

М. С. КИРЯЕВА.

ОЗЕРО КАРА-ГЕЛЬ НА АЛАГЕЗЕ.

Летом 1930 г. Севанской Озерной Станцией на средства, отпущенные Наркомпросом ССР Армении, была совершена экспедиция на оз. Кара-гель. Всего в экспедиции приняло участие пять человек: А. И. Макарян (химик), М. С. Киреева (гидролог), А. М. Аветисян (зоолог), К. В. Арнольди (зоолог) и И. М. Горохов — рабочий Севанской Станции. Необходимо отметить, что живейшее и непосредственное участие в работах принимали А. К. Лятковский — заведующий Высокогорной метеорологической станцией Академии Наук на Алагезе и Г. Кочарян — техник Проектбюро ССРА. Последний принимал участие в с'емке озера и промерах глубин и, кроме того, им были вычерчены на месте рабочие карты оз. Кара-гель.

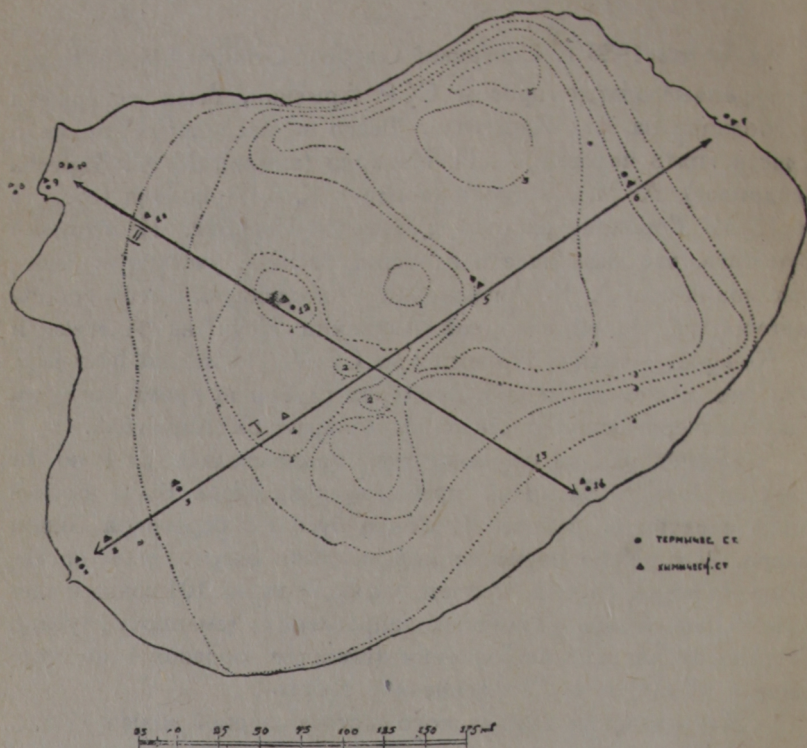
Экспедиция на оз. Кара-гель продолжалась с 4 по 11 августа 1930 г. За время пребывания на озере были проделаны следующие работы: 1) с'емка бусолью береговой линии озера; 2) с целью изучения морфометрии озера были проведены промеры глубин, причем зафиксировано 104 точки и сделано 5 разрезов в различных направлениях (см. карту глубин); 3) гидрологические наблюдения (главным образом — по термике и химии) и 4) биологические сборы.

Для изучения химического состава озерной воды в 1929 г. гидрохимиками Алагезской экспедиции Академии Наук СССР была взята проба воды с берега для полного химического анализа. При посещении нами еще в Пирагане химической лаборатории Экспедиции Академии Наук было выяснено, что задачи наши в смысле изучения химического режима озера несколько иные, чем названной Экспедиции.

В основу наших работ по химии было положено производство гидрологической с'емки озера, т. е. выяснение распределения основных химических компонентов на различных глубинах и в различных участках. Экспедиция же Академии Наук,

изучая воды всего Алагеза, в детальное изучение каждого озера входить не могла, да оно было бы и излишне, принимая во внимание цели Экспедиции.

Нашей экспедицией было сделано на озере два разреза (см. карту, на которой нанесены станции гидрологических работ). Всего для полевого анализа взято 18 проб с различных



Схематическая карта озера Кара-гель.

глубин. Измерение t^0 воды производилось несколько чаще. Всего было проделано 23 измерения t^0 воды на различных глубинах. Кроме того, была сделана термическая суточная станция с целью изучения суточного хода температуры воды.

Работы по биологии на озере свелись, прежде всего, к сбору зоологического материала в литоральной зоне¹. Донная

¹ Материал был собран К. В. Арнольди.

фауна собиралась драгой и стратометром. Стратометром Перфильева были взяты также монолиты грунтов, чтобы выяснить мощность годичных отложений озера.

Планктонные сборы были произведены двумя способами: на каждой станции взято по два литра воды для количественного учета планктона отстаиванием; для изучения же систематического состава планктона через газ № 25 было профильтровано 25 литров воды.

На основании собранного материала дается предварительный очерк, кратко характеризующий озеро Кара-гель. Необходимо при этом отметить, что гидрологические наблюдения и материалы по водорослям обработаны несколько подробнее, зоологические же сборы почти не затронуты, и мы будем касаться зоологических объектов лишь в самых общих чертах, поскольку это необходимо для характеристики водоема.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ВОДОЕМА.

Озеро Кара-гель лежит почти у вершины горы Алагез, на высоте 3195 м¹ над уровнем Черного моря. Озеро расположено в котловине и окружено невысокими холмами; только на СЗ к нему подходит грандиозная россыпь, составленная из продуктов вулканической деятельности Алагеза.

На СВ в озеро впадают четыре небольших родника. Возможно, что в этом районе количество родников значительно больше, но они протекают под землей. Берег в этом участке заболоченный и почва интенсивно пропитана водой. На З в Кара-гель впадает родник довольно большой мощности, а на Ю из озера вытекает очень небольшая речка. В период, когда мы работали, она была завалена у самого устья камнями и землей.

Озеро питается, главным образом, талыми водами и родниками, которые, повидимому, тоже получают воду со снеговых полей вершины Алагеза. Благодаря снеговому питанию уровень озера сильно колеблется в течение года (на 1—1,5 м.)

¹ Нивелировка была произведена Б. Г. Евангелитис. Условная отметка репера 3200,20 м. Условная отметка горизонта воды на 7 августа 1930 г. 3194,99 м.

На карте, приложенной к настоящей работе, отмечен так называемый „вековой берег“ и граница уреза воды в момент работы по с'емке озера. Работы экспедиции протекали в наиболее теплое время года, причем снега на берегах озера не было совсем и только незначительными пятнами он лежал в ближайших ущельях.

Озеро совершенно лишено водной цветковой растительности. Никаких зарослей надводной растительности, а также растительности, целиком погруженной в воду, нам обнаружить не удалось. При взятии проб ила и при драгировках тоже не оказалось никакой макрофлоры, где-либо покрывающей дно озера.

Прозрачность озера 5 м, цвет по шкале Фореля-Уле ближе всего подходит к № 10.

Оз. Кара-гель — одно из наиболее высоко лежащих озер на Кавказе. Сочетание незаурядной высоты над уровнем моря и 40° северной широты создают здесь своеобразные условия для целого ряда факторов, обуславливающих жизнь водоема в целом. Для сравнения можно указать, что в Северных Альпах на той же высоте мы встречаем зону вечного снега.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ.

