



ИЗВЕСТИЯ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОГРАФСКО ДРУЖЕСТВО JOURNAL OF THE BULGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

www.geography.bg



Относно образуването на Хридското езеро в планината Богичевица, Черна гора About the formation of Hridsko lake in Bogičevica Mountains, Montenegro

Емил Гачев¹, Предраг Джурович², Красимир Стоянов¹, Галина Безинска¹,
Мирослав Иванов¹, Стефан Петров¹

¹Югозападен университет „Неофит Рилски“, Благоевград, ул. "Иван Михайлов" 66,

²Университет в Белград, Сърбия, Белград, Трг Републике 4

Emil Gachev¹, Predrag Djurović², Krasimir Stoyanov¹, Galina Bezinska¹,
Miroslav Ivanov¹, Stefan Petrov¹

¹South-west University "Neofit Rilski", Blagoevgrad, 66 Ivan Mihailov str.

²University of Belgrade, Serbia, Belgrade, Trg Republike 4.

ABSTRACT

Key words:

Bogičevica, Hrid lake, rock glacier,
formation, bathymetry

The article presents the latest views about the origin of Hridsko lake in the mountain range Bogicevica, an eastern part of Prokletije massif (Dinaric range). Previous studies define the lake, which is situated at 1980 m a. s. l., and occupies an area about 3,5 ha, as a cirque lake, formed after the retreat of wuermian glaciers following the classical mechanism of glacial lakes formation. In result of our researches, which started in 2013, a new hypothesis evolved that the lake lies inside a large relict rock glacier, formed in the period after the termination of glaciers, which means that the lake depression has a rather periglacial origin. The new bathymetry mapping of the lake done in 2017 provides a support to this hypothesis.

Въведение

Езерата са характерен елемент на планинския релеф. В планинските територии на Балканския полуостров има няколко езера, не големи по площ, но много разнообразни по форма, дълбочина, обем, качество на водите и вид на околността. Многобройни са езерата в Рила, Пирин, Шар планина. Приема се, че повечето от тях имат ледников произход, тоест, лежат в депресии по дъната на циркусите, образувани от вюрмските ледници. Езерните води могат да бъдат подпирани от скални огради (ригели, овчи гърбици) или от моренни валове. Езерата във варовиковите планини на Динаро-Пиндската верига, които също не са малко на брой, имат глациокарстов произход – изпълват дъната на въртопи и ували, преработени от ледниците. Някои планински езера са формирани от свлачищни и срутищни процеси, например Сухото езеро и езерото Паничище в Рила, Куленското езеро в Стара планина и други. Към езерата със специфичен произход без съмнение се причислява и известното Хридско езеро в планината Богичевица, част от масива Проклетия. Езерото се намира в самия източен край на Черна гора и поради красотата си и запазената природа е едно от най-известните в региона.

Настоящата статия има за цел да представи езерото пред българските читатели като интересен природен обект и да хвърли повече светлина върху специфичния начин,

по който то се е формирало. По наше мнение твърде малко езера на Балканския полуостров имат подобен механизъм на образуване. Каменноледниковата хипотеза за образуването на езера се излага за първи път в българската географска литература.

Обект на изследване: Планината Богичевица и Хридското езеро

Богичевица е дял в източната част на планинската система Проклетия. Има възлово географско положение - намира се на главния вододел на Балканския полуостров, между долината на р. Лим на запад и Метохийската котловина на изток, на територията на Черна гора, Косово и Албания. Първенец на планината е вр. Богдаш (Мариащ, 2533 m н. в.). Основното било на планината има субмеридионално простирание от прохода Чакор на север до възловия връх Тромеджа (Триграничен) на юг (2356 m н. в.), който е точка на допирание на трите държави. От върха на югозапад продължава главното било на планинската система, което се свързва с централната част на Проклетийския масив. По него минава държавната граница между Черна гора и Албания. На югоизток от своя страна се отделя друго било, по което минава косовско-албанската граница. Неговото източно продължение се нарича Юничка планина, част от която е и вр. Джеравица (2656 m н. в.) - първенец на Косово. Меридионалното било на север от вр.

Тромеджа е граница между Черна гора и Косово. По-на север граничната линия слиза на изток, като оставя най-високите части в Черна гора.

Богичевица има сложна орографска конфигурация, като главните била са с височина 1900–2100 m н. в. Освен възловия връх Тромеджа, най-високите върхове на планината лежат на странични била – Богдаш (2533 m н. в.) и Мая Ропс (2502 m н. в.) в Косово, Кърш Богичевице (2374 m н. в.) и Хридски кърш (2358 m н. в.) – в Черна гора.

Геоложката структура на планината е сложна и разнообразна. Тя определя пестра литоложка обстановка, много голямо разнообразие на релефа и образуване на специфични форми. За разлика от по-голямата част на планинския масив Проклетия (неговите централни, западни и южни дялове), които спадат към класическите варовикови Динариди, Богичевица и съседите ѝ Юничка планина и Джеравица, са изградени преди всичко (макар и не изцяло) от силикатни скали (Bešić и др., 1985). Черногорската част е изградена предимно от шисти с палеозойска възраст. Шистите са тънкослойни и ронливи, пластове им залягат на север-северозток. Сред тях се разкриват отделни петна от добре споени кварцови конгломерати (перм-триас). В източната (косовска) част успоредно на главното било се проследява издължено гранитно тяло, което пресича границата с Албания и продължава на югоизток. На контакта между гранита и шистите се разкриват издължени и тесни ивици мрамори. В самата източна периферия, на границата с Метохийското поле, се простират обширни масиви от мезозойски и палеогенски варовици, а югоизточните клонове (включително върха Джеравица) са от базични скали – габра, метагабра и серпентинити.

