

УДК 551.332.21(479.25)

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЧАСТКОВ РЯДА ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР АРМЕНИИ

В. Р. БОЙНАГРЯН \*

*Кафедра картографии и геоморфологии ЕГУ, Армения*

Представлены результаты полевых исследований рельефа и рельефообразующих процессов в бассейнах четырех высокогорных озер Армении (Кари, Умрой, Акна и Сев). Установлено, что водосборные бассейны всех этих озер характеризуются в целом сходным рельефом и примерно одинаковыми экзогенными рельефообразующими процессами. Некоторое отличие характерно для бассейна оз. Сев в связи с его несколько меньшими абсолютными высотами.

Из экзогенных процессов рельефообразования можно отметить в бассейне оз. Кари слабую солифлюкцию в виде напоязания дернины на глыбы на поверхности водораздельного плато и нивацию в местах формирования снежников. Наиболее четко солифлюкция проявляется на склонах шлаковых конусов в бассейне оз. Акна, что связано с характером пород, слагающих эти конусы. Здесь же нивация легко формирует одноименные ниши в местах образования снежников. Для бассейна оз. Сев преобладающее значение имеют процессы конжелифлюкции (смещение чингиллов) на склонах лавовых потоков. Характер моренного рельефа бассейна оз. Умрой является хорошим индикатором выявления стадий отступления вюрмского ледника.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.1.008>

**Keywords:** drainage basin, congelifluction, nivation, relief, solifluction.

**Введение.** На высотах более 2500 м в Армении имеется несколько десятков озер разных размеров, которые в целом до сих пор изучены недостаточно, хотя и представляют собой ценный объект для палеогеографических исследований. Ведь по их донным отложениям можно определить возраст и условия формирования каждого из них, восстановить климат времени образования и дальнейшего развития конкретного водоема в условиях отсутствия загрязнения от антропогенного фактора.

Четыре из этих озер (Кари, Умрой, Акна и Сев) были исследованы летом 2018 и 2019 гг. совместной армяно-российской группой специалистов. Результаты этих исследований отражены в публикациях участников полевых и камеральных работ [1–7]. В дополнение к этим работам автором были изучены также геоморфологическое строение и разновидности рельефообразующих процессов участков исследованных высокогорных озер.

---

\* E-mail: [vboynagryan@ysu.am](mailto:vboynagryan@ysu.am)

**Район исследования.** Исследованные озера расположены в пределах трех разных вулканических массивов: Кари и Умрой – на массиве Арагац (Кари – на его южном склоне, Умрой – на восточном), Акна – на западном склоне Гегамского массива, Сев – в южной части Сюникского массива.

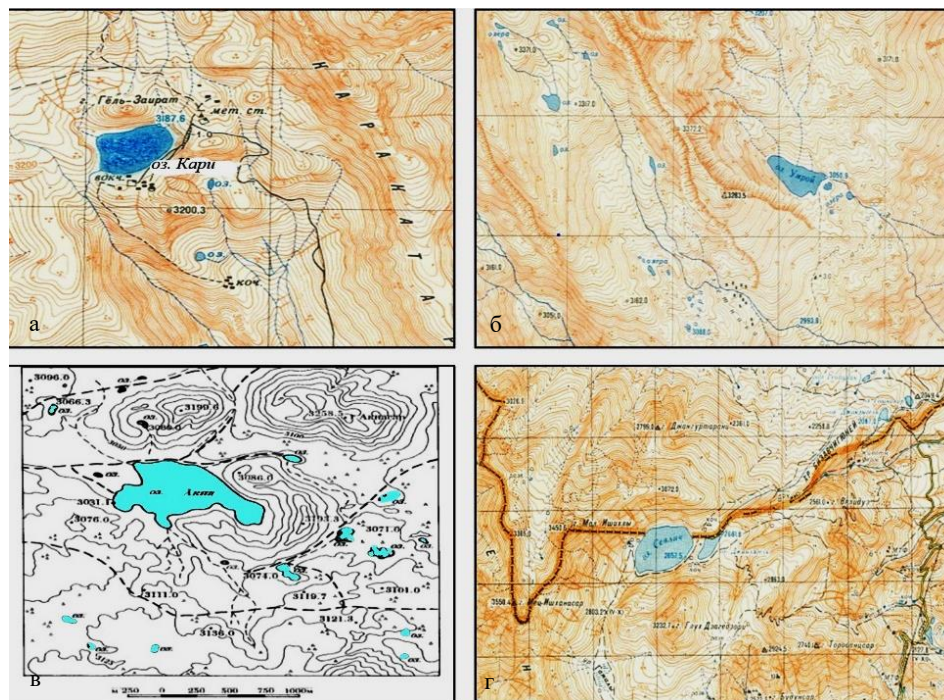


Рис. 1. Положение исследованных озер Армении на топографических картах масштаба 1:25 000 (уменьшено): а – Кари; б – Умрой; в – Акна; г – Сев.

