

Ю. В. Ефремов

МОРФОМЕТРИЯ И МОРФОЛОГИЯ ГОРНЫХ ОЗЕР ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Одним из характерных элементов ландшафта Западного Кавказа являются небольшие по площади, но весьма многочисленные горные озера различного генезиса. Между тем из-за труднодоступности и неосвоенности горной территории они до последнего времени оставались слабо изученными и недостаточно освещенными в научной литературе. Сведения о морфометрии и морфологии озер неполны и разрозненны. До настоящего времени отсутствовали данные о распределении озер по площадям, главным орографическим элементам, генетическим типам, речным бассейнам и высотным зонам. Некоторые из озер, обозначенные на картах и упомянутые в литературе, в настоящее время уже не существуют или ввиду активной деградации имеют совершенно иные формы.

В связи с интенсивным освоением горной территории Западного Кавказа возникла необходимость более полного и разностороннего исследования всех водных ресурсов, включая горные озера. С этой целью проводилось их исследование в 1974–1980 гг. первоначально Ростовской, а затем Краснодарской гидрометобсерваториями /6/. В Западной Грузии изучением горных озер занимался Институт географии АН СССР /1/. Кроме того, некоторые сведения по морфометрии отдельных групп озер приводятся в работах Н.Н.Липиной и О.А.Липина /9/, В.Г.Гниловского и В.В.Савельевой /4/, Н.Л.Костина /8/, Т.Е.Нуцубидзе /12/ и справочниках по водным ресурсам (табл. I).

Таблица I

Количество озер и их суммарная площадь в бассейне р.Кубани

Наименование работы, автор	Год	Количество озер	Суммарная площадь, км ²
Справочник по водным ресурсам	1936	108	3,83
Справочник "Ресурсы поверхностных вод"	1964	288	8,22
Ю. В. Ефремов	1979	863	9,52

Сведения о размерах площадей озер получены по топографическим картам. Важно отметить, что уровни озер и их площади имеют значительные изменения по годам и сезонам, а некоторые к концу года пересыхают. Данное обстоятельство в некоторой степени учитывалось при морфометрической оценке озерных водоемов, причем в

расчет не принимались эфемерные незначительные по площади озерные водоемы, возникающие в период паводков и интенсивной лавинно-селевой деятельности. Измерения по топографическим картам производились с помощью планиметра и палетки. При этом в расчет не принимались озерные водоемы площадью менее 500 м², кроме карстовых областей, где учитывались все водоемы.

По нашим данным, на 1974–1979 гг. общее число озер составляет 1070 с общей площадью водной поверхности 16,2 км². Причем в бассейне р.Кубани насчитывается 863 озера с общей площадью водной поверхности 9,52 км². В подавляющем большинстве озера Западного Кавказа имеют площадь зеркала менее 0,005 км², при этом на долю таких озер приходится 50,8 % общего числа и лишь 6,4 % площади водной поверхности (табл.2).

Таблица 2

Распределение озер Западного Кавказа в зависимости от их площадей

Площадь, тыс.м ²	Число озер		Площадь	
	всего	% общего числа	тыс.м ²	% общего числа
Северный склон				
< 5	444	51,4	797,6	8,4
5 - 10	154	17,8	937,0	9,8
10 - 20	125	14,5	1 639,8	17,2
20 - 30	59	6,8	1 439,7	14,2
30 - 50	44	5,1	1 710,6	18,0
> 50	37	4,3	3 087,0	32,4
Всего	863	100	9 521,7	100
Южный склон				
< 5	100	48,3	231,3	3,5
5 - 10	37	17,8	228,0	3,4
10 - 20	38	18,4	501,5	7,5
20 - 30	10	4,8	216,0	3,2
30 - 50	9	4,3	355,5	5,3
> 50	13	6,3	5 113,0	76,9
Всего	207	100	6 645,3	100
Итого	1070		16 167,0	

Наряду с малыми водоемами, встречаются более крупные площади более 0,1 км² (16 озер), что составляет 1,5 % общего их

числа и 36,5 % общей площади. Наиболее значительными из них на северном склоне Западного Кавказа являются озера Клухорское (площадь 0,17 км²), Муруджинское (0,16 км²), Большое Имеретинское (0,20 км²), на южном склоне — Абрау (1,60 км²), Большая Рица (1,49 км²), Амткели (0,58 км²).