Нам кажется не лишенным интереса привести здесь некоторые метеорологические данные, полученные на Алагезской Метеорологической Станции. Хотя материал этот очень небольшой, но он охватывает собой конец июля и начало августа, т. е. как раз то время, когда мы работали на Алагезе¹.

Среднее давление колебалось за это время между 524,2 и 526,1 мм. Температура воздуха, как видно из табл. 1, колебалась в течение дня очень незначительно. Приведенные температурные данные характерны для разгара летнего периода на Алагезе.

¹ Метеорологические данные были предоставлены нам А. К. Лятковским.

Температура воздуха.

Таблица 1.

Число и месяц \ Часы						
	7 h	13 h	21 h	Средн. t°	Максим. t°	Миним. t°
1 VIII 1930 г. . . .	11,7	13,4	10,8	12,0	14,1	7,1
2 " " . . .	9,6	9,8	9,8	9,7	12,8	7,7
3 " " . . .	9,9	13,8	6,0	9,9	14,5	5,6
4 " " . . .	9,4	13,0	9,6	10,3	13,2	5,1
5 " " . . .	11,4	13,6	10,3	11,8	15,0	6,2
6 " " . . .	9,6	14,0	9,6	11,1	15,5	7,9
7 " " . . .	9,4	13,0	9,0	10,5	13,5	6,7

В остальное время года низкие температуры побережий оз. Кара-гель напоминают приполярные районы, и работающие на Станции бывают отрезаны от мира в течение 8 месяцев метелями и снегами, господствующими в это время на массиве Алагеза.

Максимальные температуры на поверхности земли во время работы нашей экспедиции сведены в следующей таблице:

Таблица 2.

1 VIII	2 VIII	3 VIII	4 VIII	5 VIII	6 VIII	7 VIII
+2,8	+4,3	+2,8	+2,9	+2,6	+4,5	—

Следующая таблица (3) характеризует облачность, направление и силу ветра. Правда, данные эти захватывают слишком небольшой промежуток времени, чтобы можно было по ним делать определенные выводы. Однако, они достаточно характеризуют особенности погоды, господствующей летом в высокогорной зоне Армении.

Таблица 3.

Часы Число и месяц	Облачность общая			В е т е р		
	7 h	13 h	21 h	7 h	13 h	21 h
1 VIII 1930 г. . . .	3	7	10	NE 1	SE 2	N 10
2 " " . . .	5	8	4	N 3	SW 1	0
3 " " . . .	0	4	10	0	S 4	W 17
4 " " . . .	0	7	0	0	S 4	N 1
5 " " . . .	0	7	4	0	S 4	SE 3
6 " " . . .	9	7	9	0	SW 5	E 3
7 " " . . .	6	10	8	E 5	E 7	NE 1

Утром ясно и тихо, затем восходящие токи над Арагатской равниной вызывают образование облаков и количество их к вечеру почти всегда возрастает. Аналогичное явление наблюдается с ветрами. Утром по большей части штиль, затем к часу дня начинается южный ветер; к вечеру направление ветра меняется и сила его постепенно понижается.

МОРФОМЕТРИЯ.

С целью изучения морфометрии озера было проделано 5 разрезов. В общей сложности зафиксировано 104 точки, которые и нанесены на карту глубин. Измерения глубин производились при помощи лота с лодки, причем лодка всегда останавливалась во время промера. Расстояние отсчитывалось при помощи размеченного линия. Направление и углы определялись бусолью.

Из наших работ выяснилось, что наибольшая длина озера равна 505 м, а наибольшая ширина 370 м. Площадь озера равна 16,8 га или 167720 кв. м. Кроме того, определялась величина площадей между изобатами через каждый метр. Все эти данные сведены в таблице морфометрических элементов (табл. 4).

Таблица 4.

Морфометрические элементы озера Кара-гель.

Длина по оси (L)	505 м
Ширина (lat)	370 м
Площадь (A) — 16,8 га	167 720 кв. м
Объем (v)	344 461 куб. м
Глубина максимальная (H)	5 м
Глубина средняя (H_m)	2 м
Длина береговой линии (P)	1710 м

$$\text{Развитие береговой линии } (u) \dots\dots\dots \frac{P}{2\sqrt{AH}} = 1,17.$$

$$\text{Мощность } (M) \dots\dots\dots \frac{AH}{P} = 196,16.$$

П л о щ а д и			О б ' е м
На глубине в м	Га	Кв. м	Куб. м
0—1	4,35	43506	146037
1—2	5,10	51168	98700
2—3	3,30	33377	56758
3—4	1,77	17790	31904
4—5	2,20	22070	11062

Объем озера 344461 куб. м; на основании гипсеографической кривой (граф. 1) вычислены объемы воды через каждый метр (см. таблицу морфометрических элементов).

Максимальная глубина равна 5 м. Средняя глубина 2 м. Длина береговой линии 1710 м. Развитие береговой линии вычислено по нижеследующей формуле: $\frac{P}{2\sqrt{AH}} = 1,17$. Наконец, из морфологических элементов была вычислена, по формуле Резвого, мощность водоема $M = \frac{AH}{P} = 196,16$.

Изучая прилагаемую карту глубин, мы видим, что рельеф озерного ложа совершенно не проработан: наибольшие глубины двумя воронками были отмечены в северной и северо-

восточной части озера. В центре озера были отмечены глубины в 2—2,5 м. Такой рельеф дна обусловлен, прежде всего, ледниковым происхождением озера. Кроме того, продукция

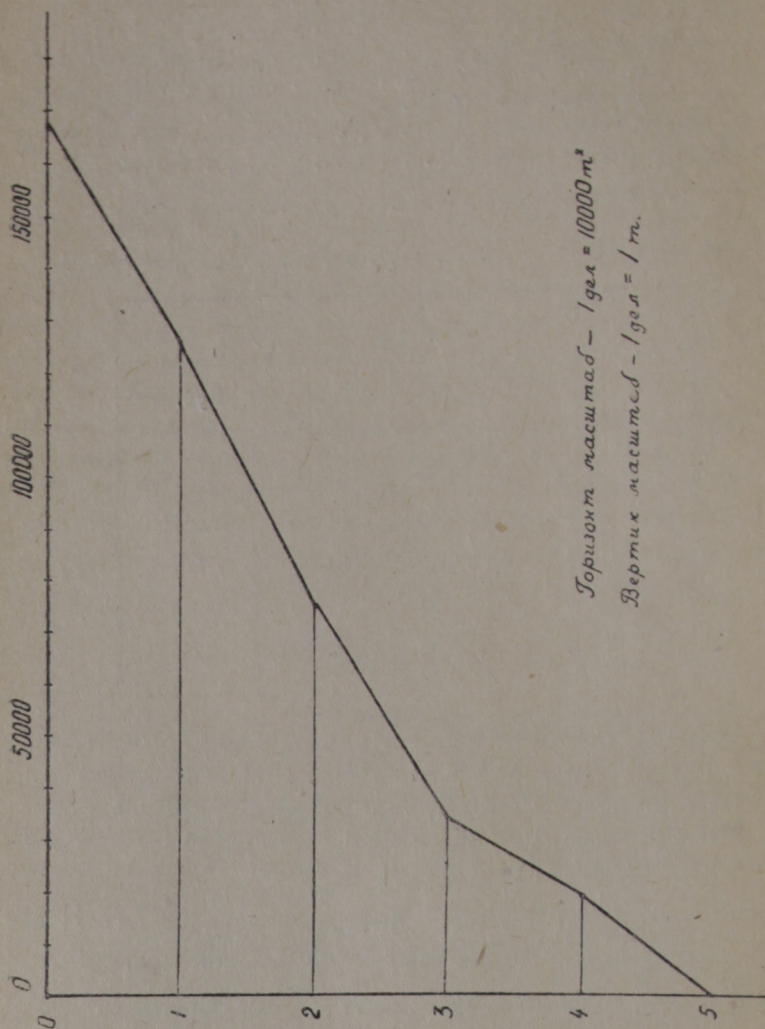


График 1. Гипсографическая кривая оз. Кара-гель.