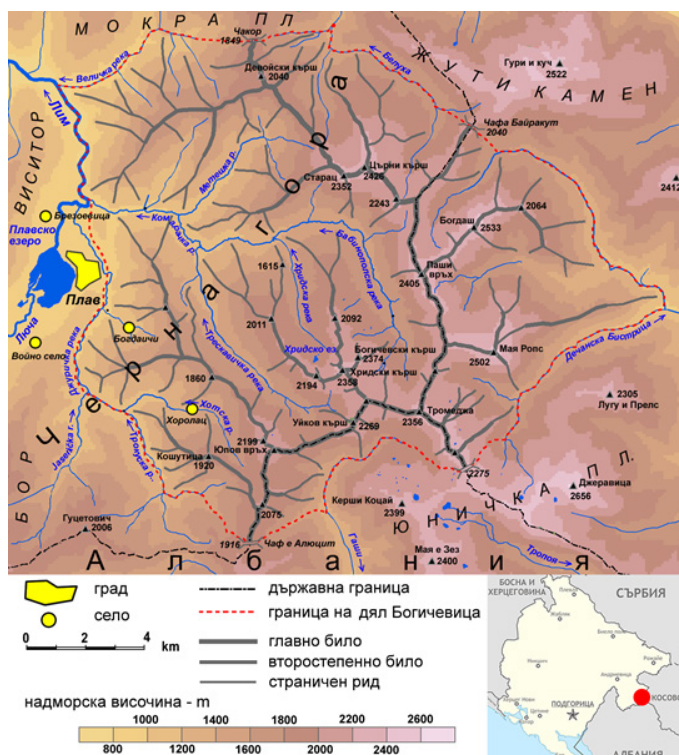
Релефът на Богичевица, който е забележителен със своето разнообразие на една сравнително малка площ, се формира в резултат на пестрия скален състав, заложенето на пластове и линейните нарушения, и влиянието на плейстоценско-

то залеждане. През плейстоцена Богичевица е била заледена в най-високите си части (Цвијић, 1913; Milivojević et al., 2008). От залеждането, за което се смята, че е протекло на няколко фази, са останали екзарационни форми (циркуси, трогови долини) и акумулационни такива (морени). Понастоящем в този планински дял на Проклетия няма снежници и ледници.

По време на максималната ледникова фаза, която вероятно може да се отнесе преди последния ледников максимум, снежната линия е била на около 1850 m н. в. (Milivojević et al., 2008). В долината на Бабинополска река (приток на р. Лим), която заема централно положение в планината, ледникът е отложил отчетлива морена на 1650 m н. в. Морфоложкия облик на долината обаче запазва троговия си характер до местността Бабино поле (на 1500 m), след което рязко се стеснява. В началото на стеснението из цялата местност са разхвърляни огромни блокове, което предполага, че крайната морена, разположена някога тук, е била еродирана от буйните речни води. Въпреки значителната височина и северната експозиция, в началото на Бабинополската и съседните ѝ реки почти не са се формирали циркуси, или са твърде плитки. Причината е, че ледниците са текли по посока на пластореда със значителна скорост и много малка дебелина, при което не са могли да се всекат съществено. Значително по-дълбок и изразен е циркусът Добърдол в Албанската част, при който всичането е станало напречно на пластове, както и циркусите, оформени в гранити и габра. Малки ледници са текли и на изток, изпод върховете Мая Ропс и Богдаш, както и на север, по склоновете на Богичевски и Хридски кърш. Като по-устойчиви на ерозия, мраморните жили са образували издължени, най-често моноклинални ридове с остри била и скални откоси. Най-представителен в това отношение е първенецът вр. Богдаш. Същото се отнася и за конгломератите, които са формирали изолирани скалисти възвишения с причудливи отливисти форми на фона на равния пейзаж, образуван в шистите. Тези възвишения на местните език носят името „кърш“, поради това че от тях под въздействие най-вече на инсолационното изветряне често се откъсват блокови отломки. Блоковият материал се натрупва в подножието на склоновете. Съвременният климат на района може да се определи като преходен между континентален и средиземноморски, подобен на нашия в Пирин планина. Според данни от Milivojević et al. (2008) и Burić et al. (2012) годишните температури за стандартен период се изменят от около 6–7°C в долината на р. Лим до около 0°C на 2500 m н. в. Валежите намаляват драстично от над 3000 mm/год. в югозападната (Албанска) част на Проклетия до 1020 mm при Андријевица в долината на Лим. За Богичевица биха могли да се предположат годишни суми от 1300–1500 mm/год. с главен максимум през ноември-декември и вторичен през май-юни. Богичевица лежи между поречието на р. Лим (на запад) и Дрин (на изток и юг). Поради преобладаващия силикатен скален състав планинският дял има развита гъста речна мрежа. Образувани са редица планински езера, повечето от които са в циркусите в албанска територия. Най-значително на територията на Черна гора е Хридското езеро.