Озеро Кари сформировалось в котловине на абсолютной высоте 3187,6 м (здесь и далее все высоты даны по топографическим картам масштаба 1:25 000 издания 1973 г.), между моренными холмами вюрмского оледенения, возвышающимися над гладью озера на 25–50 м. Озеро в плане напоминает близкий к квадрату прямоугольник, слегка вытянутый в СВ направлении (рис. 1, а).

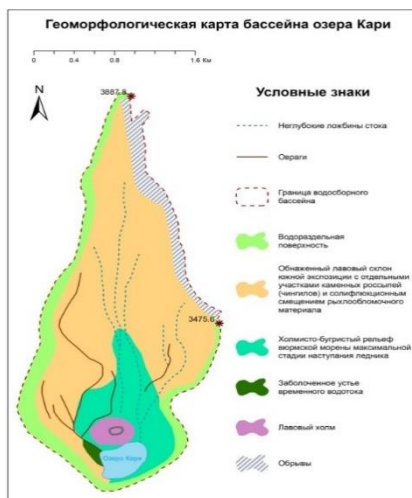
Озеро Умрой расположено на абсолютной высоте 3050,9 м на восточном склоне Арагаца в крупном ледниковом каре и вытянуто своей длинной стороной в СЗ–ЮВ направлении (рис. 1, б).

Озеро Акна расположено на высоте 3031,1 м на западном склоне Гегамского массива, на 122 м ниже водораздельной линии. С северной стороны озеро окружено верхнечетвертичными хорошо сохранившимися шлаковыми вулканическими конусами, которые возвышаются над зеркалом воды от 50 до 430 м (рис. 1, в).

Озеро Сев (абсолютная высота уреза воды составляет 2657,5 м) занимает обширную котловину, окруженную вулканическими массивами Мец Ишханасар (3550,4 м), Покр Ишханасар (3450,6 м) и Глух Дзагедзори (3232,7 м), и является лавово-запрудным водоемом. Озеро вытянуто в ЮЗ–СВ направлении и имеет форму, близкую к овалу (рис. 1, г).

**Методы исследования.** На территориях водосборных бассейнов вышеуказанных озер автором проведена полевая съемка рельефа и рельефообразующих процессов с соответствующим их картированием в масштабе 1:25 000. Кроме того, при камеральных работах детально проанализированы имеющиеся аэрофотоснимки масштабов 1:25 000 и 1:100 000.

**Результаты и обсуждение.** В бассейне *озера Кари* наибольшая площадь приходится на обнаженный лавовый склон южной экспозиции Арагаца с отдельными участками глыбовых накоплений (чингилов) и солифлюкционным смещением маломощной толщи склонового чехла рыхлообломочного материала. У подножия этого склона распространены моренные накопления максимальной стадии вюрмского ледника, которые сформировали здесь холмисто-бугристый рельеф с рядом межморенных озер (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Геоморфологическая карта бассейна озера Кари (а), общий вид озера (б).

С восточной стороны бассейн оз. Кари окаймляется андезито-базальтовым лавовым потоком ЮЮВ простираения, который в рельефе выражен в виде удлиненного хребта Каракатар с крутым (в северной части – отвесным) склоном (рис. 3, а).

В ССЗ части озера расположен высокий лавовый холм. Его крутой склон, весь усеянный каменными обломками разных размеров, круто спускается к урезу воды. Пляжа как такового здесь нет. Его заменяют нагромождения камней у подножия склона, по которым с трудом можно пройти вдоль уреза воды. На СЗ в озеро впадает небольшой ручеек, в приустьевой части которого его долина заболочена. Здесь образовался небольшой залив. Непосредственно у воды тянется узкая полоса пляжа (полоса осушки), представленная скоплениями камней. Далее в пределах устьевой части ручья есть накопления глины мощностью до 50 см, покрытые кочками с болотной растительностью (рис. 3, б).



