

УДК 551.4 (479.25)

ПРОЯВЛЕНИЕ НИВАЦИИ И СОЛИФЛЮКЦИИ В ОКРЕСТНОСТЯХ РЯДА ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР АРМЕНИИ

В. Р. БОЙНАГРЯН *

Кафедра геоморфологии и картографии ЕГУ, Армения

Впервые на четырех высокогорных озерах Армении проведены комплексные исследования по изучению их батиметрии, состава донных отложений, геоморфологического строения бассейнов и распространения процессов нивации и солифлюкции, связанных с высотной поясностью и наличием сезонной мерзлоты. Отмечается, что солифлюкция лучше проявляется на склонах шлаковых конусов (рыхлый мелкообломочный грунт), а смещение чингилов – на крутых склонах вулканических лавовых потоков.

Keywords: nival belt, ice aprons, merzlota, high mountain lakes, Armenia.

Введение. В высокогорном поясе вулканических массивов и ряда складчато-глыбовых хребтов Армении имеется множество мелких озер разного происхождения: моренно-запрудные, лавово-запрудные, каровые, троговые, кратерные, оползневые. Большинство из них до сегодняшнего дня изучены слабо. Есть только морфометрические данные: абсолютная высота уреза воды, площадь зеркала озера, площадь водосбора, максимальные длина и ширина, которые было возможно получить по топографическим картам, в отдельных случаях – глубина, измеренная лотом. Лишь по оз. Кари и Акна есть также батиметрические карты, сведения о донных грунтах, температуре и химизме воды, а также о водной растительности, полученные еще в 30-х годах XX века [1, 2].

Некоторые дополнительные сведения (в основном относительно расчлененности береговых линий наиболее крупных из этих озер) были опубликованы автором [3].

В 2018–2019 гг. в бассейнах оз. Кари, Умрой, Акна и Сев российско-армянской группой специалистов были выполнены комплексные исследования, предусматривающие батиметрические съемки вышеуказанных озер эхолотом Lowrance HOOK2 4x GPS Bullet, отбор кернов донных отложений специальным керноотборником (“Русским буром”), геоморфологическую и ботаническую съемки озерных бассейнов, определение pH воды, отбор проб воды для определения ее химического состава, а также видеосъемку дна аквалангистами (научный проект РФ № 18-55-05008 и Комитета науки РА № 18RF-045).

* E-mail: vboynagryan@ysu.am

В процессе полевых работ и лабораторных анализов проб грунта из отобранных кернов впервые для исследованных озер были получены достаточно интересные научные сведения, часть из которых уже опубликована в ряде российских журналов и сборниках материалов Международных конференций [4–7], а другая часть находится в печати в журналах “Геоморфология”, “Вестник МГУ”, “Вестник СПбГУ” и др.

Большой интерес представляют нивация и солифлюкция, свойственные бассейнам исследованных озер и фактически до сих пор остающиеся здесь “белым пятном”.

Результаты и обсуждение.

Местоположение озер и понятие о высокогорном поясе Армении.

Озеро Кари расположено на южном макросклоне вулканического массива Арагац на высоте 3187,6 м в межморенной котловине и окружено холмами с относительной высотой 25–50 м; оз. Умрой – на восточном макросклоне Арагаца на высоте 3050,9 м и представляет собой моренно-запрудный водоем. Оз. Акна расположено на западном склоне Гегамского вулканического массива на высоте 3031,1 м и относится к лавово-запрудным озерам, а оз. Сев сформировалось в обширном ледниковом трого на высоте 2657,5 м на Сюникском вулканическом массиве в окружении горных вершин Мец, Покр Ишханасар и Глух Дзагедзори (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Озеро Сев: а – внешний вид; б – геоморфологическая карта бассейна.

Все эти озера расположены в высокогорном поясе, нижнюю границу которого в условиях Армении автор [8] проводит на высоте 2500 м, т.к. именно с этой высоты среднегодовая температура воздуха составляет 0°С или чуть ниже, появляются первые признаки солифлюкции, часты снежники.

Высокогорный пояс Армении охватывает области холодного горного и субнивального горного климатов, которые формируются на высотах от 2400–2500 м до 3500 м и выше. Зима в высокогорном поясе Армении продолжительная и холодная (от –10 ÷ –14°С до –32 ÷ –38°С и ниже). Снежный покров достигает высоты 2 м и более и сохраняется 220–280 дней на высотах 3000–3200 м, а на затененных участках и в глубоких логах может сохраняться вплоть до конца июля–середины августа в виде снежников. Лето здесь короткое и прохладное. В отдельные годы в течение лета температура воздуха

может опуститься и ниже 0°C . Такое понижение температуры нередко сопровождается обильным снегопадом (например, в августе 1978 г. на северном склоне Арагаца, в районе села Цахкаовит, в течение нескольких часов толщина снежного покрова достигла 20 см, снег продержался примерно три дня).