Хридското езеро и околността му

Езерото се намира на 42° 34' 20" с. ш. и 20° 02' 20" и. в. в централната част на Богичевица, във водосбора на Хридска река, ляв приток на Бабинополска река, на 18 km от черногорския град Плав. Надморската височина на езеро-



Фигура. 1. Карта на Богичевица.

Figure 1. A map of Bogičevića Mountains.

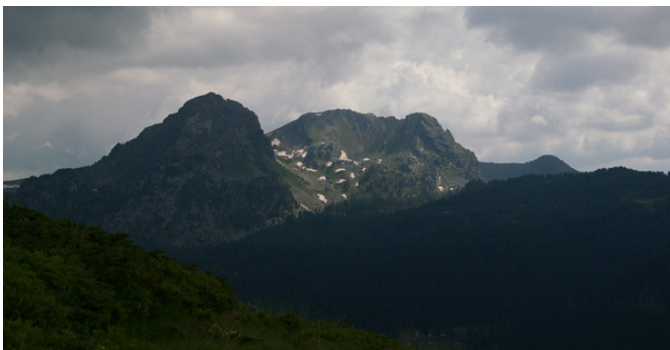
то е 1980 м. От югоизток го загражда висок рид (фиг. 2) с три по-значими върха: Богичевски кърш (2374 м), Хридски кърш (2358 м) и Мали Хридски кърш (2194 м, непосредствено на юг от езерото). Два доста по-ниски и заоблени риди се спускат на ССЗ, заграждайки долината на Хридска река.



Фигура 2. Топографска карта на Хридското езеро и околността му.

Figure 2. A topography map of Hrid lake and its surrounding area.

Високият, нахъбен и скалист „Рид на кършовете“, който се издига до 300 м над околната местност, е изграден от конгломерати, а силно заобленият терен на север от него – от шисти. Този морфоложки контраст е забележим от десетки километри разстояние (фиг. 3). Три малки, но дълбоки циркуси са вдълбани в северния склон на високия рид. Най-западният от тях е най-обширен. Той се намира между върховете Хридски кърш и Мали Хридски кърш, над самото Хридско езеро (поради което е известен като Хридски циркус). Има стъпаловидно дъно с две части, разделени от малко издигане. Дъното му е затревено.



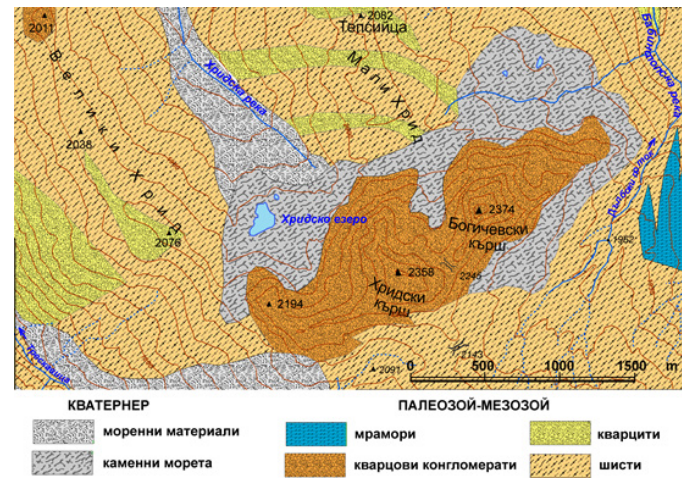
Фигура 3. Богичевски кърш (вляво) и Хридски кърш (вдясно) се издигат над заравнения рид Мали Хрид – поглед от североизток.

Figure 3. Krs Bogicevice (left) and Hridski krs (right) rise above the flattened Mali Hrid (a view from northeast).

Големи шлейфове от блоков материал обграждат конгломератния рид от всички страни, като най-голямата покривка е в северното подножие. На геоложката карта на СР Югославия в мащаб 1:100 000 те са отбелязани като „моренен материал“ или „каменни морета“. Характерният облик на тези отложения обаче, в които изпъкват множество извити ридове със стръмни склонове, често успоредни едни на други, подсказват за активни периглациални процеси в миналото, при които движението на блоковия материал се е извършвало под действието на намиращ се

във вътрешността погребан лед. Тоест – касае се за възникването на каменни ледници. Наличието на лишейна и тревна покривка, а и на гора в най-ниските зони показва, че вероятно никой от тях не е активен понастоящем.

В гигантската блокова акумулция от северната страна се намират няколко езера. Най-голямото от тях е Хридското езеро. По-малко езерце се намира на няколко десетки метра на север, а още две (вероятно временни) в подножието на Хридски кърш в източна посока (фиг. 4).



Фигура 4. Геоложка карта на района на Хридското езеро (по Geološka karta SFRJ, list Peč i Kukeš, scale 1:100 000).

Figure 4. A geology map of the area around Hridsko lake (after Geološka karta SFRJ, list Peč i Kukeš, scale 1:100 000).