а

б

Рис. 3. Хребет Каракатар с крутым склоном ЗЮЗ простирания (на заднем плане снимка) и холмисто-бугристый рельеф вюрмской морены (в центре снимка) (а); высокий лавовый холм на ССЗ берегу озера и заболоченное устье небольшого ручейка, расположенного между подножием холма и восточным склоном водораздельного плато (б).

От устья ручья далее на юг простирается водораздельное плато между каньонами рек Архошан и Амберд, восточный склон которого полого спускается к озеру Кари. Поверхность плато и его склон покрыты плотным покровом дернины с выступающими из-под нее отдельными глыбами каменного материала. Здесь четко проявляются следы солифлюкционного смещения рыхлообломочного покрова склона в виде напоязания дернины на глыбы. Следует отметить, что этот процесс в высокогорном поясе Арагаца обычно проявляется с высоты 2500 м, но наибольшего распространения он достигает с высоты 3000 м. У подножия склона водораздельного плато вдоль уреза воды тянется узкая (до 50 см) полоса осушки в виде каменных накоплений, отмытых из морены.

Склон северной экспозиции этого плато в северной части частично является правым бортом вышеуказанного ручья. Он почти весь покрыт каменным материалом. Местами есть сохранившиеся снежники, которые к концу июня занимают только днища нивальных ниш.

Южный берег озера представлен чуть наклонной площадкой шириной до 130–150 м (на этой площадке стоят домики Института физики), которая постепенно переходит в склон водораздельного плато. Непосредственно у уреза воды местами тянется узкая (до 50 см) полоса каменного материала в виде пляжа, за которым следует каменистое дно озера, хорошо просматриваемое под водой.

Параметры озерной котловины, по уточненным на основании полевых работ 2018–2019 гг. данным, составляют: максимальная глубина – 9,8 м; средняя глубина – 4,5 м; объем –  $661,9 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ ; периметр – 1,52 км; площадь – 0,146 км<sup>2</sup>. Максимальная длина озера составляет 475 м, ширина – 305 м, площадь зеркала воды – 0,103 км<sup>2</sup>, площадь водосбора – 3,6 км<sup>2</sup> [7].

Рельеф водосборного бассейна **озера Умрой** холмисто-бугристый с многочисленными озерными понижениями, сформировавшийся моренными накоплениями вюрмского карового ледника. Стенки кара в основном крутые, а в приводораздельной части – обрывистые. В пределах моренных холмов



встречаются хорошо выраженные в рельефе стенки нивальных ниш, в которых формируются снежники, нередко сохраняющиеся до середины лета (рис. 4, а).



Рис. 4. Холмисто-бугристый рельеф вюрмской морены бассейна оз. Умрой (левая сторона снимка) (а); границы стадий отступления вюрмского ледника (показаны штриховыми линиями) (б).

Северный берег озера слагают моренные накопления четырех стадий вюрмского оледенения. По топографической карте масштаба 1:25 000 и на местности можно проследить стадии отступления вюрмского ледника после его максимального продвижения: самое низкое положение – 3100–3000 м, вторая стадия – 3200–3100 м, третья стадия – 3300–3200 м, четвертая стадия – 3400–3300 м [5]. Аналогичные интервалы стадий отступления ледника прослеживаются и по соседним ледниковым карам на восточном и северном склонах массива Арагац (рис. 4, б).

Береговая линия озера почти прямая, лишь в ЮВ озерной чаше имеются две небольшие бухточки. В озеро впадают четыре небольших ручейка, пересыхающие летом. Самый большой из них связывает озеро Умрой с небольшим озерком, расположенным на высоте 3207,0 м к северу от него.

На СЗ к озеру спускаются крутые скалистые склоны лавового потока. У их подножия вдоль уреза воды тянется узкая полоска осушки, по которой при низком уровне воды можно пройти вдоль берега. В остальное время этот участок берега фактически непроходим.

С юга и СЗ озерная чаша окаймлена крутыми склонами водораздельной поверхности, высота которой составляет 3283,5–3372,2 м. Они представлены вулканогенной толщей верхнего-среднего олигоцена: андезитами, андезито-дацитами и другими породами [8].

Восточный и южный берега озера представляют собой холмистый участок морены с выровненной задержанной поверхностью и многочисленными выступами небольших глыб. Непосредственно у уреза воды протягивается полоса каменной отмости шириной от 0,5 м до 3–5 м, которая формируется при понижении уровня воды летом на 1–1,5 м. За полосой осушки местами имеется размываемый (абразионный) уступ (клиф) прибрежной террасы высотой около 1,5 м (рис. 5).