иловых отложений настолько ничтожна, что сглаживание дна происходит чрезвычайно медленно. Необходимо также учесть относительную молодость этого озера.

Т Е Р М И К А.

Температурный режим оз. Кара-гель выявился при посредстве двух серий гидрологических разрезов (см. карту). Кроме того, о температуре воды в прибрежной зоне, у самого уреза, дают некоторое представление данные А. К. Лятковского. И, наконец, в нашем распоряжении имеются измерения температуры в течение суток через каждые три часа. Температура воды измерялась опрокидывающимся термометром системы Рихтера.

Разрез № 1 проделан от начала реки по направлению к домику Метстанции (табл. 5). Работы производились в утренние часы. Влияние времени дня особенно сильно сказывается на температуре поверхности воды. Станция № 2, находясь на небольшой глубине, в прибрежной зоне, наиболее подвержена колебаниям температуры в течение суток. При сравнении данных промера ст. № 2 и № 3 замечается, что температура воды ст. № 2 выше, чем ст. № 3. Разница во времени измерения температуры ничтожная. Низкие температуры на ст. № 3 можно объяснить только наибольшей удаленностью от берега и глубиной.

Таблица 5.

Разрез № 1 — 5 VII 1930 г.

Время Глубина в м	9 ч № 1	9 ч 15 м № 2	9 ч 35 м № 3	9 ч 50 м № 4	10 ч 20 м № 5	10 ч 50 м № 6
0	15,1	16,3	15,0	15,4	15,5	16,6
0,5	—	16,25	—	—	—	—
1,25	—	—	14,9	—	—	—
1,5	—	—	—	—	15,4	—
2,0	—	—	—	14,8	—	15,5
2,5	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	15,1	—

Как уже указывалось выше, станции, находящиеся в литоральной зоне, наиболее подвержены резким колебаниям температуры воды в течение суток; вместе с тем и ветровые явления сказываются на них сильнее, перемешивая всю толщу воды. На больших глубинах подмечалась наиболее резко выраженная стратификация температур по горизонталям. Примером могут служить ст. № 5 и отчасти № 6.

Таблица 6.

Разрез № 2 — 7 VII 1930 г.

Время \ Глубина в м	7 h 45 m № 8	7 h 55 m № 9	6 h 45 m № 10	7 h № 11	7 h 15 m № 12	7 h 25 m № 13	7 h 30 m № 14	8 h 30 m
0	3,5 ¹	3,6 ²	13,8	14,8	14,7	14,8	14,0 ³	14,9 ⁴
0,5	—	—	—	—	—	15,0	—	—
1,25	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	—	—	14,8	—	—	—	—
2,0	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	—	—	—	14,9	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—

¹ Родник в 20 м от озера. ² Родник при впадении в озеро. ³ У берега. ⁴ У базальтовой осыпи.

На расслоение температуры воды, несомненно, оказывает сильное влияние время, когда производилось измерение, но об этом будет подробнее указано ниже, при разборе данных суточной станции.

Разрез № 2 (табл. 6) также был сделан утром и продолжался с 6 ч. до 8 ч. 30 м. утра по направлению от родника, обозначенного на нашей карте (ст. № 8), к противоположному берегу. Выше упоминалось, что родник этот довольно мощный и поэтому, казалось, можно будет подметить влияние его на температуру воды в озере¹. В действительности же удалось

¹ Измерение температуры в родниках производилось в 100 м от выхода их из земли. В месте выхода температура родника № 1 равна 0,7, родника № 2 0,6.

отметить лишь незначительное влияние родника на ст. № 10, которая находилась очень близко от места его впадения.

Разница между температурой воды, отмечаемой на ст. № 10, от наблюдаемой на ст. № 11, равна 1° , но, несомненно, в данном случае, кроме влияния родника, необходимо учесть также мелководность района ст. № 10, на котором ночное охлаждение сказывается сильнее, нежели на ст. № 11, где глубина равна 1,5 м. Естественно поэтому, что охлаждение здесь идет не так интенсивно, как в береговой зоне.

В дополнение к нашим данным приведем данные соответственных наблюдений А. К. Лятковского. Наблюдения производились у самого уреза воды три раза в день — в 7 ч., 13 ч. и 19 час. Просматривая эти данные, сведенные в табл. 7, не трудно убедиться в значительных колебаниях температуры воды в течение суток. Амплитуда колебания с 7 до 13 час. выражается в 6° ; аналогичное явление наблюдается между 13—19 часами.

Представляют интерес температурные данные, полученные в результате измерения температуры воды в одной точке в течение суток через каждые три часа. Подобная суточная станция была проделана на глубине 4 м (табл. 8). Температура измерялась через каждый метр.

При изучении таблицы 8 прежде всего необходимо отметить значительную амплитуду колебаний температуры на поверхности. Разница между максимальной и минимальной температурой равна 3° . Максимальная температура воды $18,6^{\circ}$ была отмечена в 15 час., тогда как температура воздуха в этот день, по наблюдениям Лятковского, в 13 ч. была 14° . Интенсивное нагревание воды, несмотря на низкую температуру воздуха, обуславливается необычайно сильной радиацией солнечных лучей на высоте почти 3200 м при широте 40° . В 15 часов замечалось наиболее ярко выраженное расслоение температуры сравнительно с данными, отмеченными в другие часы наблюдений. Температурный скачок находится на глубине от 1 до 2 м, при градиенте $1,3^{\circ}$. Между 2 и 3 м наблюдалось опять довольно резкое падение температуры, равное $1,1^{\circ}$. На глубине от 3 до 4 м падение температуры воды незначительное и градиент равен $0,15^{\circ}$.

Таблица 7.

Температура воды оз. Кара-гель и родников, втекающих в него.

Часы наблюдений Месяц и число	7 h			13 h			19 h		
	Родник № 1	Родник № 2	Озеро Кара- гель	Родник № 1	Родник № 2	Озеро Кара- гель	Родник № 1	Родник № 2	Озеро Кара- гель
Июль 23	0,8	3,2	16,1	1,0	7,5	22,4	0,8	3,2	—
24	0,8	2,0	15,2	1,0	10,2	21,0	1,0	2,2	18,0
25	0,8	2,0	15,2	1,0	6,5	18,2	0,8	2,0	14,8
26	0,8	1,6	14,2	0,8	8,2	18,8	0,8	2,4	15,7
27	0,8	1,8	14,6	1,0	13,8	25,6	0,8	4,0	16,4
28	0,8	1,8	15,2	1,0	14,8	23,0	0,8	4,8	16,6
29	1,0	2,4	15,7	1,2	9,4	16,6	0,8	4,0	16,2
30	0,8	2,0	15,4	1,0	13,4	22,2	0,8	2,8	15,6
31	1,0	4,6	15,4	1,0	14,2	22,6	1,0	2,4	15,7
Авг. 1	1,0	6,5	16,2	1,0	9,2	20,0	1,0	3,5	15,2
2	1,0	4,6	14,6	1,3	7,4	16,2	1,2	3,0	14,2
3	1,0	4,8	13,8	1,5	21,4	22,5	—	—	—
6	1,0	5,5	14,2	—	—	—	—	—	—

Измерения в 18 час. дали уже иную картину. Температура воды на поверхности уменьшилась, хотя вся толща воды прогрелась почти равномерно: разница на различных глубинах выражается в десятых долях градуса. Максимальный градиент, равный $0,3^{\circ}$, отмечается на глубине от 2 до 3 м.