Хотя озерные котловины Западного Кавказа имеют небольшие размеры, объем большинства озер невелик и составляет от нескольких тысяч до десятков миллионов кубических метров. Среди них наибольший объем имеют озера Большая Рица (94 млн.м³), Амткели (18,5 млн.м³), Абрау (9,3 млн.м³) /1/.

Озера в пределах рассматриваемого региона распространены крайне неравномерно, что объясняется исключительным разнообразием основных природных факторов, влияющих на формирование горных озер — климата, рельефа, геологического строения и стока.

Увеличение количества озер и их суммарных площадей по отдельным бассейнам происходит как в направлении с северо-запада на юго-восток, так и с увеличением высоты над уровнем моря. В первом случае наибольшее количество озер сосредоточено на северном склоне Западного Кавказа в бассейне р.Лабь. Здесь насчитывается 252 озера общей площадью 2,86 км² (табл.3), на южном склоне максимальное количество озер находится в бассейне р.Бзыбь (73 озера общей площадью 2,68 км², что составляет 35,3 и 40,4 % соответственно). Несколько меньше площадь озер в бассейне р.Теберды (14,1 %), Большой Зеленчук (19,8 %), Кодори (22,9 %) (табл.3). Начиная с Аксауто-Тебердинского водораздела на северном склоне и Бзыбского хребта на южном, количество озер уменьшается как на юго-восток, так и на северо-запад.

Вместе с тем количество озер на северном склоне Западного Кавказа значительно больше, чем на южном (табл.3). Основная причина такого размещения заключается в геоморфологических особенностях данного региона и в различной мощности древнего и современного оледенения. Северный склон более пологий и протяженный, в то время как южный более крутой и сильно расчлененный. Для северного склона также характерны следы более мощного древнего и наличие современного оледенений. По данным В.Д.Панова, количество ледников в бассейне р.Кубани равно 424, а их площадь составляет 221,39 км² /13,14/, в то время как для южного склона эти параметры равны 240 и 110,25 км² соответственно /10/.

Распределение озер по отдельным орографическим элементам таково, что основная их часть по количеству (71 %) и по площади водных поверхностей (68,5 %) расположена в пределах Главного хреб-

Таблица 3

Распределение озер по речным бассейнам Западного Кавказа

Река, в бассейне которой находится озеро	Число озер		Площадь	
	всего	% общего	тыс. м ²	% общей площади
Северный склон				
Адагум	3	0,3	23,0	0,2
Псекупс	8	0,9	31,0	0,3
Пиши	5	0,6	51,0	0,5
Белая	50	5,8	242,4	2,5
Лаба	252	29,2	2 860,5	30,0
Уруп	45	5,2	629,7	6,6
Большой Зеленчук	127	14,7	1 883,7	19,8
Малый Зеленчук	101	11,7	1 025,1	10,8
Теберда	127	14,7	1 338,5	14,1
Кол-Тубе	3	0,3	37,0	0,4
Даут	20	2,3	240,0	2,5
Учкулан	57	6,6	758,8	8,0
Уллукам	35	4,1	255,0	2,7
Худес	8	0,9	83,0	0,9
Мара	8	0,9	6,5	0,06
Щушурук	10	1,2	28,0	0,3
Кубрань	4	0,6	28,5	0,3
Всего	863	100	9 521,7	100
Южный склон				
Абрау	11	5,3	1 763,5	26,5
Шахе	2	1,0	2,0	0,03
Мзымта	18	8,7	243,5	3,7
Псоу	1	0,5	4,0	0,06
Бзыбь	73	35,2	2 683,4	40,4
Гумиста	9	3,3	883,5	1,3
Кодори	71	34,3	1 522,5	22,9
Галицзга	4	1,9	41,0	0,6
Ингури	18	8,7	301,9	4,5
Всего	207	100	6 645,3	100
Итого	1070		16 167,0	

та. По генезису эти озера гляциального и обвально-запрудного происхождения. Такие же озера, но в меньшем количестве находятся и в пределах Бокового хребта на северном (24,6 %) и передовых хребтах (Бзыбском, Гагринском, Кодорском) на южном склонах (64,3 %). По мере удаления от Главного хребта на север и на юг уменьшается и количество озер в пределах Скалистого, Пастбищного, Лесистого хребтов на северном склоне, в предгорьях и побережье на южном склоне (табл.4). Меньше всего озер в межгорных котловинах, что связано с их геолого-геоморфологическими особенностями и меньшим количеством атмосферных осадков.