Разположението на самата котловина на Хридското езеро е специфична спрямо околните форми на релефа. Циркусът (наречен Хридски) има дължина около 530 м и ширина 400-600 м. Цялото поле от блоков материал, в който се намира езерото, практически се намира под самия циркус, тоест извън неговите очертания. По този начин в надлъжния профил на релефа се открояват три стъпала. Най-ниското стъпало (1980 м н. в.), на което се намира езерото, е обрасло с дървесна растителност от бяла мура (границата на гората е на 2020-2050 м н. в.). Горните стъпала са затревени, като на средното от тях през пролетта се замочурява (фиг. 5).

Цвијџ (1913), Gušić, (1932) и Станковић (1998) изказват хипотезата за поэтапното формиране на стъпалата по вре-



Фигура 5. Панорама на Хридския циркус с езерото и трите стъпала (номера 1-3).

Figure 5. Panoramic view of the cirque of Hrid, with the lake and the three piedmonts (numbers 1-3).

ме на етапите на отдръпване на вюрмския ледник. Те описват моренен вал, който загражда най-ниското трето стъпало и оформя северния бряг на езерото. Материалът, който изгражда третото, най-ниско стъпало (и езерната чаша на Хридското езеро) е съставен предимно от средни до много големи (до 1-2 m и повече в диаметър) скални блокове от кварцови конгломерати. Блоковете доминират спрямо поситните фракции, като липсва каквато и да е сортировка. В акумулативната покривка се очертава хаотична конфигурация от ридове и падини с относителни височини до 5-6 и повече метра. Ридовете изграждат пръстен около езерото.

Езерото – основни характеристики

Хридското езеро е най-известното в планината Богичевица и въобще в източните предели на Черна гора (фиг. 6). Съгласно данните на Станковић (1975) езерото има максимална дължина 295 m и ширина 175 m. Най-голямата дълбочина от 5.1 m е установена в североизточната част (на около 40 m от брега). В зависимост от нивото на водата, което се колебае с до 1,5 m, площта е между 3, 37 и 3,60 ha, а средната дълбочина е 1,9 m. Обемът на езерните води е около 62 хил. m³.

Бреговата линия е с неправилна форма и дължина (в зависимост от нивото) между 920 и 1100 m. Дъното край бреговете е покрито с едри блокове. Няколко скали се издават в южния край където дълбочината е малка.



Фигура 6. Хридско езеро – поглед на север.

Figure 6. Hrid lake – a view to the north.

Езерото се подхранва от валежи и от подземен отток от циркуса. Според Станковић (1975) то се изтича изцяло подземно, освен в случаи на екстремно високо ниво, когато в северния край се появява временен повърхностен отток. Езерните води избликват във вид на извор на 200 m североизточно от езерото, давайки началото на Хридска река. Режимът на езерото има два максимума (пролетен, свързан със снеготопенето и есенен с валежите) и два минимума (летен и зимен). През летните месеци температурата на водата в повърхностните слоеве достига 12 - 16° C, докато зимата езерото замръзва изцяло. Езерната вода е прозрачна до дъното. Твърдостта е 0,8° dH (Станковић, 1998).

Цвијић (1913), Гушић (1932) и Станковић (1975) смятат езерото за циркусно, ледниково езеро, формирано върху най-долното стъпало на циркусното дъно след стадиялното отдръпване на ледниците в края на вюрма. Станковић (1998) уточнява, че езерото е ледниково, но е формирано в моренни наслаги.

Методи на изследване

През 2013 г. за пръв път изследвахме Хридското езеро и неговата околност. Внимателният анализ на геоморфоложката обстановка, на състава на блоковете отложения и на начина, по който са отложени, породиха хипотезата, че езерната чаша е формирана в гънките на гигантски каменен ледник. Освен геоморфоложко картиране на терена (Smith et al., 2006; 2013) е използван и метод за разпознаване от разстояние на терена (Djurović и Menković, 2004; Fox и Nattall, 1997; Schowengerdt, 2007), а също и дешифриране на аерофотоснимки в мащаб 1:20 000 (VGI, 1981). За топографска основа е използвана карта в М 1:25 000 (ТК 1:25 000 – Plav i Hridsko jezero). Прегледът на батиметричната карта, направена от Станковић (1975), която показва заравнено дъно с коритовиден профил, постави въпроса под дискусия. За да се подкрепи новата теза за възникването на езерото през юли 2017 г. извършихме батиметрично картиране на езерото. За целта бяха използвани лодка Promarine с капацитет двама души, и ултразвуков сонар-картограф на фирма Lowrance. За точно очертаване на бреговете е използван GPS приемник Garmin.