Для 21 часа наблюдается картина в общих чертах аналогичная. Наиболее резкое падение температуры было отмечено на глубине от 0 до 1 м. Это так и должно быть, потому что в 21 час началось охлаждение поверхности воды, тогда как на глубине 1 м сохранялась более высокая температура.

В 24 часа охлаждение слоев воды идет от 3 м глубины и поэтому наибольший температурный градиент подмечается

на глубине 3—4 м. Следующий промер — в 3 часа — дает опять-таки совершенно понятную картину в смысле наибольшего падения температуры на глубине 0—1 м ночью: охлаждение воды на поверхности идет интенсивнее, чем на глубине 1 м; ниже до дна идет постепенное падение температуры.

В 6 часов температура всей толщи воды выравнивается. Это произошло от того, что температура на поверхности успела подняться на $0,4^{\circ}$ сравнительно с температурой, наблюдаемой в 3 часа. Ниже лежащие слои сохранили температуру, отмеченную в 3 ч. ночи.

Картина распределения температуры в 9 час. утра станет ясна, если принять во внимание метеорологические условия, сопутствующие наблюдению. С 6 час. утра тучи заволокли небо и с 7 ч. до 7 ч. 50 м. шел дождь с градом. Поэтому температура воды с 0 до 1 м, сравнительно с температурой воды, измеренной в 6 ч. утра, понизилась на $0,2^{\circ}$, на глубине 2 и 3 м на $0,15^{\circ}$ и, наконец, на глубине 4 м — на $0,1^{\circ}$ (см. табл. 8 на стр. 16).

В 12 часов дня, в связи с интенсивным нагреванием поверхностного слоя, наивысший температурный градиент был зафиксирован на глубине от 0 до 1 м и был равен $1,3^{\circ}$. Для наблюдений в 15 ч. дня накануне отмечался тот же градиент, но сдвинутый на глубину от 1 до 2 м, т. е. температурный скачек лежит в это время на 1 м ниже, чем в 12 час.

Как видно из предыдущего, при изучении суточного хода температуры на оз. Кара-гель, несмотря на незначительную глубину водоема, можно констатировать присутствие температурного скачка. Однако, говорить о твердо выраженных слоях эпи-, мета- и гипolimниона безусловно нельзя, т. к. глубины и площадь озера слишком недостаточны для того, чтобы расслоение воды в озере было постоянным при сильных ветрах, господствующих в этом районе. Слои эпи-, мета- и гипolimниона возникают здесь временно и всецело связаны с солнечной радиацией текущего дня. Ярким примером этого может служить температурный промер в 9 ч., сделанный нами на суточной станции, когда дождь и град сразу же понизили температуру воды во всей ее толще.

Таблица 8.

Часы в м	15 h		18 h		21 h		24 h		3 h		6 h 10 m		9 h		12 h	
	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы	t°	Градусы
0	18,6	-0,1	16,65	+0,05	16,0	+0,4	16,0	+0,1	15	+0,5	15,4	+0,1	15,2	0,0	17,6	-1,3
1	18,5	-1,3	16,7	-0,1	16,4	0,0	16,1	0,0	15,5	0,0	15,5	0,0	15,2	+0,15	16,3	-0,4
2	17,2	-1,1	16,8	-0,3	16,4	-0,1	16,1	0,0	15,5	+0,1	15,5	0,0	15,35	-0,05	15,9	-0,5
3	16,1	-0,15	16,5	-0,1	16,3	-0,1	16,1	-0,3	15,6		15,5	-0,1	15,30		15,4	0,0
4	15,95		16,4		16,2		15,8				15,4				15,4	
Облач- ность	9		4		9		10		0		3		3		3	
Ветер	слабый E		слабый S		слабый W		SW		слабый E		слабый SE		средн. E			
Вол- нение	рябь		штиль		штиль		рябь		рябь		штиль		зыбь			

Кроме того, при перемешивании слоев большую роль играет ветер и стратификация при этих условиях была бы быстро нарушена, если бы она временно и установилась. График 2 характеризует ход температуры воды на разных глубинах в течение суток.

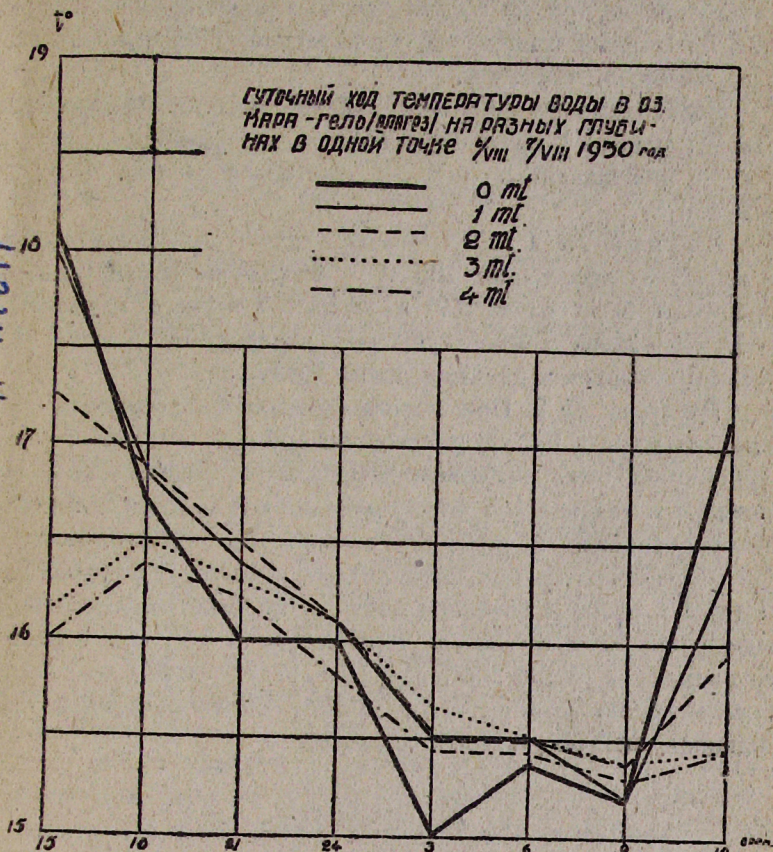


График 2.

Скажем несколько слов о температуре поверхности воды. Температура воздуха за все время наших работ на озере была ниже температуры воды. Это явление характерно для высокогорных районов, где нагревание воды идет всецело за счет необычайной радиации солнечной энергии на большой высоте.

Аналогичное явление отмечено было Л. В. Арнольди для озера Канлы-гель¹. Совершенно другая картина в ходе кривых температуры воды и воздуха наблюдается в озерах, расположенных в долинах. Мы не берем, для сравнения, как пример, средне-русские озера. Но озера Туркестана, лежащие приблизительно на той же широте, но на незначительной высоте, дают, по данным Кашкарова, температурную кривую воздуха более высокую, чем воды.

