E	На изток от Дженгалската порта
43	800	400	28,1	2120-2350	N	Под в. Сиври тепе (Поповоезерния циркус)
44	100	100	0,9	2370-2420	N	В Кременския циркус
45	160	200	2,5	2380-2430	S	По южния склон на в. Кралев двор
46	430	200	7,7	2190-2250	S	В долината на Мозговица
47	230	230	4,9	2190-2230	S	Под в. Мозговишки чукар в долината на Мозговица
48	520	210	10,2	2090-2200	SW	Под в. Мозговишки чукар в долината на Мозговица
49	1100	480	30,5	2180-2350	N	На северозапад от в. Куклите
50	270	90	2,7	2350-2440	NW	Над Кукленското ез.
51	220	230	4,4	2190-2270	N	В долината на р.Беговица
52	350	740	16,5	2340-2430	NW	Северно от в. Зъбът
53	470	120	7,1	2350-2500	E	Под в. Яловарника
54	460	200	7,9	2350-2470	E	Северно от в. Хлевен
55*	320	230	7,5	2120-2240	E	Източно от Брезнишки рид

* необходимо да се доуточнят

Обобщения

Общата площ на картираните форми е 411,7 ха, а ако се изключат тези за които има съмнение, че са каменни ледници – 353,4 ха. Тридесет и шест от картираните форми имат изложение със северна компонента; от тях със северно изложение са 26, а със североизточно и северозападно по пет. Източно изложение имат шест от формите, а западно пет. Осем форми имат южно или югозападно изложение. От фигура 4 се вижда, че около една четвърт от картираните форми достигат в долния си край надморска височина по-малка от 2200 m. По-голямата част (60%) са развити изцяло над 2300 m н.в. При 64% от картираните форми дължината е по-голяма от ширината. Останалите са с ширина по-малка или равна на дължината.



Фиг. 4. Кумулативно процентно разпределение на картографираните форми по надморска височина на долния им край

Заклучение

Настоящото проучване на реликтните каменни ледници в Пирин показва, че те са обичайна, често срещана палео криогенна форма в пояса над 2100 m н.в. В много от циркусите те доминират и оформят облика на ландшафтите. Изглежда процесите, свързани с образуването им са играели водеща роля в моделирането на релефа във високите части на планината след края на Вюрмското заледряване. Интересно е, че тези процеси са били много по-активни в Пирин в сравнение с Рила. За това може да се съди по почти двойно по-големия брой на установените в Пирин каменни ледници. Освен това тук те имат по-големи размери и заемат по-голяма общата площ. Дори да се изключат формите, за които има някакво съмнение, общата площ (353 ha) е двойно по-голяма от площта на тези форми в Рила планина, където тя е приблизително 153 ha [1].

Освен като сумарна площ реликтните каменни ледници в Пирин планина превъзхождат тези в Рила планина и като индивидуални размери. Площта (30,5 ha) на най-големия реликтен каменен ледник в Пирин, намиращ се под вр. Куклите, е с една трета по-голяма от тази на най-големия каменен ледник в Рила – този под вр. Мечит (20,6 ha). В Пирин има още 3 реликтни каменни ледници с по-голяма площ от неговата. Осъществена е разликата по отношение на броя на идентифицираните обекти с площ над 10 ha – в Пирин те са 12, докато в Рила само 3.

Ако се направи анализ на разположението на реликтните каменни ледници в Пирин според скалния състав се вижда, че те са развити изключително в тези дялове на планината, изградени от силикатни скали. Единственият, който се намира в близост до мраморната част на Пирин е този, разположен под в. Разложки суходол, но всъщност той се намира на контакта между мраморите и гнайсите шистите. Очевидно разпространението на каменните ледници в Пирин е тясно свързано с типа на скалната основа, като факторите пречатстващи образуването им в мраморната част изискват допълнителни изследвания за изясняване на условията за подхранване със скален материал, влиянието на карстовите процеси и др.

Литература:

1. Гиков, А., П. Димитров. 2010. Идентификация и картографиране на реликтните каменни ледници в Рила планина чрез използване на аерокосмически изображения. В: Сб. Доклади от шеста научна конференция с международно участие "Space, Ecology, Safety – SES 2010" 2-4 ноември 2010 г София. с. 252-259
2. Гловня, М. 1958. Геоморфоложки проучвания в югозападния дял на Рила. *Год на СУ, БГГФ*, т. 51. кн. 3. с. 70-173
3. Гловня, М. 1962. Принос към изучаване на периглациалната морфоскулпура в Рила. *Известия на БГД*, кн. III (XIII). с. 47-55
4. Гловня, М. 1968. Глациален и периглациален релеф в южния дял на Средна Рила. *Год на СУ, ГГФ*, т. 61. кн. 2. с. 37-66
5. Велчев, А. 1999. Глациален и криогенен релеф в част от Мусаленския дял на Рила. *Год на СУ, ГГФ*, кн. 2, т. 89, с. 7-21
6. Велчев, А., Р. Кендерова. 1994. Някои виждания за плейстоценското и холоценското развитие на долината на р.Мозговица. *Год. на СУ, ГГФ*, т. 85, кн. 2. с. 29-42
7. Попов, В. 1962. Морфология на циркуса „Големия казан“ в Пирин планина. *Известия на ГИ БАН*, Т. VI, с. 85-99
8. Гловня, М. 1959. Относно периглациалния релеф в България. *Известия на БГД*, кн. II (XII). с. 15-23
9. Гачев, Е., А. Гиков, И. Гачева, П. Нождаров, М. Попов. 2008. Морфология на дъното на Леденото езеро в Рила и нейната връзка с кватернерната еволюция на релефа. *Проблеми на географията*, 2008, 3–4, с. 97–104.
10. Tonkov, S., Bozilova, E., Possnert, G. and Velcev, A. 2008. A contribution to the postglacial vegetation history of the Rila Mountains: The pollen record of Lake Trilistnika. *Quaternary International*, 190, 58 – 70.
11. Велчев, А., С. Тонков, Е. Божилова. 2011. Палеогеоморфоложко и палеоекологично развитие на Северозападна Рила през плейстоцена и холоцена. *Проблеми на географията*, 2011, 3–4, с. 35-47
12. Димитров, П., А. Велчев. 2012. Реликтните каменни ледници като морфоложка форма в алпийския пояс на Рила планина. *Год. на СУ. ГГФ*. т. 103. кн.2. География. с. 97-111
13. Percussa, L., Y. E. Angillieri. 2008. A preliminary inventory of periglacial landforms in the Andes of La Rioja and San Juan, Argentina, at about 28°S. *Quaternary International*, 190: 171–179