Таблица 4

Распределение озер Западного Кавказа по основным
орографическим элементам

Орографический элемент	Число озер		Общая площадь	
	всего	% го числа	всего, тыс.м ²	% общей пло- щади
Северный склон				
Лесистый хребет	15	1,7	91,0	1,0
Пастбищный хребет	39	4,5	197,2	2,1
Скалистый хребет	33	3,8	192,0	2,0
Северо-Юрская депрессия	3	0,3	47,0	0,5
Передовой хребет	16	1,9	124,0	1,3
Боковой хребет	147	17,0	2 343,3	24,6
Главный хребет	610	70,7	6 527,2	68,5
Всего	863	100	9 521,7	100
Южный склон				
Предгорья и побережье южного склона	17	8,2	2 843,5	42,8
Передовые хребты (Кодорский, Чхалтинский, Бзыбский и др.)	133	64,3	3 350,9	50,4
Главный хребет	57	27,5	450,9	6,8
Всего	207	100	6 645,3	100
Итого	1070		16 167,0	

Такое распределение озер является одним из проявлений основной географической закономерности Кавказа - широтной зональности физико-географических процессов, резкого увеличения осадков с вы-

сотой, активных современных геоморфологических процессов, наличием зон "дождевой тени" между хребтами /15/.

Распределение озер по высотным зонам также имеет свои особенности. Наибольшее их число (49,8 %) и площадей водных поверхностей (54,8 %) сосредоточено в интервале высот 2500–3000 м над ур.м. на северном склоне и 2000–2500 м на южном (53 % и 21 % соответственно).

В большинстве случаев эта зона охватывает верховья рек. Сосредоточение озер на этих высотах объясняется наличием многочисленных каров, расположенных в указанном интервале высот, в пределах которых были развиты каровые ледники соответствующих эпох оледенения. Увеличение площадей водных поверхностей в интервале высот ниже 1500 м объясняется наличием обвально-запрудных озер на южных склонах Западного Кавказа (Абрау, Большая Рица, Амткели и др.). Количество озер на высотах более 3000 м резко уменьшается (табл.5), поскольку верхним пределом существования высокогорных озер является снеговая граница.

Таблица 5

Распределение озер Западного Кавказа по высотным зонам

Высота над ур.м., м	Число озер		Общая площадь		Средний размер озера, тыс.м ²
	всего	в % обще- го числа	всего, ¹ тыс.м	% общей площади	
Северный склон					
< 1500	76	8,8	521,7	5,5	6,86
1500–2000	69	8,0	394,9	4,1	5,72
2000–2500	190	22,0	2 273,2	23,9	11,96
2500–3000	430	49,8	5 561,4	58,4	12,93
Выше 3000	98	11,4	770,7	8,1	7,86
Всего	863	100	9 521,7	100	
Южный склон					
< 1500	23	11,2	4 451,4	67,0	19,35
1500–2000	15	7,2	195,7	2,9	13,05
2000–2500	110	53,1	1 380,5	20,8	12,55
2500–3000	59	28,5	617,7	9,3	10,47
Всего	207	100	6 645,3	100	
Итого	1070		16 167,0		

Велико генетическое разнообразие горных озер, среди которых наиболее развиты гляциальные озера (табл.6).