Нивация. Нивальные процессы в высокогорном поясе в окрестностях озер, изученных нами в полевой сезон 2018–2019 гг., связаны в основном с участками сохраняющихся в течение почти всего лета снежников. Обычно они долго сохраняются в углублениях на затененных участках склонов северной экспозиции или в глубоких логах. У их кромки горные породы подвержены максимальному морозному выветриванию. Образующийся мелкообломочный материал удаляется от кромки снежника талыми водами, формируя “языки” и потоки разжиженного грунта. При этом отступает не только верхний крутой участок, но и нижняя часть склона, причем последняя отступает более интенсивно [9]. На месте снежника нивальная ниша углубляется и расширяется, склон приобретает в этом месте вогнутый профиль. После исчезновения (полного растаяния) снежника склон в течение длительного времени остается на этом месте обнаженным и не защищенным от действия дождевых (ливневых) вод. Поэтому весь мелкозем удаляется со склона, и нередко слагающие склон породы оказываются прикрытыми сверху лишь крупной щебенкой.

В окрестностях оз. Кари (озеро расположено на южном макросклоне Арагацкого вулканического массива) снежники зафиксированы нами не только на склонах северной экспозиции, но и на склонах южной экспозиции. Но последние сохраняются на значительно больших высотах в приводораздельных частях южного макросклона Арагаца. Непосредственно в окрестностях оз. Кари в июле 2019 г. снежников было больше, чем в этот же период 2018 г., особенно к северо-западу от здания метеостанции – 6 снежников против фактически одного небольшого снежника в 2018 г.

На южном берегу оз. Кари, на склоне северной экспозиции моренного плато, в июле 2019 г. снежник имел длину более 60 м, ширину более 10 м и мощность порядка 0,5 м. В июле 2018 г. этого снежника уже не было. Место формирования снежника выделяется скоплением каменного материала (крупная щебенка), оставшегося после выноса талыми водами из морены глинисто-песчаного материала.

На северном тенистом макросклоне Арагаца в конце июля–начале августа встречается гораздо больше снежников. Например, в начале августа 1986 г. автор в интервале высот от 3245 м до 2300 м закартировал 23 снежника длиной от 100 м до 400–450 м, один снежник в логе имел протяженность до 750 м. Их мощность местами превышала 2,5–3 м.

Много снежников ежегодно сохраняется на склонах северной экспозиции в окрестностях оз. Акна (само озеро расположено на западном макросклоне Гегамского вулканического массива, здесь таяние снега весной менее интенсивное по сравнению с южным склоном Арагаца с его оз. Кари). Места их формирования в виде нивальных ниш разного размера хорошо выделяются даже в конце лета, когда снежников уже нет. Эти нивальные ниши характеризуются крутой верхней частью (почти отвесной стенкой) с отсутствием растительности, у подножия которой обычно проходит верхняя кромка снежника, затем

следует относительно пологая часть с молодым и редким травяным покровом (здесь располагалось “тело” снежника) и неглубокими промоинами, сформировавшимися талыми водами. Наконец, выделяется пологое подножие склона (нередко слегка заболоченное), где накапливается мелкозем, удаленный из нивальной ниши талыми водами снежника (рис. 2).



Рис. 2. Нивальные ниши на южном берегу оз. Акна (склон северной экспозиции).

Летом 2019 г. в окрестностях оз. Акна сохранившихся снежников было больше, чем в это же время в 2018 г. Мощность одного из таких снежников 21 июля 2019 г. составляла примерно 2 м, а в 2018 г. на этом же месте было три небольших изолированных друг от друга снежника мощностью около 50 см.

В юго-восточной части оз. Акна (Кратерный залив) в рельефе прилежащего к озеру невысокого вулканического плато (край шлакового покрова) в склоне северной экспозиции четко выражены нивальные ниши, в которых постоянно формируются снежники мощностью до 5 м (автор встречал здесь снежники такой мощности в 70-х годах XX в. даже в конце июля–начале августа). Нивальные ниши врезаны на этом участке берега в вулканические шлаки. Талые воды снежника удаляют со склона мелкий материал, на месте остаются крупные составляющие шлакового покрова.

На склоне южной экспозиции снег долго не задерживается, поэтому глубокие нивальные ниши здесь не формируются. Однако по характерному накоплению крупнообломочного вулканического материала, не прикрытому травяной растительностью, всегда можно определить место скопления снега в виде маломощного снежника.