Необходимо остановиться вкратце также на температуре воды в родниках², впадающих в озеро в северо-восточной его части и обозначенных у А. К. Лятковского (см. табл. 7) №№ 1 и 2.

Родник № 1 имеет температуру $0,7^{\circ}$ у самого выхода из земли; на расстоянии 100 м от выхода из земли температура воды была равна $0,8^{\circ}$ в июле, а в августе повысилась до 1° . Колебания температуры в течение суток в этом роднике выражаются в десятых долях градуса.

Родник № 2. При выходе из земли была отмечена температура воды в $0,6^{\circ}$. В расстоянии 100 м от выхода из земли температура была несколько выше, чем в роднике № 1. Нагревание в течение дня этого родника отмечалось значительное, но утренние и вечерние температуры почти аналогичны или же отличаются десятными долями градуса. В роднике, впадающем в озеро в западной части, нами была наблюдаема, на расстоянии 20 м от озера, температура в $3,5^{\circ}$, при впадении же родника в озеро $3,6^{\circ}$. Проследить выход родника нам, к сожалению, не удалось. Этот родник самый мощный из всех родников, впадающих в оз. Кара-гель.

Х И М И Я.

Выше нами уже упоминалось, что, с целью изучения химизма озера, было сделано два гидрологических разреза и взяты пробы воды из озера у вулканических россыпей, а также из родников. Всего было взято 18 проб воды и сделано 81 опре-

¹ Л. В. Арнольди. Озеро Канлы-гель. — Бассейн озера Севан (Гокча), т. II, в. 2, 1931.

² Температура в родниках измерялась три раза в день: в 7, 13 и 19 ч.

деление. Все химические определения были проделаны химиком Севанской Озерной Станции А. И. Макарян и данные их сведены в таблицах 9 и 10. Все гидрологические станции нанесены на карту.

Кроме того, в нашем распоряжении имеются два полных анализа воды, взятой из оз. Кара-гель. В первый раз проба воды для полного анализа была взята в 1929 г. химическим отрядом Алагезской экспедиции Академии Наук, работавшим под руководством В. Г. Хлопина. Этот анализ был сделан в Ленинграде и данные его были предоставлены в наше распоряжение В. Г. Хлопиным. Кроме анализа воды из оз. Кара-гель В. Г. Хлопин сообщил нам результаты анализа талого снега, который также использован в настоящей работе. Вторая проба воды для полного анализа была взята нашей экспедицией. Вода исследовалась в химической лаборатории Гидрометбюро Комитета по изучению и использованию оз. Севан аналитиком С. Я. Лятти.

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА.

Кислород определялся обычным способом по Винклеру. Просматривая разрез № 1 (см. табл. 9), мы должны отметить, что количество растворенного в воде O_2 нельзя считать большим; наоборот, количества кислорода могут быть признаны дефицитными. Закономерности в смысле распределения O_2 по различным горизонтам подметить не удалось. Для одних станций следует отметить количества O_2 на поверхности большие, чем у дна, для других же получается обратная картина. Такую смешанную картину в смысле стратификации кислорода обуславливают, повидимому, незначительные глубины и действие ветра.

Совсем иная картина в распределении кислорода получилась при разрезе № 2 (см. табл. 10). Для всех станций количества кислорода, растворенного в воде, на поверхности были больше, чем на глубинах. Во время наших работ шел дождь с ветром, что способствовало значительному насыщению кислородом поверхностных слоев воды.

Разрез № 1.

№№ станц.	Глубина в м	Температура в градус.	Кислород O ₂			В миллигр. на литр				Окислительность
			В мг на литр	В куб. см на литр	В проц. насыщ.	Колич. свободн. CO ₂	Колич. гидрокарбонатов	Колич. Si O ₂	Колич. Fe ₂ O ₃	
1	0,2	15,1	7,41	5,18	73,5	2,71	5,76	3,12	0	—
3	0	15,0	8,4	2,39	33,94	1,89	5,70	2,48	0	—
3	1,25	14,9	5,72	4,09	58,1	1,80	6,09	2,04	0	—
5	0	15,0	3,15	2,21	31,4	1,71	5,70	2,00	0	—
5	3	15,1	4,85	3,4	49,7	1,80	5,89	1,92	0	—
6	0	16,6	6,4	4,29	62,9	2,71	5,40	2,00	0	—
6	2	15,5	3,44	2,41	34,4	2,07	5,01	2,64	0	—
7	0	12,0	2,98	2,09	27,8	14,88	9,17	6,92	0	—
7а	0	20,0	6,64	4,65	72,9	2,79	5,89	3,72	0	1,09

Разрез № 2.

№№ станц.	Глубина в м	Температура в градус.	Кислород O ₂			В миллигр. на литр				Окисляемость
			В мг на литр	В куб. см на литр	В проц. насыщ.	Колич. свободн. CO ₂	Колич. гидроксидов	Колич. SiO ₂	Колич. Fe ₂ O ₃	
8	0	3,5	6,64	4,65	50,0	6,04	8,45	7,68	0	0,66
9	0	3,6	6,72	4,7	50,75	3,16	8,45	6,88	—	—
10	0,3	13,6	4,28	3,0	41,72	2,25	5,21	2,52	—	1,49
12	0	14,7	7,02	4,31	63,85	1,89	4,13	2,44	0	1,08
12	дно 2,5	14,9	4,22	2,95	41,9	2,16	4,23	2,52	—	1,35
13	0	14,8	5,27	3,69	52,4	2,3	3,93	1,96	—	—
13	1,5	15,0	3,55	2,48	35,2	1,58	4,13	2,36	—	—
14	0,3	14,0	6,99	4,89	68,08	2,43	4,13	2,12	0	0,97
15	у базальт. россыпей	14,9	5,45	3,81	54,1	1,89	4,13	2,12	—	—

В родниках количества кислорода, содержащегося в воде, целиком зависят от места взятия пробы. Так, на ст. № 7 проба, взятая из родника, дает всего 27% насыщения O_2 в то время, как в роднике № 8, более мощном и глубоком, было обнаружено 50% насыщения кислородом.

Влияние родников, в смысле воздействия на распределение химических элементов в прилегающей к устью части озера, всецело зависело от мощности родника. Для сравнения возьмем опять родники, обозначенные станциями № 7 и № 7а. Пробы воды из них были взяты при одинаковых условиях: сначала пробы брались в родниках, а затем при впадении родников в озеро или, вернее, в самом озере, примерно на расстоянии 0,5 м от уреза воды.

Как уже выше упоминалось, на ст. № 7 было обнаружено всего 27,8% кислорода, тогда как на станции № 7а его была уже 72,9% (см. карту распределения станций), т. е. здесь содержание кислорода, независимо от впадения родника, примерно такое же, как для ст. № 1 у уреза воды.

Для станций № 8 и 9 картина распределения растворенного в воде кислорода совсем иная. Количества O_2 в роднике и в озере при впадении родника отличаются между собой только в десятых долях процента.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОТЫ И КАРБОНАТОВ.

Свободная углекислота определялась титрованием едкой щелочью на фенол-фталеин. Количества свободной углекислоты, растворенные в кара-гельской воде, незначительны. Максимальное количество, обнаруженное в озере, 3,16, минимальное 1,58 мг на литр. Стратификации CO_2 в зависимости от глубины так же, как и для кислорода, не было обнаружено. Для одних станций отмечались количества CO_2 большие на поверхности, чем у дна, для других же станций замечалась обратная картина.