Резултати и дискусия

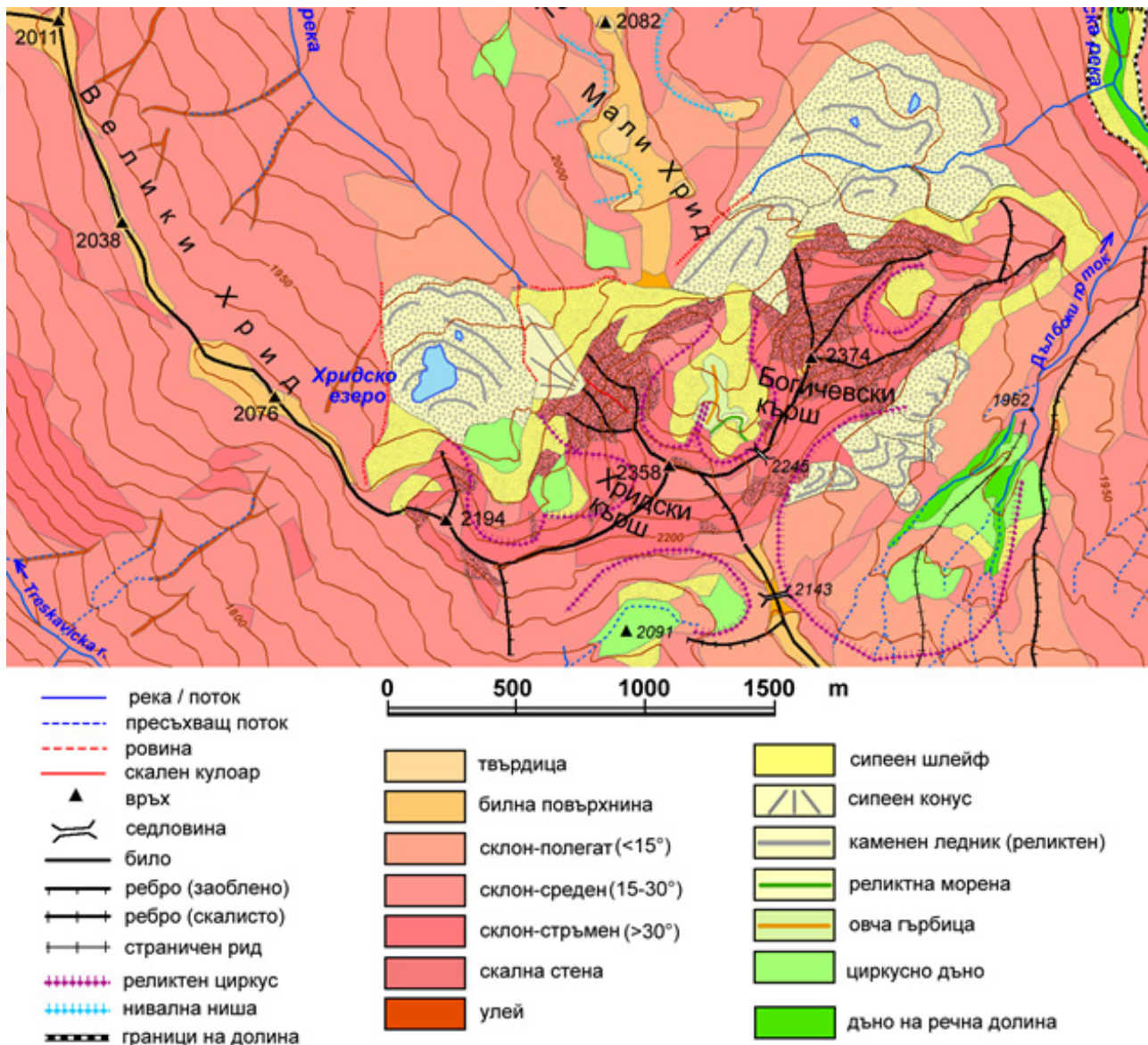
1. Каменни ледници и тяхното формиране

От първите проучвания на каменните ледници в началото на миналия век (Capss, 1910) тези геоморфоложки форми са били обект на внимание от страна на редица учени. Всички те смятат, че каменните ледници са периглациални (криогенни) образувания, но съществуват разминавания в мненията относно механизма и условията на формирането им. Най-общо в геоморфологията има две схващания по този проблем (Гачев и др., 2017). Общо е мнението, че каменните ледници са образувани при климатични условия, които са по-студени от сегашните и по-топли от класическия ледников климат (или по-влажни от сегашните и по-сухи от ледниковите, ако разликата е основно във валежите). Разминаване съществува в мненията при каква посока на промяна в климата са образувани – дали при затопляне (след топенето на ледниците) или на по-късен етап, при охлаждане (например преход от климат подобен на днешния към по-студен).

Без да се влиза по-дълбоко в дискусия по темата, целта на настоящото изследване е да предложи обобщена хипотеза за образуването на Хридския каменен ледник и за специфичните фактори, довели до оформянето на самото Хридско езеро.

На разработената от нас геоморфоложка карта (фиг. 7) добре могат да се видят каменните ледници, които обкръжават „Рида на Кършовите“ (Хридски и Богичевски кърш). Тяхното формиране е директно свързано със свойствата на конгломератната скала. Под действието на физичното изветряне наличието на едръ скелет със здрава спойка води до изронване – „кършене“ на скалите, и формиране на дебели шлейфове от едроблоков материал. При подходящи климатични условия тези отлагания са много благоприятни за образуване на каменни ледници, главно поради значителната тежест на блоковете, но и заради наличието на големи кухини между тях, в които, замръзвайки, циркулиращите води могат да формират погребан лед със съществен обем.