Таблица 6

Распределение озер Западного Кавказа по генетическим типам

Тип озер	Число		Общая площадь	
	всего	% общего числа	всего, тыс. м ²	% общей площади
Северный склон				
Тектонические	2	0,2	28,0	0,3
Гляциальные	708	82,0	8 386,5	88,1
Карстовые	118	13,7	600,0	6,3
Суффозионные	10	1,2	20,6	0,2
Запрудные	19	2,2	466,6	4,9
Эрозионные	6	0,7	20,0	0,2
Всего	863	100	9 521,7	100
Южный склон				
Тектонические	2	1,0	1 650,0	24,8
Гляциальные	177	85,5	2 175,9	32,7
Карстовые	8	3,9	23,9	0,4
Суффозионные	2	1,0	2,0	0,03
Запрудные	4	1,9	2 180,0	32,8
Озера побережья	14	6,8	613,5	9,2
Всего	207	100	6 645,3	100
Итого	1070		16 167,0	

Форма озерной котловины играет важную роль в жизни озер. Как отмечают многие исследователи, она не только определяет площадь и конфигурацию озера, его максимальную среднюю глубину, объем водной массы, но также влияет и на происходящие в озерах процессы. С формой и размерами озерных котловин связано распределение температуры, минеральных и органических веществ, газов в водоеме, а также амплитуда и характер колебания его уровней. С изменением формы котловин меняются гидрологический и термический режимы озер, а также условия жизни в них /2/.

Теоретические основы морфометрического анализа озер были разработаны Г.Ю.Верещагиным /3/, в дальнейшем дополнены и развиты в работах С.Д.Муравейского /1/, Б.Б.Богословского /2/, С.В.Григорьева /5/, П.В.Иванова /7/ и других исследователей. При анализе

морфометрических характеристик Западного Кавказа были рассмотрены основные морфометрические показатели, прочно вошедшие в практику озерных исследований. Морфометрическому анализу были подвергнуты около 600 горных озер. Для изучения морфологии озерных котловин использованы батиметрические планы озер, которые составлены при инструментальных батиметрических съемках. При их составлении результаты съемок приведены к среднему уровню озер.

Рассмотрим наиболее важные морфометрические показатели озер. По форме в плане озера Западного Кавказа весьма разнообразны. Для характеристики конфигураций озер были использованы показатели удлиненности или вытянутости, определяемой как отношение длины озера к его средней ширине, компактности, определенной как отношение средней ширины к наибольшей, и показатель развития береговой линии — отношение длины береговой линии к длине окружности равновеликой озера S

$$V_2 = 0,28 \quad L / S,$$

где V_2 — показатель развития береговой линии; L — длина береговой линии, м; S — длина окружности равновеликой озера, м.

Основное количество горных озер по форме водной поверхности ослики к округлой и овальной форме и имеют показатель удлиненности в пределах 1,0–5,0. В основном это озера нивально-гляциального, карстового и тектонического происхождений. И только обвальное-запрудные озера можно отнести к группе овально-удлиненных озер с показателем удлиненности более 5,0.

Большинство озер имеет среднее значение показателя компактности, составляющее 0,5–0,8. Наиболее компактными являются гляциальные и карстовые озерные водоемы (0,6–0,8), к наименее компактным относятся обвальное-запрудные озера с показателем компактности менее 0,6 (озера Абрау (0,55), Большая Рица (0,44), Амткели (0,46)). Средние значения показателя развития береговой линии для нивально-гляциальных и карстовых озер составляют 1,1–1,5, а для обвальное-запрудных — от 1,5 до 3,0. Расчет этих показателей также подтверждает сглаженность береговых линий, указанных типов озер.

Итак, проведенный анализ позволяет разделить озера Западного Кавказа на две категории. К первой относятся озерные водоемы округлой и овальной формы, куда относятся гляциальные, карстовые, суффозионные и малые обвальное-запрудные озера. Ко второй категории относятся крупные обвальное-запрудные, тектонические и эрозионные, отличающиеся сложной конфигурацией, значительными показателями развития береговой линии, удлиненности и малыми показателями компактности.

К морфометрическим показателям, характеризующим форму озерных водоемов по вертикали, относятся наибольшая и средняя глубина, показатель глубинности C_2 , показатель формы котловины C_1 .