Рис. 5. Каменная отмостка (осушка) на восточном берегу озера (а); деталь подмываемого участка восточного берега при поднятии уровня воды весной (б).

На южном берегу озера сооружена дамба (бетонная стенка с наброской каменных глыб) для накопления воды.

Уточненные параметры озерной котловины составляют: максимальная глубина – 10,9 м; средняя глубина – 3,1 м; объем –  $365,1 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ ; периметр – 1,55 км; площадь –  $0,117 \text{ км}^2$ . Максимальная длина озера составляет 575 м, ширина – 250 м, площадь зеркала воды –  $0,099 \text{ км}^2$ , площадь водосбора –  $5 \text{ км}^2$  [7].

**Озеро Акна** является наиболее крупным из озер, расположенных в высокогорном поясе Гегамского вулканического массива. В его водосборном бассейне четко выделяются шлаковые конусы (четыре на севере и один на юге), талые и дождевые воды с которых снабжают озеро не только водой, но и обломочным материалом. На этих конусах хорошо прослеживаются следы солифлюкционного смещения рыхлообломочного материала в виде натечных валиков (ползут дерн вместе с небольшой прослойкой сезонно замерзающего и оттаивающего слоя шлаковой толщи склонов конусов) (рис. 6).

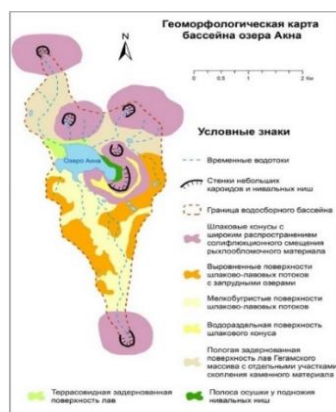


Рис. 6. Геоморфологическая карта бассейна озера Акна (а); проявления солифлюкционного смещения на склоне шлакового конуса (б).

В рельефе бассейна выделяются также выровненные поверхности шлаково-лавовых потоков с запрудными озерами, мелкобугристые поверхности, чингилы, нивальные ниши.

Береговая линия отличается значительной изрезанностью. Четко выделяется четыре залива: на СЗ, западе, юге и ЮВ. Самым крупным заливом является ЮВ (Кратерный) [9].

С северной и СВ стороны близко к озеру расположены шлаковые конусы. Их склоны местами почти вплотную подходят к урезу воды. На таких участках прослеживается лишь узкая (около 0,5–1 м) шлаково-щебенистая полоса осушки, что-то наподобие пляжа. На отдельных участках склоны немного отступают и у берега появляется почти горизонтальная площадка в виде невысокой террасы, покрытой травянистой растительностью.

Склоны вулканических конусов сложены красными, черными, фиолетово-черными, красно-коричневыми шлаками. В большом количестве встречаются вулканические “бомбы” самых разных размеров, вплоть до 50–60 см длиной.

В Кратерном заливе в рельефе прилежащего к озеру невысокого вулканического плато (поверхность шлакового покрова) в склоне северной экспозиции четко выражены нивальные ниши, в которых постоянно формируются снежники мощностью до 5–6 м (автор встречал здесь снежники такой мощности в 70-х годах XX в. даже в июле и начале августа). Нивальные ниши врезаны в вулканические шлаки. Хорошо прослеживаются вертикальный уступ, наклонная часть и днище, где можно встретить скопление песчано-глинистого материала (рис. 7).



Рис. 7. Таяние снежников сопровождается выносом мелких частиц грунта (глина, песок, дресва, мелкая щебенка) из-под снежника в виде струй (верхний снимок); нивальные ниши, сформированные на местах постоянного накопления снега (нижний снимок).

Южный берег озера пологий, вдоль уреза воды тянется узкая каменистая осушка. В западной части южного берега имеется террасовидная площадка с врезаемыми в нее на склоне северной экспозиции нивальными нишами и



сохранившимися до августа месяца остатками снежников, залегающими на днищах ниш. Западный берег озера, плоский и местами заболоченный, покрыт травяной и болотной растительностью.

Размеры озера меняются в зависимости от высоты уровня воды, колебания которого в течение года достигают более 2 м. При этом самый высокий уровень отмечается летом, а минимальный – в феврале–марте [9]. Питание озера происходит в основном за счет талых снеговых вод. В озеро впадает шесть небольших временных водотоков, а сток из озера в настоящее время регулируется и используется для обводнения пастбищ. В отдельные дни вся котловина озера погружается в густой туман и видимость не превышает 4–5 м.