Досега образуването на високопланинските езера в Черна гора беше обяснявано изцяло с дейността на плейстоценските ледници и карстовите процеси (Цвијић, 1913; Станковић, 1975), и релефът, образуван от тях. Наличието в района на Хридското езеро на многобройни шлейфове от



Фигура. 7. Геоморфоложка карта на района на Хридското езеро.

Figure 7. Geomorphological map of the area around Hrid lake.

блоков материал, които морфологично отговарят на използваното в геоморфологията понятие „каменен ледник“, налага преразглеждане на вижданията за образуване на езерото и разработката на нова хипотеза. Блокното натрупване в района на Хридското езеро в най-голяма степен съответства на вижданията на Haeblerli (1985) – каменен ледник, формиран при трансформация (засипване с блокове) на обикновен ледник в условия на затопляне на климата.

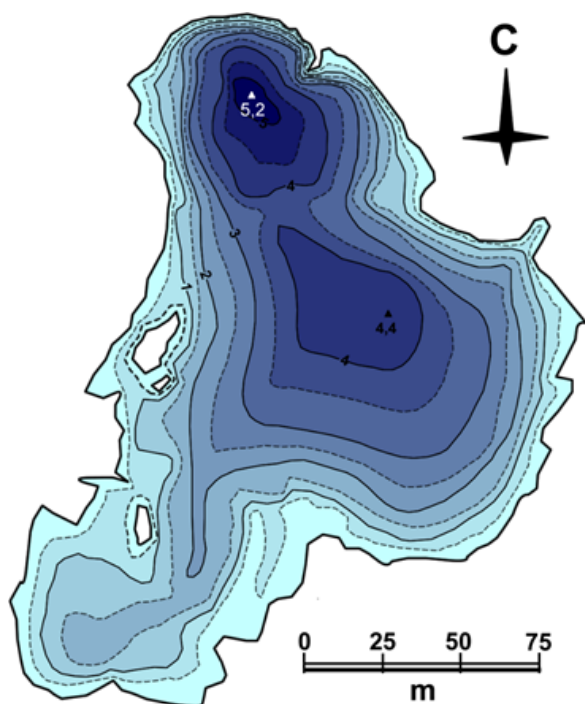
Съществен аргумент против циркусния произход на езерото е фактът, че голямата блокочна акумулация, в която то лежи, всъщност не прегражда края на ледниковия циркус (което се очаква от една морена), а се намира практически извън неговите предели, на по-малка надморска височина. Тя има вид на голямо стъпало, в което ясно личат ридове в хаотичен порядък, изграждащи пръстен около езерото, но конфигурацията им е по-скоро зигзагообразна, отколкото двоговидна. Те се проследяват и по езерното дъно, което добре личи на изработената през 2017 г. батиметрична карта на езерото (фиг. 8).

Нашата хипотеза за образуването на езерото

На основата на получените резултати ние предлагаме нова хипотеза за формирането на съвременния релеф в района на Хридското езеро и неговата еволюция във времето (фиг. 9).

Както вече беше споменато, през преистоцена в най-високите части на Богичевица е имало ледници. Три малки ледника са съществували по северозападния склон на „Рида на кършовете“, но въпреки нелющите условия тук трябва да е бил развит само циркусен тип залежаване, тъй като надолу по долината отсъстват следи от ледникова преработка. В най-краен случай по време на максималната си фаза би могло ледникът може да се е спускал до мястото на езерото (фиг. 9а).

В късноледниковото време циркусните ледници отстъпвали и се топили (фиг. 9б), като този процес е бил прекъсван няколкократно по време на кратки захлаждания. Съгласно с данните за абсолютна възраст, получени от датироването на циркусни морени в Шар планина (Kuhlemann и др., 2009), Ори-