По абсолютной глубине к наиболее глубоким водоемам относятся обвально-запрудные озера: Большая Рица (101 м), Малая Рица (76 м), Амткели (65 м) и каровое Адуэдаадзиши (64 м). Несколько меньшие глубины имеют моренные и карстовые озера, средняя глубина которых редко превышает 10 м, а максимальные могут достигать 40–50 м. К мелководным водоемам относятся моренные, нивационные, некоторые карстовые и суффозионные озера: Псенодах (3,5 м), Черное (8 м), Турье (7 м) и другие.

Показатель глубинности определяется по формуле

$$C_2 = \frac{H_{\text{ср}}}{f},$$

где C_2 - показатель глубинности; $H_{\text{ср}}$ - средняя глубина, м;
 f - площадь поверхности озера, м^2 .

Максимальные значения C_2 (20–55) отмечаются у глубоких запрудных (Большая Рица, Малая Рица, Амткели) и ледниковых озер (Адуэдаадзиши, Глубокое Муруджинское, Большое Имеретинское и др.)
Наименьшее значение C_2 характерно для крупных мелководных озер (Абрау - 4,9 и др.).

Показатель формы котловины, по Г.Ю.Верещагину /3/, определяется как отношение средней глубины к максимальной. Этот показатель позволяет оценить степень полноты водоема, а также сопоставить озерную котловину с простыми телами вращения: цилиндром (1,0), полушарием (0,67), параболоидом (0,50), конусом (0,33).
Озера Западного Кавказа карового и моренного происхождения близки по форме котловины к конусу и имеют значение показателя $C_1 = 0,3 \dots 0,4$, но некоторые озера приближаются к параболоидам. Для обвально-запрудных и карстовых озер этот показатель составляет 0,4–0,7, а форма озерных котловин может занимать промежуточное положение между конусом и параболоидом.

Связь между водосбором и озером устанавливается показателем удельного водосбора, т.е.

$$K = \frac{F}{f},$$

где F - площадь водосбора, м^2 ; f - площадь озера, м^2 ; K - показатель удельного водосбора.

Удельный водосбор для озер рассматриваемого региона меняется от 1 до 5000. По градации С.В.Григорьева /5/, выделяются три груп-

пы озер в зависимости от показателя K : 1) озера с малым удельным водосбором ($K < 10$). Сюда относятся большая часть нивально-гляциальных, суффозионных и карстовых озер; 2) озера со средним удельным водосбором ($10 < K < 100$); 3) озера с большим удельным водосбором ($K > 100$). Большая часть обвально-запрудных, тектонических и некоторая часть гляциальных водоемов относится к последним двум группам.

Рассматривая конфигурацию ложа озерных котловин различных генетических типов, необходимо обратить внимание на характер распределения глубин. Для тектонических впадин зона максимальных глубин расположена преимущественно в центральной зоне водоема (оз.Хуко). Подобное распределение глубин имеют и некоторые карстовые озера (Черное, Чеше). Нарастание глубин у карстовых озер происходит весьма интенсивно. Так, например, на прибрежную зону оз.Круглого с глубинами 2-3 м приходится всего 10-15 % площади его зеркала.