На крутых склонах, окаймляющих ледниковый кар с моренами разной генерации на участке оз. Умрой (восточный макросклон Арагаца), снег весной быстро тает. Здесь небольшие снежники сохраняются недолго лишь в понижениях моренного рельефа и местами в приводораздельных частях моренных холмов. Они фактически не образуют классических нивальных ниш, здесь можно встретить только незначительную вогнутость в рельефе склона и скопление крупной щебенки без мелкоземлисто-материала, удаленного талыми водами снежника.

Фактически нет классических нивальных ниш и на склонах котловины оз. Сев. Причина этого – более низкое гипсометрическое положение чаши озера и значительная крутизна вулканических склонов, окаймляющих эту чашу.

Солифлюкция. В окрестностях исследованных нами озер солифлюкция наиболее наглядно представлена на склонах шлаковых вулканов, окаймляющих чашу оз. Акна. Здесь четко проявляется солифлюкционное смещение рыхло-обломочного материала вместе с дерновым покровом склонов.

В литературе имеются противоречивые сведения о проявлении на склонах солифлюкции на одних и тех же вулканических породах. Так, солифлюкция отмечается на базальтах Фарерских островов [10] и Шотландии [11], андезитах Анд [12], однако она отсутствует на андезитах вулкана Демавенд [13] и базальтах Исландии [14]. По-видимому, следует говорить не о типе вулканической породы при выяснении возможности проявления на ней солифлюкции, а о степени ее выветрелости и гранулометрическом составе материала выветривания.

В горах Армении солифлюкция проявляется выше 2500 м на склонах северной и 2600–2700 м – южной экспозиций и связана с сезонной мерзлотой. Наилучшее ее проявление отмечается с высоты 3000 м.

В бассейне оз. Акна склоны шлаковых вулканов сплошь покрыты натечными валиками высотой 20–30 см без разрыва дернины. Отмечаются



Рис. 3. Солифлюкционные натечи на склоне шлакового конуса на северном берегу оз. Акна.

зависания натечных “языков” над крутыми уступами нивальных ниш и их скопления у подножий солифлюкционных склонов (рис. 3).

На склонах моренных холмов в окрестностях озер Кари и Умрой хорошо проявляется заполнение “карманов” между крупными глыбами и склоном, натекание (переползание) смещаемого материала через глыбы после заполнения “карманов”.

Смещение чингиллов (каменных россыпей). На крутых склонах, сложенных вулканическими лавами, мелкообломочный материал, формирующийся от их выветривания, не задерживается и удаляется с них дождевыми и тальными



Рис. 4. Смещающиеся каменные потоки (чингиллы) на склоне южной экспозиции и их накопления у подножия склона на берегу оз. Сев.

снеговыми водами. На склонах остаются крупные глыбы размером до 2–3 м и более, которые формируют так называемые “каменные моря”, “каменные реки”, которые в Армении именуется *чингилами* (в России – *курумы*). Склоновые (или делювиальные) чингиллы медленно смещаются вниз по склону в виде языков и потоков каменных глыб. Такое смещение чингиллов в окрестностях исследованных нами озер наиболее четко

проявляется на склонах лавовых потоков у оз. Сев (здесь скорость смещения чингиллов составляет примерно 4–8 см/год), чуть хуже – у оз. Умрой и нечетко – у оз. Кари на склоне юго-западной экспозиции лавового потока (хребет Каракатар), проходящего к северо-западу от здания метеостанции (рис. 4).

Скорость смещения чингилов в значительной степени (при прочих равных условиях) зависит от крутизны склонов, что было установлено нами в результате повторных измерений при помощи теодолитной съемки положения замаркированных глыб (в количестве до 30–50 на разных участках) с закрепленных реперов.

Выводы. В окрестностях высокогорных озер Армении четко проявляются процессы и явления, связанные с высотной поясностью и наличием сезонной мерзлоты: нивация, солифлюкция, смещение чингилов. При этом солифлюкция лучше проявляется на склонах шлаковых конусов (рыхлый мелкообломочный грунт), а смещение чингилов – на крутых склонах вулканических лавовых потоков. Нивация и ее проявление в виде нивальных ниш в основном приурочена к склонам северной экспозиции, т.е. к тенистым участкам, где снежники сохраняются дольше (иногда до конца лета).

Окрестности высокогорных озер Армении представляют собой прекрасные научные и учебные полигоны для изучения проявления и развития экзогенных процессов рельефообразования, связанного с сезонной мерзлотой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-55-05008 и при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки РА в рамках научного проекта № 18RF-045.