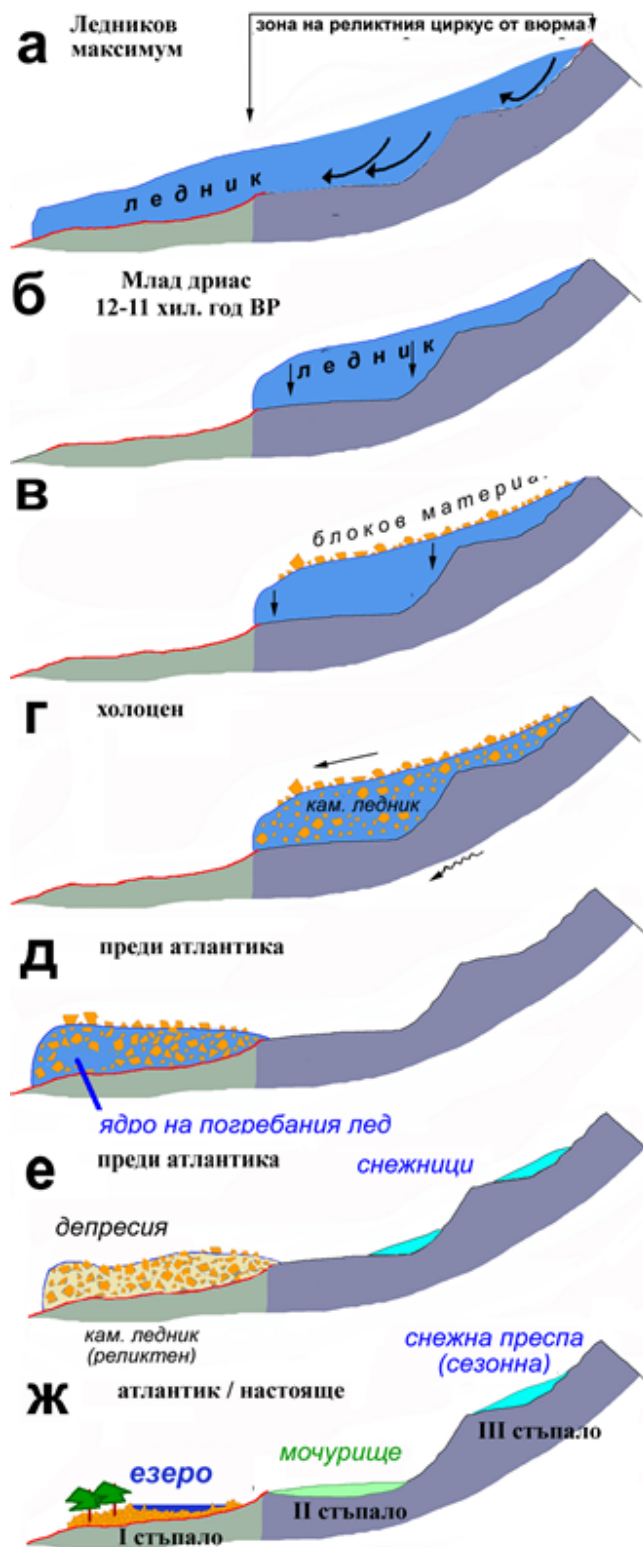
Фигура 8. Карта на дъното на Хридското езеро – 2017 г.

Figure 8. Bathymetry map of Hridsko lake – 2017.

ен, Дурмитор (Hughes и др., 2010, 2011), Пинд, Тимфи и др. (Hughes и др., 2003, 2006) би могло да се предположи, че окончателното изчезване на ледниците от циркусите на Хрид е станало не по-късно от младия дриас (преди около 11-12 хил. г.). Непосредствено след това известна маса от мъртъв лед все още е била налична в Хридския циркус. Климатичните условия в Богичевица се променили от глациални към периглациални, с хладни лета и голям брой дни с преход на температурата през 0°C . В резултат на усиленото мразово изветряне върху склоновете на Хридски и Богически кърш се натрупали огромни обеми конгломератен блоков материал (фиг. 9б). Те затрупали дъната на циркусите, погребвайки остатъчния лед под себе си. Натоварвайки се със значителни маси скален материал, смесицата от каменни блокове и лед потекла надолу, образувайки каменни ледници (фиг. 9г). Наличието на ледено ядро позволява на каменните ледници да имат поведение на 8-10° (в пъти по-малко от критичния наклон за гравитационно движение на сипеите). Като резултат каменните ледници изминали значително разстояние, и накрая били отложени във вид на хаотична мозайка от ридове и панини.

Най-големият каменен ледник в района е образуваният в западния циркус (може да се нарече Хридски каменен ледник). Придвижването му надолу било 500-700 m - толкова голямо, че той излязъл извън пределите на циркуса, а циркусното дъно останало празно от блокове. Формирал се се гигантският амфитеатър от каменни ридове (фиг. 9д).

С напредването на холоцена климатът продължил да се затопля и погребаният лед постепенно се стопил. Най-много бил ледът в челото на каменния ледник. При неговото стопяване в нагърчената блокова маса станало суфозионно слягане и се оформила затворена депресия с пръстеновидни очертания (фиг. 9е). В нея обаче трудно би могла да се събере вода поради кухините в блоковия материал. За да може водата да се задържи на повърхността са необходими фини седи-



Фигура 9. Схема на образуване на Хридското езеро (наше гледище).

Figure 9. Scheme of the formation of Hrid lake (our view).

менти, което означава, че на този начален етап езерото не е съществувало.

Образуването на Хридското езеро като водно тяло трябва да се отнесе към най-топлата фаза на холоцена – атлантическият оптимум, когато Хридският каменен ледник попада в горския пояс и активно обраства. Наличието на растителна покривка и благоприятните процеси за почво-

образуване са били, и все още са, фактор за натрупването на ситноземен материал и органични остатъци, които блокират дренажното на атмосферните води и обуславят възникването и съществуването на езерото (фиг.9ж). По време на холоценовия оптимум тези условия са били дори по-добри.

Заключение

В противовес на предишните изследвания ние представяме хипотезата за периглациалния произход на Хридското езеро, която се подкрепя от резултатите от геоморфоложките изследвания и извършената нова батиметрична картировка.

Котловината на Хридското езеро не е точно с ледников произход, макар и нейното възникване да е косвено свързано с дейността на плейстоценските ледници. В сегашния си облик тя е формирана в следледниково време като периглациално образуване – каменен ледник. Образуването на обширен каменен ледник е обусловено от наличието на конгломератни скали, в които фрагментацията в резултат на физическото изветряне става на големи блокове.