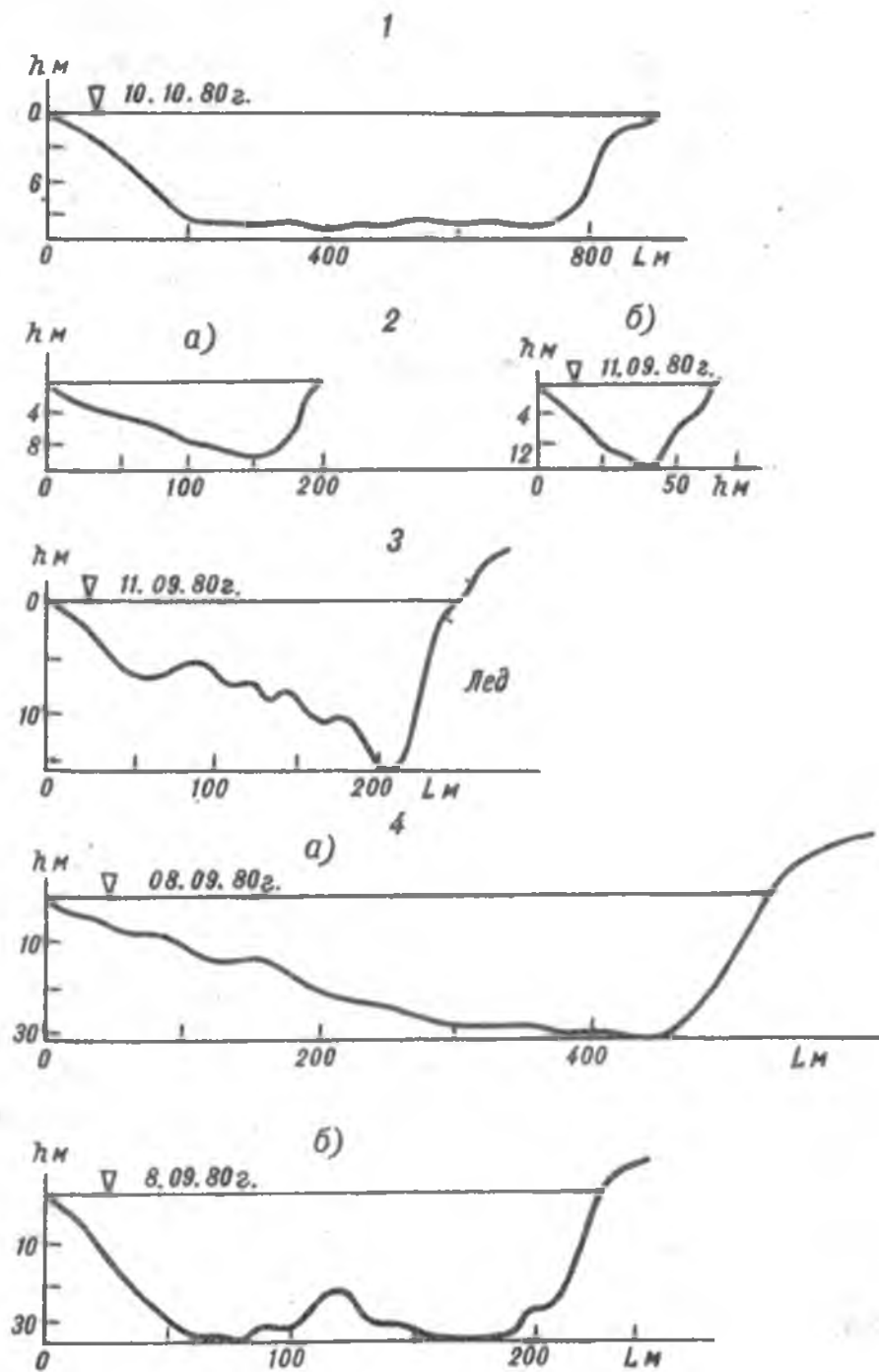
Своеобразно распределение глубин у каровых озер. У них максимальные глубины находятся на $1/3$ расстояния от задней стенки кара (см.рисунок). Впервые эта закономерность отмечена Г.В.Цыцариным / 17 /. Им установлена зависимость наибольших глубин каровых озер от площади их зеркала, имеющая вид кривой, которая при площади зеркала в 90 тыс.м² переходит в прямую с углом наклона к оси x 31° . Уравнение этой прямой имеет вид

$$y = 0,73x + 1,6,$$

где x - ось абсцисс, y - ось ординат. Кривая, построенная по нашим данным, аналогична кривой, построенной Г.В.Цыцариным / 17 /. Однако следует отметить, что разброс точек для озер с площадями зеркала менее 90 тыс.м² обусловлен, по всей вероятности, различными факторами и степенью деградации озерных водоемов.

Для обвально-запрудных и моренных озер характерно смещение зон наибольших глубин в приплотинные зоны (см.рисунок). Причем для моренно-запрудных озер автором установлена зависимость между площадью зеркала и максимальной глубиной. Приустьевые зоны имеют наименьшие уклоны дна ($30-40^\circ$) и больше подвергаются занесению и заилению. Для малых озер со значительным коэффициентом удельного водосбора ($K > 100$) приустьевая ступень может достигать 50 % всей площади (Ачипста, Инпси в бассейне р.Малой Лабы).