Поступила 11.10.2019

Получена с рецензии 20.02.2020

Утверждена 10.03.2020

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольди Л.В. *Озеро Канлы-гель*. Бассейн озера Севан (Гокча), 2 : II (1931), 255–264.
2. Киреева М.С. *Озеро Кара-гель на Арагаце*. Материалы по изучению озер Кавказа и ихтиофауны. Труды Севанской озерной станции. Тифлис, 2 : III (1933), 3–34.
3. Бойнагрян В.Р. *Озера Армянского нагорья*. Ер., Изд-во ЕГУ (2007), 144 с.
4. Бойнагрян В.Р., Сапелко Т.В., Габриелян И.Г., Севастьянов Д.В. Современная изученность истории высокогорных озер Армении. *Известия РГО*, 6 : 150 (2018), 89–103.
5. Габриелян И.Г., Сапелко Т.В. *Сравнение ископаемой и современной растительности Армении*. Материалы Международной конференции. Россия, С.-Пб. (9–12.10.2018), 91–93.
6. Sapelko T.V. *Paleolimnological Research: New Possibilities and Possible Mistakes*. Proceedings of the 3-rd International conference. Kazan (01–04.10.2018), 104–105.
7. Сапелко Т.В., Бойнагрян В.Р., Габриелян И.Г., Науменко М.А., Севастьянов Д.В., Пилоян А.С., Маргарян Л.А. *Голоцен Армении по предварительным результатам первых комплексных исследований высокогорных озер*. Морфологическая эволюция и стратиграфические проблемы. Материалы LXV сессии Палеонтологического общества при РАН. С.-Пб., ВСЕГЕИ (2019), 181–183.
8. Бойнагрян В.Р. Высотная поясность склоновых процессов в горах Армянского нагорья и некоторые особенности развития их склонов. *Геоморфология*, 4 (1990), 49–57.
9. Бойнагрян В.Р. *Склоны и склоновые процессы Армянского нагорья*. Ер., Изд-во ЕГУ (2007), 280 с.
10. Lewis C.A., Lass G.M. The Drift Terraces of Slaettaratindur, the Faeroes. *Geograph. Journal*, 131 : 2 (1965), 247–253.
11. Каплина Т.Н. *Криогенные склоновые процессы*. М., Наука (1965), 265 с.

12. Lliboutry L. Phe'nomens Cryonivaux Dans les Andes de Santiago (Chili). *Biuletyn Peryglacjalny*. Lodz, **10** (1961), 209–224.
13. Dresch J.A. Observations sur les Forms Pe'riglaciaires Dans le Massif de l'Elbourz et Son Pie'mont au Nord de Teheran. *Biuletyn peryglacjalny*, **10** (1961), 97–104.
14. Bout P. Etudes de Ge'omorphology Dynamique en Islande. *Exped. Polaires Franc.* (Miss P.E. Victor). Paris, **3** (1953).

Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

ՆԻՎԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ՍՈԼԻՖԼՅՈՒԿՑԻԱՅԻ ԱՐՏԱՀԱՅՏՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՄԻ ՇԱՐՔ ԲԱՐՉՐԼԵՌՆԱՅԻՆ ԼՃԵՐԻ ՇՐՋԱԿԱՅՔՈՒՄ

Ամփոփում

Առաջին անգամ անցկացվել է համալիր հետազոտություն Հայաստանի չորս բարձրլեռնային լճերում, որի ընթացքում ուսումնասիրվել է լճերի խորաչափությունը, հատակային նստվածքների կազմը, ավազանների գեոմորֆոլոգիական կառուցվածքը, նիվացիայի և սոլիֆլյուկցիայի գործընթացների պրոցեսների տարածումը, որոնք կապված են բարձրադիր գոտիականության և սեզոնային սառածության առկայության հետ: Պետք է նշել, որ սոլիֆլյուկցիան ավելի լավ արտահայտվում է խարամային կոների լանջերին (փոխարմանրաբեկորային գրունտ), իսկ չինգիլների տեղաշարժը՝ հրաբխային լավային հոսքերի զառիթափ լանջերին:

V. R. BOYNAGRYAN

DISPLAY OF NIVATION AND SOLIFLUCTION IN THE VICINITIES
OF SERIES OF THE HIGH MOUNTAIN LAKES OF ARMENIA

Summary

For the first time, comprehensive studies were conducted on four high-mountain lakes of Armenia to study their bathymetry, bottom sediment composition, geomorphological structure of basins and the spread of nivation and solifluction processes associated with altitudinal zonation and the presence of seasonal permafrost. It is noted that solifluction is better manifested on the slopes of slag cones (loose friable soil), and the displacement of chingils on steep slopes of volcanic lava flows.