Оформянето на съвременния релеф в околността на Хридското езеро не е свързано със стадиялното отдръпване на ледниците, а с активната фаза на каменния ледник, която може да е протекла и в рамките на еднократно (вероятно продължително) събитие.

Самото Хридско езеро не е образувано по време на отдръпването на ледниците и активизирането на каменния ледник. То възниква на един по-късен етап (през холоцена), когато климатът се затопля още повече и каменният ледник попада в горската зона. Така се създават условия за запълване на кухините в блоковия материал със ситнозем и органичен отпадък, и за постоянно задържане на вода във формираната депресия.

На базата на нашите изследвания смятаме, че Хридското езеро и подобните на него трябва да бъдат отделени в самостоятелен генетичен тип – каменноледникови езера, или поне в подтип на ледниковия тип. За възникването на такива езера се изисква специфично съчетание от фактори – каменноледникова дейност, формиране на затворена депресия и последващото ѝ обрасване, поради което броят на тези езера поне на Балканския полуостров е незначителен. Това прави Хридското езеро безспорен географски феномен, който заслужава вниманието на изследователите.

Благодарности

Бихме желали да благодарим на г-н Лука Митрович от Планинарския съюз на Черна гора и г-н Горан Дамянович, председател на НПО „Геоeko-Монтенегро“, с чието съдействие бяха направени изследванията през 2013 г. Батиметричната картировка през 2017 г. беше извършена с финансовата подкрепа на ЮЗУ „Неофит Рилски“ по проект RP A13/17: „Изследване на високоталаския климат на Балканите чрез наблюдение на криосферни индикатори: ледници и пермафрост“.

Литература:

Гачев, Е., Мазори, Б., Сърбу, Ф.-С., Стоянов, К., Иванов, М. 2017. Теренни наблюдения на каменни ледници в планините на България. Проблеми на географията, БАН, кн. 3. 55-66.

- Станковић, С., 1975. Планинска језера Црне горе. Друштво за наука и умјетност Црне горе, Титоград.
- Станковић, С., 1998. Планинска језера Црне горе. Спрско географско друштво, Београд.
- Цвијић, Ј., 1913. Ледено доба у Проклетијама и околним планинама. Глас Српске краљевске академије, к. XCIII, Београд.
- Bešić Z., Perović, Z., Mihajlović, R., 1985. Geološki sastav terena opštine Plav, Prokletije – zaštita i unapređenje plavskog dijela prokletija, Plav, 15-23
- Burić, M., Micev, B., Mitrović, L., 2012. Atlas klime Crne Gore, Leksikografski centar, knj. 2, CANU, Podgorica
- Capps, S.R., Jr., 1910. Rock glaciers in Alaska. J. Geol., 18: 359- 375.
- Djurović P., Menković Lj., 2004. Remonte sensing in Geomorphological mapping, MECEO, Belgrade, 197-201
- Fox A. J., Nuttall, A. M. 1997. Photogrammetry as A Research Tool for Glaciology, The Photogrammetric Record. Nottingham. doi: 10.1111/0031-868X.00081
- Geološka karta SFRJ, list Peč i Kukeš. Razmera 1:100 000.
- Gušić, Br., 1932. Prokletije I, II, III. Hrvatski planinar, 2.
- Haeberli, W., 1985. Creep of mountain permafrost: internal structure and flow of alpine rock glaciers. Mitteilung der VAW/ETH Zürich 17, 221.
- Hughes, Ph, Gibbard, P., Woodward, J. 2003. Relict rock glaciers as indicators of Mediterranean palaeoclimate during the Last Glacial Maximum (Late Wurmian) in northwest Greece. Journal of Quaternary Science 18(5). 431-440.
- Hughes, Ph., Woodward, J., Gibbard, P. 2006. The last glaciers of Greece. Zeitschrift für Geomorphologie, 50(1), p.37-61.
- Hughes, Ph., Woodward, J., van Calsteren, P., Thomas, L., Adamson, K, 2010. Pleistocene ice caps on the coastal mountains of the Adriatic Sea. Quaternary Science Reviews Volume 29, Issues 27-28, 3690-3708
- Hughes, Ph, Woodward, J., van Calsteren, P., Thomas, L. 2011. The glacial history of the Dinaric Alps, Montenegro. Quaternary Science Reviews 30 3393-3412
- Kuhlemann, J. Milivojevic, M., Krumrei, I., Kubik, P. 2009. Last glaciation of the Šara Range (Balkan peninsula): Increasing dryness from the LGM to the Holocene. Austrian Journal of Earth Sciences Vienna Volume 102. 146-158
- Milivojević, M., Menković, Lj., Čalić, J., 2008. Pleistocene glacial relief of the central part of Mt. Prokletije (Albanian Alps). Quaternary International 190.
- Smith, M.J., Paron P., Friffiths J., 2013. Geomorphological mapping. Elsevier. 1-503
- Smith, M.J., Rose, J. and Booth, S., 2006. Geomorphological mapping of glacial landforms from remotely sensed data: An evaluation of the principal data sources and an assessment of their quality. Geomorphology 76/1-2.
- Schowengerdt, R. A., 2007. Remote Sensing: Models And Methods for Image Processing, Elsevier Inc.