Рассмотрев закономерности распространения горных озер Западного Кавказа и проанализировав их морфометрические характеристики, можно сделать следующие выводы. Абсолютное большинство горных



Профили дна горных озер. (Промеры произведены эхолотом "Язь")

1 - Абрау (поперечный); 2 - Верхне-Клужорское: а - продольный, б - поперечный; 3 - Восточно-Клужорское; 4 - Большой Макар: а - продольный, б - поперечный.

озер представлено водоемами малых форм с малым показателем развития береговой линии и показателем форм озерной котловины. Это — компактные, округло-овальные, высоководообменные нивально-гляциальные, карстовые и суффозионные озера. К меньшей группе озер относятся тектонические и обвально-запрудные озера, отличающиеся сложной конфигурацией водной поверхности, большими показателями развития береговой линии, удлинённости и формы озерной котловины. Сюда относятся озера Самурское, Абрау, Большая Рица, Малая Рица, Амткели и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А п х а з а в а И.С. Озера Грузии. — Тбилиси: Мещниереба, 1975. — 182 с.

2. Б о г о с л о в с к и й Б.Б. Озероведение. — М.: Изд. МГУ, 1960. — 336 с.

3. В е р е щ а г и н Г.Ю. Методы морфометрической характеристики озер. — Тр.Олонецкой научн.экспедиции, 1930, ч.П, вып.І.—ІІ4 с.

4. Г н и л о в с к о й В.Г., С а в е л ь е в а В.В. Озера Архыза. — Тр. Тебердинского гос.заповедника, 1967, вып.7, с.123—140.

5. Г р и г о р ь е в С.В. О некоторых определениях и показателях в озероведении. — Тр.Карельского филиала АН СССР, 1959, вып.18, с.29—45.

6. Е ф р е м о в Ю.В. Закономерности возникновения, распространения и эволюции горных озер Западного Кавказа. — Автореф. дисс. на соискание учен.степ.канд.геогр.наук. — Л., 1981. — 22 с.

7. И в а н о в П.В. Классификация озер мира по величине и средней глубине. — Бюлл.ЛГУ, 1949, № 21, с.27—32.

8. К о с т и н П.Л. Каровые озера хр.Абишир-Ахуба. — Материалы по изучению Ставропольского края, 1964, вып.ІІ, с.67—84.

9. Л и п и н а Н.Н., Л и п и н О.А. Озера Тебердинского заповедника. — Тр.Тебердинского гос.заповедника, 1962, вып.4, с.73—96.

10. М а р у а ш в и л и Л.И., К у р д г е л а и д з е Г.М., Л а х ш и Г.А. и др. Каталог ледников СССР. Т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.І. Западное Закавказье. Ч.2—6. Бассейны рек Бзыби, Келасури, Кодори, Ингури, Хоби, Риони. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 86 с.

11. М у р а в е й с к и й С.Д. Очерки по теории и методам морфометрии озер. — В кн.: Реки и озера. — М.: Географгиз, 1960,

с.91-125.

12. Н у ц у б и д з е Т.И. География озер Клухорского района. - Тр.ИГ АН ГССР, 1950, т.4, вып.2, с.136-139.

13. П а н о в В.Д. Ледники в верховьях Кубани. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 132 с.

14. П а н о в В.Д. Каталог ледников СССР. Т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.1. Западное Закавказье. Ч.1. Бассейн р.Мзымты. - Л.: Гидрометеиздат, 1977, с.33-52.

15. П а н о в В.Д., С а р а ж и н В.И. Распределение осадков на Западном Кавказе в бассейнах рек Лаба и Мзымта. - Сб.работ Ростовской ГМО, 1977, вып.16, с.112-126.

16. Р е с у р с ы поверхностных вод СССР. Т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.1. Западное Закавказье. Гидрографическое описание рек, озер и водохранилищ. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 578 с.

17. Ц ы ц а р и н Г.В. Кресловинные озера. - В кн.: Вопросы географии, 1951, № 26, с.118-129.