Уточненные параметры озерной котловины следующие: максимальная глубина – 12,4 м; средняя глубина – 3,7 м; объем –  $1843,1 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ ; периметр – 3,86 км; площадь –  $0,496 \text{ км}^2$ . Максимальная длина озера составляет 1,2 км, ширина – 0,8 км, площадь зеркала воды –  $0,447 \text{ км}^2$ , площадь водосбора –  $6,0 \text{ км}^2$  [7].

В рельефе бассейна *озера Сев* выделяются: крутые и относительно пологие лавовые склоны с полями чингилов и солифлюкционным смещением склонового рыхлообломочного материала, овраги, неглубокие ложбины стока талых и дождевых вод, отдельные хорошо выделенные на местности конусы выноса временных водотоков (рис. 8).



Рис. 8. Геоморфологическая карта бассейна озера Сев.

Озеро характеризуется слегка извилистой береговой линией. С севера и юга оно окаймлено крутыми склонами вулканов, а на востоке, западе и ЮЗ склоны относительно пологие. Для крутых вулканических склонов характерно обилие чингилов, которые в результате конжелифлюкционных (разновидность солифлюкционного процесса, свойственного для чингилов) процессов смещаются вниз по склону со скоростью примерно до 4–8 см/год и накапливаются на его подножии в виде каменной полосы шириной 1–1,5 м (рис. 9, а). На остальной части периметра озера лишь местами имеется осушка шириной всего лишь до 50 см (рис. 9, б). Пологие участки берега на востоке, западе и ЮЗ представлены платообразной задержанной поверхностью с выступающими над ней отдельными камнями.





Рис. 9. Конжелифлюкционное смещение чингилов на склоне южной экспозиции (а); узкая осушка на отдельных участках берега (б).

Озеро питается дождевыми и талыми снеговыми водами. По-видимому, имеется также приход воды из-под чингилов (особенно в летнее время). Озеро не имеет стока. Колебания уровня воды в озере не превышают 1 м. Зимой вода покрывается слоем льда толщиной до 2 м. На берегах озера снежный покров достигает толщины 3–3,5 м. Вода в озере один раз в три года цветет и становится мутной, зеленоватого цвета.

Уточненные параметры озерной котловины следующие: максимальная глубина – 8,5 м; средняя глубина – 4,5 м; объем –  $7791,3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ ; периметр – 5,01 км; площадь –  $1,747 \text{ км}^2$ . Максимальная длина озера составляет 1,95 км, ширина – 1,25 км, площадь зеркала воды –  $1,77 \text{ км}^2$ , площадь водосбора –  $12,0 \text{ км}^2$  [7].

**Вывод.** Водосборные бассейны всех четырех исследованных высокогорных озер Армении характеризуются в целом сходным рельефом и примерно одинаковыми экзогенными рельефообразующими процессами. Некоторое отличие характерно для бассейна озера Сев в связи с его несколько меньшими абсолютными высотами.

Из экзогенных процессов рельефообразования в бассейне оз. Кари можно отметить слабую солифлюкцию в виде напользания дернины на глыбы на поверхности водораздельного плато и нивацию в местах формирования снежников. Наиболее четко солифлюкция проявляется на склонах шлаковых конусов в бассейне оз. Акна, что связано с характером пород, слагающих эти конусы. Здесь же нивация легко формирует одноименные ниши в местах образования снежников. Для бассейна оз. Сев преобладающее значение имеют процессы конжелифлюкции (смещение чингилов) на склонах лавовых потоков. Характер моренного рельефа бассейна оз. Умрой является хорошим индикатором выявления стадий отступления вюрмского ледника.

Автор признателен А.С. Пилюяну, подготовившему электронные варианты геоморфологических карт водосборных бассейнов изученных озер.