В родниках количество свободной CO_2 было больше, чем в озере. Так, в роднике № 8 углекислоты было 6,04 мг. В смысле распределения CO_2 родник этот оказал некоторое влияние на озерную воду. Так, в озере на ст. № 9 было об-

наружено CO_2 больше по сравнению с другими станциями, а именно 3,16 мг на литр. Еще большие количества CO_2 были зафиксированы для ст. № 7 (родник). В этом роднике было найдено наибольшее количество CO_2 , а именно 14,88 мг на литр. Но на количество углекислоты в озере, даже в прибрежной зоне на станции № 7а, этот родник не повлиял: так же, как и для кислорода, количество углекислоты выражено здесь цифрой, типичной для озера. Приток родниковой воды здесь слишком незначителен и поэтому сейчас же у самого уреза мы обнаруживаем в озере количество CO_2 , равное 2,79 мг на литр.

Гидрокарбонаты определялись титрованием с метил-оранжем и соляной кислотой. Количество гидрокарбонатов в каргельской воде очень невелико, колеблясь от 6 до 4 мг на литр. Так же, как и для свободной углекислоты, для гидрокарбонатов нет никакой закономерности в их распределении на различных глубинах: на некоторых станциях количество гидрокарбонатов возрастает ко дну, для других же замечается обратная картина. Сравнивая разрезы № 1 и № 2, необходимо отметить некоторое увеличение гидрокарбонатов, обнаруженное при анализе проб, взятых во время второго разреза.

В родниках количество гидрокарбонатов в общем в два раза превышает содержание их в озерной воде. Влияние родниковой воды из родника № 8 сказалось даже на станции № 10. Здесь, по сравнению с пробами, взятыми на остальных станциях в озере, замечается некоторое повышение количества гидрокарбонатов, которое, повидимому, должно быть объяснено влиянием родниковой воды.

В роднике № 7 количество гидрокарбонатов так же, как и свободной углекислоты, оказалось большим по сравнению со станцией № 8, но, в силу своего малого дебета, родник этот не оказывает влияния на состав воды в озере.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛИКАТОВ И ЖЕЛЕЗА:

Кремнекислота определялась колориметрическим методом с молибденовокислым аммонием и хромовой кислотой. Абсолютное количество силикатов в озерной воде невелико, ко-

лебясь в пределах 1,92—3,12 мг на литр. При рассмотрении распределения SiO_2 по глубинам получается та же картина, как и для свободной углекислоты и гидрокарбонатов. В родниках количество SiO_2 в два раза превышает содержание кремнекислоты в озерной воде. Значительное содержание в родниках кремнекислоты можно объяснить выщелачиванием ее из богатых кремнекислотой горнолуговых почв. Относительно меньшее содержание силикатов в озерной воде обуславливается разбавляющим влиянием снеговой воды, поступающей поверхностным стоком из россыпей. Железа колориметрическим путем не было обнаружено.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ.

Окисляемость определялась по способу Кубеля, но это определение делалось не для всех станций. Цифры, характеризующие окисляемость в кара-гельской воде, очень незначительны, колеблясь от 0,6 до 1,49 в O_2 . Из тех определений, которые были проделаны, видно, что окисляемость ко дну увеличивается сравнительно с окисляемостью воды на поверхности. В роднике № 8 констатирована наименьшая окисляемость воды. В роднике № 7 окисляемость почти такая же, как в озере. Озеро Кара-гель относительно бедно органической жизнью, причем содержание органического вещества, находящегося в воде, повышается ко дну. Родник № 7 протекает по болоту и ясно, что в его воде должно быть обнаружено относительно большее количество органических веществ, чем в роднике № 8.

При изучении распределения химических элементов в озере Кара-гель не было подмечено строгой закономерности в распределении их по глубинам. Это, конечно, зависит от незначительной глубины водоема и, отчасти, от рельефа дна. В главе о термическом режиме озера уже было отмечено, что постоянно выраженного расслоения на эпи-, мета- и гипolimнион в озере нет, как это доказали работы суточной станции. Возникают эти слои временно и образование подобного временного расслоения целиком связано с солнечной радиацией. Такая неустойчивость и подвижность расслоения воды всецело

зависит от незначительной глубины водоема. Поскольку же нет постоянно выраженной зоны металимниона, все остальные элементы могут так же смещаться и перемешиваться, как смещается температурный скачек. Кроме того, сам рельеф дна тоже играет некоторую роль в распределении химических элементов. Выше упоминалось, что дно имеет три воронки и наиболее мелкий район — это середина озера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛНЫХ АНАЛИЗОВ.

В нашем распоряжении имеется два полных анализа воды из оз. Кара-гель. Вода для первого полного анализа была взята из озера отрядом Алагезской экспедиции Академии Наук СССР летом 1929 г. с берега. Анализ ее проделан в Ленинграде (табл. 11). Второй раз вода из оз. Кара-гель для пол-

Таблица 11.

Анализ проб воды, собранных Алагезской экспедицией Академии Наук летом 1929 г. в районе массива Алагеза (Анализы произведены в Ленинграде).

	Температура		Муть	Тверд. остат. при 110°	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂ свободн.	Гидрокарбонаты	Карбонат. жесткость в немецк. градус.
	воды	воздуха									
Озеро Кара-гель	10,7	16,5	8,8	17,7	5,9	1,2	3,6	1,3	4,7	11,7	6,87
Талый снег с Алагеза в нижней части снежного поля, спускающегося с самой низкой из вершин в сторону р. Амперт, недалеко от оз. Кара-гель	1,6	6,8	37,0	24,8	12,1	0,8	3,1	2,1	3,42	15,75	0,6

ного анализа была взята нашей экспедицией 9 VIII 1930 г. в открытом озере. Анализ проделан в химической лаборатории Гидрометбюро Комитета по изучению и использованию

оз. Севан (табл. 12). Пробы воды были взяты нашей экспедицией батометром с поверхности вдали от берега, над глубиной в 4 м.

Сопоставляя оба анализа воды из оз. Кара-гель, мы замечаем в цифрах значительные расхождения: цифры анализа, сделанного С. Я. Лятти, значительно преуменьшены по сравнению с данными Экспедиции Академии Наук. Расхождение это могло произойти от двух причин. Основная и наиболее существенная причина — это разница во времени взятия воды. Во время таяния снегов химический состав воды оз. Кара-гель, конечно, будет иным, чем к моменту минимального притока талых вод. Наша экспедиция работала в наиболее жаркий период, когда вокруг озера снега совсем не было. Вторая причина, которая могла повлиять на расхождение в анализах, это то, что пробы были взяты в разных местах. У берегов в период паводка состав воды может сильно отличаться от состава воды, взятой из середины озера. Кроме того, на неоднородность состава воды в озере могут влиять родники. Выше неоднократно отмечалось, что наиболее мощные из них оказывают влияние на химический состав воды в прибрежной зоне.

Изучая химические данные, полученные при анализе талого снега, можно выяснить генезис родников, питающих озеро. Родники эти получают воду от таяния фирновых полей в районе вершины Алагеза. Температура их тождественна с температурой талого снега. Химический состав воды их очень близко подходит к талым водам. Напротив, вода оз. Кара-гель по своему химическому составу отличается от воды родников и талого снега. Озерная вода минерализована слабее не только сравнительно с родниковой, но даже сравнительно с талой водой плотно слежавшегося фирна. По всей вероятности, в последнем случае, при длительном слеживании снега, имеющего прослойки пыли и мелко раздробленной породы, происходит частичное обогащение снега растворимыми солями. Главным источником питания озера являются, по видимому, талые воды, тогда как родники имеют в питании его относительно небольшое значение.