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

Поступила 20.02.2025

Получена с рецензии 04.03.2025

Утверждена 30.04.2025

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Sapelko T., Boynagryan V., et al. Multi-proxy Studies of High-mountain Lakes in Armenia: Preliminary Results. *Geography, Environment, Sustainability (GES)* **12** (2019), 272–284. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-87>
2. Лудикова А.В., Сапелко Т.В., и др. История развития и современное состояние высокогорного озера Кари (Армения) по данным диатомового анализа. *Вопросы современной альгологии* **2** (20) (2019), 229–232. [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2\(20\)-229-232](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2019-2(20)-229-232)
3. Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., и др. Голоценовая динамика осадконакопления в озерах Кари и Умрой (Армения). Динамика экосистем в голоцене. *Матер. V Всероссийской конф. с международ. участием*. Москва, Медиа-ПРЕСС (2019), 170–171.
4. Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., и др. Высокогорные озера как индикаторы ритмики природных процессов. *LXXII Герценские чтения*. СПб. (2019), 491–496.
5. Бойнагрян В.Р. Изученность древнего и современного оледенения Республики Армения. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* **54** (2020), 99–107. <https://doi.org/10.46991/PYSU:C/2020.54.2.099>
6. Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., и др. Ритмика природных процессов в районе массива Арагац (Армения) по данным изучения озера Умрой. *Вестник Московского университета. Серия 5. География* **1** (2021), 16–26.
7. Бойнагрян В.Р. Новейшие данные по ряду высокогорных озер Армении. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* **56** (2022), 37–46. <https://doi.org/10.46991/PYSU:C/2022.56.1.037>
8. Харазян Э.Д. *Геологическая карта Республики Армения*. 1:500 000. Ереван (2005), 2 листа.
9. Арнольди Л.В. *Канлы-гель. Бассейн озера Севан (Гокча)*. Ленинград, **II**(2) (1931), 255–264.

Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԻ ԾԱՐՔ ԲԱՐՁՐԼԵՈՆԱՅԻՆ ԼՃԵՐԻ ՏԵՂԱՄԱՍԵՐԻ  
ԳԵՈՄՈՐՓՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ

Ամփոփում

Ներկայացված են Հայաստանի չորս բարձրլեռնային լճերի (Քարի, Ումրոյ, Ակնա և Սև) ավազաններում ռելիեֆի և ռելիեֆաստեղծ գործընթացների դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հաստատվել է, որ նշված բոլոր լճերի ջրհավաք ավազանները բնութագրվում են, ընդհանուր առմամբ, նման ռելիեֆով և ռելիեֆ ձևավորող գրեթե նույն էկզոգեն

գործընթացներով: Որոշակի առանձնահատկություն հատկանշական է Սև լճի ավազանին իր բարձրությունների համեմատաբար փոքր լինելու պատճառով:

Քարի լճի ավազանում ռելիեֆի ձևավորման էկզոգեն գործընթացներից կարելի է առանձնացնել թույլ սոլիֆյուկցիան՝ ջրբաժանային սարահարթի մակերևույթի առանձին տեղամասերում բուսական ծածկույթի տեսքով և նիվացիան՝ ձնաբծերի ձևավորման տեղամասերում: Սոլիֆյուկցիան առավել հստակ արտահայտված է Ակնա լճի ավազանում՝ խարամային կոների լանջերին, ինչը պայմանավորված է այդ կոները ձևավորող ապարների կազմությամբ: Ձնաբծերի ձևավորման տեղամասերում նիվացիան հեշտությամբ ձևավորել է համանուն հարթություններ: Սև լճի ավազանի համար գերիշխող նշանակություն ունեն կոնժելիֆյուկցիայի (չինգիլների տեղաշարժի) գործընթացները՝ լավային հոսքերի լանջերին: Ումրոյ լճի ավազանի մորենային ռելիեֆի բնույթը լավ ցուցիչ է Վյուրմի սառցադաշտի նահանջի փուլերը բացահայտելու համար:

V. R. BOYNAGRYAN

## GEOMORPHOLOGICAL COMPOSITION OF NUMBER AREAS OF ALPINE LAKES IN ARMENIA

### Summary

The results of field studies of the relief and relief-forming processes in the basins of four alpine lakes of Armenia (Kari, Umroy, Akna, and Sev) are presented. It has been established that the catchment basins of all these lakes are characterized by generally similar relief and approximately the same exogenous relief-forming processes. Some difference is typical for the Lake Sev basin due to its slightly lower absolute heights.

From the exogenous processes of relief formation in the Lake Kari basin can be noted as a weak solifluction in the form of sod creeping onto boulders on the surface of the watershed plateau and nivation at the sites of snowbanks formation. Solifluction is most clearly manifested on the slopes of the cinder cones in the Lake Akna basin, which is related to the nature of the rocks composing these cones. Here, nivation easily forms niches of the same name in places where snowbanks form. For the Lake Sev basin the processes of congelifluction (displacement of chingils) on the slopes of lava flows are of predominant importance. The nature of the moraine relief of the Lake Umroy basin is a good indicator of identifying the stages of retreat of the Würm glacier.