Таблица 12.

Химический анализ воды озера Кара-гель
(Образец, взятый экспедицией Севанской станции 9/VII-30 г. Аналитик
С. Лятти). Физические свойства: бесцветная, прозрачная, без запаха и вкуса.

В л и т р е в о д ы						
	Мг	Ионы	Мг	Миллигр. ионы	Миллигр. эквив.	Миллигр. эквив. в проц.
К а т и о н ы:						
K ₂ O	0,44	K:	0,37	0,0095	0,0095	3,1353
Na ₂ O	2,07	Na:	1,54	0,0670	0,0670	22,1122
CaO	1,30	Ca:	0,93	0,0232	0,0464	15,3135
MgO	0,58	Mg:	0,35	0,0144	0,0288	9,5050
Fe ₂ O ₃	0,00	Fe:	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	0,00	Al:	—	—	—	—
NH ₃	0,00	NH ₄ :	—	—	—	—
		S ₁	3,19		0,1517	50,0660
А н и о н ы:						
Cl	0,26	Cl'	0,26	0,0073	0,0073	2,4092
SO ₃	0,86	SO ₄ '	1,03	0,0107	0,0214	7,0627
N ₂ O ₅	0,19	NO ₃ '	0,22	0,0035	0,0035	1,1551
N ₂ O ₃	0,00	NO ₂ '	—	—	—	—
P ₂ O ₅	0,04	HPO ₄ '	0,05	0,0005	0,0010	0,3300
CO ₂	5,1	HCO ₃ '	7,04	0,1150	0,1150	37,9538
SiO ₂	0,1	SiO ₃ '	0,12	0,00155	0,0031	1,0232
		S ₂	8,72		0,1513	49,9340
		S	11,91		0,3030	100,0000
(миллигр. - эквивал.)						
Плотн. ост. при 105—110°	11,0	Сильн. кисл.	10,6270	I кислоти.	21,2540	
CO ₂ своб.	3,6	Слаб.	39,3070	II "	—	
SiO ₂ своб.	3,3	Поправка	0,0660	III "	—	
Окисл. в O ₂	0,7		S ₂ 50,0000			
Щ. Р см ³ HCl ^{12/10}	1,19	Щелочей	25,2475	I щелочн.	29,2410	
Жестк. общ. н. гр. pH	1,21	Щелочн. зем.	24,8185	II "	49,5050	
	6,65	Слаб. основ.	—		—	
		Поправка	0,0660	III "	—	
			S ₁ 50,0000		S 100,0000	
Вода 1 класса по схеме Пальмера.						

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ГРУНТЫ.

Биологическая характеристика озера Кара-гель не может быть дана в настоящий момент полностью. Зоологические сборы в большинстве еще не были обработаны ко времени составления настоящей статьи и потому этой части можно коснуться только в самых общих чертах. Микрофлора обработана частично. Сделан также количественный подсчет фитопланктона. Кроме того, можно схематически охарактеризовать распределение грунтов и дать их макроскопическую характеристику.

В береговой зоне озера идут камни и небольшая песчаная полоса. В северной части, там, где находятся воронки максимальных глубин (как видно на карте, наибольшие глубины этого озера расположены очень близко к берегу), зона илов начинается на глубине 3,5 м. В остальных участках озера, где берег относительно пологий, полоса илов начинается с глубины 1,5 м.

Илы имеют три типа окраски. Посередине озера цвет илов был серо-бурый; на максимальных глубинах илы были такого же тона, но темнее. В юго-восточной части озера, на глубине 2 м, была обнаружена полоса илов желтого цвета, шириной 12 — 15 м. Желтая окраска вызвана, несомненно, присутствием соединений, содержащих железо.

Для изучения стратификации илов были взяты два монолита донных отложений стратометром системы Перфильева. Трубки взяты неполными и при разрезе монолитов получился срез лишь 20 см по вертикали. Эти монолиты были переданы для обработки сотруднику Севанской Озерной Станции геологу Г. Д. Афанасьеву, который дал приводимую ниже характеристику монолитов.

Исследуя эти срезы макроскопически, можно сказать следующее: „Монолит № 1 взят из более глубоких мест. Он представляет серый с желтоватым оттенком ил, который, собственно, можно назвать глиной в ее общем понимании — настолько этот ил пластичен, вязок и сгущен. Чувствуется едва заметный запах сероводорода. В монолите незаметно ни растительных, ни животных остатков. В срезах заметна сло-

стость, состоящая из тонких более темных слоев, толщиной 1—1,5 мм, и более светлых—толщиною в среднем 2—3 мм. Если считать пару слоев—светлый и темный—за отложения одного года, то в среднем за год в озере выпадает осадка 0,5 см; в иные годы толщина годового осадка уменьшается до 2—3 мм, а в иные—увеличивается в 8 мм.

Ввиду того, что в данном районе климатические условия создают возможность лишь двух времен года (весна сливается с летом, а осень с зимой), надо думать, что году соответствует пара слоев, а не две пары. Какому времени года соответствует более темный слой — трудно сказать, не делая дальнейших исследований. С одной стороны несомненно, что в летний период принос дождевыми потоками и тающими снегами механического материала гораздо больше и самый материал грубее, но сам период короток — всего 4 месяца. По внешнему виду получается впечатление, что более светлый слой соответствует зимнему времени. Он мощнее (занимает период 8—9 месяцев), материал его тоньше, нежнее на ощупь.

Осадки, доносимые летом до середины озера (где взят монолит), заходят сюда лишь в своей мелкой фракции, а потому не так быстро оседают. Ввиду того, что водоем не глубокий, волнение перемешивает воду до дна и поднимает муть. Спокойное осаждение принесенного материала может происходить лишь зимой под ледяным покровом. Однако, окончательно этот вопрос можно разрешить, только проделав многочисленные исследования и точный химический и механический анализ.

Монолит № 2 взят на меньшей глубине. Общий тон серый, без запаха сероводорода. При срезах обнаружена неясная слоистость, в нижней части из светло-серых и более темных слоев в среднем на 0,5 см. каждый (монолит равен 22 см), а на десятом сантиметре снизу перемежаются слои красноватые и светло-серые на 7—8 мм. Таких слоев четыре. Выше идет серая бесструктурная масса, мощностью 6 см. Ни растительных, ни животных остатков нет. Развитие окраски в средней части монолита, очевидно, обусловлено окислами железа. Но какого они происхождения—органического или минерального—

без дальнейшего исследования сказать нельзя¹. Сравнивая описанные срезы с породами, уже находящимися не под водой, а на поверхности, можно, пожалуй, отметить некоторое сходство этих донных отложений с ленточными глинами севера СССР².

ФИТОПЛАНКТОН.

Видовой состав микрофлоры оз. Кара-гель очень беден³. Основные формы типично планктонные были встречены следующие: *Botryococcus braunii*, *Dictyosphaerium ehrenbergiana*, *Melosira* sp. и *Gleococcus* sp.

Кроме типично планктонных был встречен также целый ряд форм эпифитных диатомей, а именно, ряд видов из родов *Gomphonema*, *Cymbella*, *Synedra*, *Nitzschia* и *Navicula*. В прибрежной зоне не было обнаружено никакого налета на камнях. Даже сине-черная пленка из *Cyanophyceae*, обычно покрывающая прибрежные камни у уреза воды высокогорных озер, на Кара-геле отсутствует.

Количественный учет фитопланктона сведен в табл. 13. Количественно он представлен также бедно. Пробы воды брались по два литра на каждой станции. В таблице результат пересчитан на один метр. Просчет форм производился под покровным стеклом. Бралась капля объемом в 0,02 куб. см. Просчет производился объективом E. Zeiss и окуляром 4. Всего пересчитывалось 16200 полей зрения (среднее из трех стекол, просчитанных целиком). Наши наблюдения над распределением планктона в озере Севан показали, насколько значительна роль эпифитов в планктоне; поэтому велся учет не только типично планктонных форм, но и эпифитов.

¹ Илы, окрашенные окислами железа, как уже упоминалось выше, имеют выходы в самых поверхностных слоях грунта. Происхождение окислов железа может быть объяснено сносом его из болота, следовательно— оно органического происхождения. С другой стороны, андезиты-базальты, содержащие большой процент Fe, обогащают им илы. Таким образом, окислы железа, повидимому, следует считать смешанного—и органического, и минерального—происхождения.

Примеч. автора.

² Ввиду отсутствия специальной литературы целый ряд диатомей до вида не определялся.

Таблица 13.

Количественный состав фитопланктона в озере Кара-гель.

Количество Наименование	Глубина 0 м	Глубина 4 м
<i>Botryococcus braunii</i>	8050	5550
<i>Gomphonema</i> . . .	—	350
<i>Navicula</i>	450	3100
<i>Cymbella</i>	—	200
<i>Synedra</i>	50	—
<i>Nitzschia</i>	50	—
<i>Melosira</i>	—	100
Суапофусеае . . .	50	—
Прочие	—	50

При количественном подсчете фитопланктона констатируется преобладание *Botryococcus braunii*. Эта форма доминировала в планктоне и наибольшие количества ее были обнаружены на поверхности, что понятно, т. к. поверхностные слои обеспечиваются большим количеством света, чем донные, и *Botryococcus*, как форма светолубивая, в большом количестве была встречена именно на поверхности. На глубине 4 м на 1 м воды констатируется количество *Botryococcus* на 3000 экземпляров меньше, чем на поверхности.

С диатомеями картина получилась обратная. В придонных слоях количество диатомей не оказалось большим, нежели на поверхности.

Зоологические сборы были произведены в литоральной зоне путем осмотра прибрежной полосы и камней. Драгажные станции были сделаны в нескольких местах на различных грунтах. Под камнями было найдено очень большое количество водяных жуков из рода *Agabus*, личинки плавунцов, из моллюсков—*Pisidium*, *Limnaea*, а также *Planorbis*. При разборке

ила найдены в очень большом количестве *Pisidium*, крупные экземпляры *Limnaea* и *Oligochaeta*, различные виды *Lumbricidae* и *Chironomidae*. Продуктивность озера, по мнению Л. В. Арнольди, может быть признана значительной, что особенно интересно отметить ввиду ничтожной минерализации воды (плотный остаток—11 мг). Это же явление отмечалось Л. В. Арнольди¹ для озера Канлы-гель, в котором также наблюдается относительно высокая продукция зообентоса при ничтожной минерализации воды (плотный остаток 2,4 мг на литр).

Рыб в озере Кара-гель нет. *Amphibia* на самом Кара-геле также не было найдено, хотя в рядом лежащем озере Баку-гель были найдены особи лягушек в очень угнетенном состоянии. Из птиц наблюдалось всего два экземпляра красных уток *Kasarka kasarka*. *Orthoptera* по берегам озера также нет.

На Кара-геле поражает необычайная тишина—не слышно пения птиц, стрекотанья прямокрылых. При спуске вниз в Пираган после работ на Кара-геле нас прежде всего оглушала масса звуков, наполняющих воздух. Тишина на Кара-геле особенно гармонирует с грандиозностью картины, которая открывается сверху на серо-желтую поверхность Армении с ярко-зелеными пятнами населенных участков и на мощный массив Арарата. Сверху он кажется необычайно грандиозным, занимая почти половину горизонта и доминируя над всем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В заключение необходимо ответить на вопрос о том, к какому типу водоемов следует отнести алагезское озеро Кара-гель. Классификация типов озер, данная Тинеманом² и Науманом, может быть применена к целому ряду высокогорных озер только с значительными изменениями и дополнениями. Исследованное нами озеро безусловно не подходит ни к эвтрофному, ни к дистрофному типу водоемов. Наиболее подходящим к нему мог бы оказаться олиготрофный тип водоема,

¹ Л. В. Арнольди. Озеро Канлы-гель.—Бассейн озера Севан (Токча), т. II, в. 2, 1931.

² Thienemann Aug. Die Gewässer Mitteleuropas. Handbuch der Binnen fischerei Mitteleuropas. B. I. 1924.

но основные признаки, характеризующие олиготрофные водоемы—постоянное расслоение температуры, большое количество кислорода до дна и т. д. — совершенно не подходят к оз. Кара-гель.

В настоящее время М. А. Фортунатовым и Л. В. Арнольди разрабатываются вопросы типологии горных озер Кавказа, по преимуществу на основании регионального принципа, то-есть принадлежности озер к определенным геоморфологическим и петрографическим областям ¹, причем названными авторами дана следующая схема изученных ими озер Кавказа.

Высокогорные озера вулканического плато		Озера карбонатных пород		
I тип Ахманган- ский	II тип Джавахет- ский	I тип—Озера горнолуго- вой зоны	II тип—Озера лесной зоны	III тип Смешанный
Кара-гель (Алагез) Канлы-гель Ала-гель	Табисцхури Тапараван Туман-гель	Гек-гель (Шамхор- ский), Эйзе- нам (Даге- стан)	Гек-гель (Мров-даг- ский), Парз- лич, Чобан-батан	Гиали

По приводимой схеме озеро Кара-гель следует отнести к типу высокогорных озер вулканического плато. Остановимся подробнее на характеристике озер этого типа. По данным М. А. Фортунатова и Л. В. Арнольди, озера эти расположены выше 2500 м над уровнем моря, среди молодых эффузивных пород. Главным источником питания этих озер являются снеговые воды. Плотный остаток при выпаривании (110°) очень мал—менее 50 мг на литр. Несмотря на это, в отдельных случаях наблюдается богатая продуктивность дна.

Среди химических компонентов в озерах этой группы выделяется значительное количество силикатов. Озера замерзают. Постоянной термической стратификации не наблюдается.

¹ М. А. Фортунатов и Л. В. Арнольди. К вопросу о классификации горных озер (in litteris).

Летом температура воздуха ниже температуры воды на поверхности в течение дня и ночи.

Цвет воды зеленый (или желто-бурый, когда площадь озера велика при малой глубине). Погруженных в воду цветковых макрофитов почти нет. Интенсивного обрастания камней эпифитами в озерах этого типа тоже нет. Цветения воды не наблюдается.

Зоопланктон богат *Euphyllopoda* (больше, чем *Copepoda*); моллюски малочисленны (в данном случае их относительно много); встречаются *Pisidium* и *Limnaea*. Среди бентоса доминируют *Chironomidae* и *Oligochaeta*. Рыб нет.

Все вышеперечисленные признаки для высокогорных озер вулканического плато подходят к озеру Кара-гель почти полностью и оно, таким образом, должно быть отнесено именно к этому типу озер.
