

**М. С. КИРЕЕВА.**

**МАТЕРИАЛЫ ПО ГИДРОЛОГИИ И ПЛАНКТОНУ  
ОЗЕРА ЭЙЗЕНАМ.**



**Н**астоящая работа представляет собою результат обработки материалов экспедиции Дагестанской Ихтиологической Лаборатории и Севанской Озерной Станции на озеро Эйзенам<sup>1</sup>.

В экспедиции принимали участие: Н. А. Дмитриев (ихтиолог), П. А. Осокин (ихтиолог), М. С. Киреева (гидрохимик-гидробиолог) и Иосиф Черевко (матрос-рыбак).

Работы на озере производились с 11 по 21 июля 1929 г. За это время было сделано два термических разреза с подробными измерениями температуры воды по горизонтам и, кроме того, были произведены в различных пунктах озера отдельные термические станции.

На целом ряде станций (ст. №№ 5, 6, 8, 10, 11, 12, см. карту), кроме измерения температур, брались также пробы воды для химического анализа. Непосредственно на месте полевой работы определялись: кислород, моно- и бикарбонаты, железо, фосфор, кремнекислота, окисляемость, рН. Для полного анализа были взяты пробы воды с глубины 0, 15 и 43 м.

Таким образом, для химических определений брались пробы воды во всех участках озера и с различных глубин. Это делалось для того, чтобы выяснить распределение химических факторов в озере, а также исследовать влияние макрофитов и болота на химический состав воды в литоральной зоне в северной и восточной частях озера. Кроме указанных работ был произведен, посредством батометра в 1 литр объеме, сбор планктона с глубин в 0, 5, 10, 15, 30 и 45 м.

<sup>1</sup> Озеро это более известно под неправильным названием Эйзенам (или Эзенам). На картах Кавказа оно именуется Кезеной-ам.



Работ, специально посвященных изучению оз. Эйзенам, насколько нам известно, до настоящее время не имеется. Некоторые сведения общего характера об озере имеются в "Географии Кавказа" А. Ф. Ляйстера и Г. Ф. Чурсина [7]



Схематическая карта озера Эйзенам.

О высоте озера и его размерах имеются некоторые данные в Институте Дагестанской Культуры. Наконец, в сел. Ботлих нами была получена докладная записка, представленная Исполкому гидротехником Корчебоковым, откуда нам также удалось извлечь некоторые сведения об оз. Эйзенам.



## ОПИСАНИЕ ВОДОЕМА.

Озеро Эйзенам расположено в Андийском хребте, в котловине, и окружено со всех сторон горами. Горы эти сложены из известняков, поставленных под углом в  $45^{\circ}$  и имеющих общее падение к В. Известняковая гряда достигает высоты до 200—250 м над уровнем озера и только в восточной части понижается, образуя перевал в 25—30 м высотой.

Озеро находится на высоте 1822 м над уровнем Черного моря. Конфигурация его весьма оригинальна: озеро образует три больших залива. Характер береговой линии лопастной (Пэнк). Площадь озера равна 2,4 кв. км.

В озеро впадают две речки — Харсум и Кауха. Поверхностного стока Эйзенам не имеет. Река Миор-су, таким образом, питаясь озерными водами, получает их не поверхностным стоком, а подземной фильтрацией.

Данные относительно глубины озера сильно расходятся. А. Ф. Ляйстер [7] приводит для него глубину в 300—400 м. В докладной записке гидротехника Корчебокова глубины указываются в 70 саж. Максимальная глубина, обнаруженная нашей экспедицией — 74 м. При морфометрических работах наших озеро было усеяно настолько частою сетью промеров, что возможность усомниться в точности наших данных почти исключена. А. Ф. Ляйстер [7] относит Эйзенам, по характеру его происхождения, к типу сбросовых озер.

На С и В к озеру примыкает болото с преобладанием *Carex gracilis* и *Agrostis alba*. В этих же участках озера наиболее интенсивно развита и водная растительность. В береговой зоне основными компонентами растительности являются *Calla palustris* (болотная форма, заходящая здесь в воду), *Carex*



*rostrata*, *Alopecurus fulvus*, *Digraphis arundinacea*. Последняя форма в береговой зоне озера развита интенсивнее других макрофитов и встречается в виде чистой ассоциации. Дальше вглубь озера идут заросли *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton perfoliatus*.

Водная растительность в указанных районах заходит вглубь озера до 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> м, в остальных же участках берег лишен растительности. Это обстоятельство, т. е. наличие растительности в северной и восточной частях озера и, наоборот, отсутствие ее в западной и южной частях, находит свое объяснение в том факте, что в северной части озера в него впадают две упомянутые выше речки, создающие наносную почву, благоприятную для заселения озера водной и береговой растительностью. В восточной же части благоприятные условия для возникновения болота и, вместе с тем, и водной растительности создает замедленная фильтрация.

## ТЕРМИКА.

Измерения температуры воды в озере Эйзенам во все время гидрологических работ были производимы при помощи опрокидывающегося термометра системы Richter.

Термический режим озера был изучен при посредстве девяти серий промеров, сделанных в северной и восточной частях озера и на максимальных глубинах его. Кроме того, была попытка сделать суточную термическую станцию, но, к сожалению, работу удалось провести только в течение 12-ти часов, измеряя температуру через каждые три часа. Дальнейшая работа была прервана из-за сильного дождя, так как стало ясно, что при таких условиях резких колебаний температуры нам подметить не удастся.

Работы экспедиции на озере Эйзенам производились в период гидрологического лета, в силу чего было обнаружено свойственное этому периоду ярко выраженное расслоение на эпи-, мета- и гипolimнион, типично представленные для этого глубокого, с небольшой площадью озера.

Термические данные по северной части озера выявлены пятью сериями промеров. Данные эти помещены на графике 1.



Кроме того, для всех термических серий были вычислены температурные градиенты<sup>1</sup>, представленные в табл. 1.

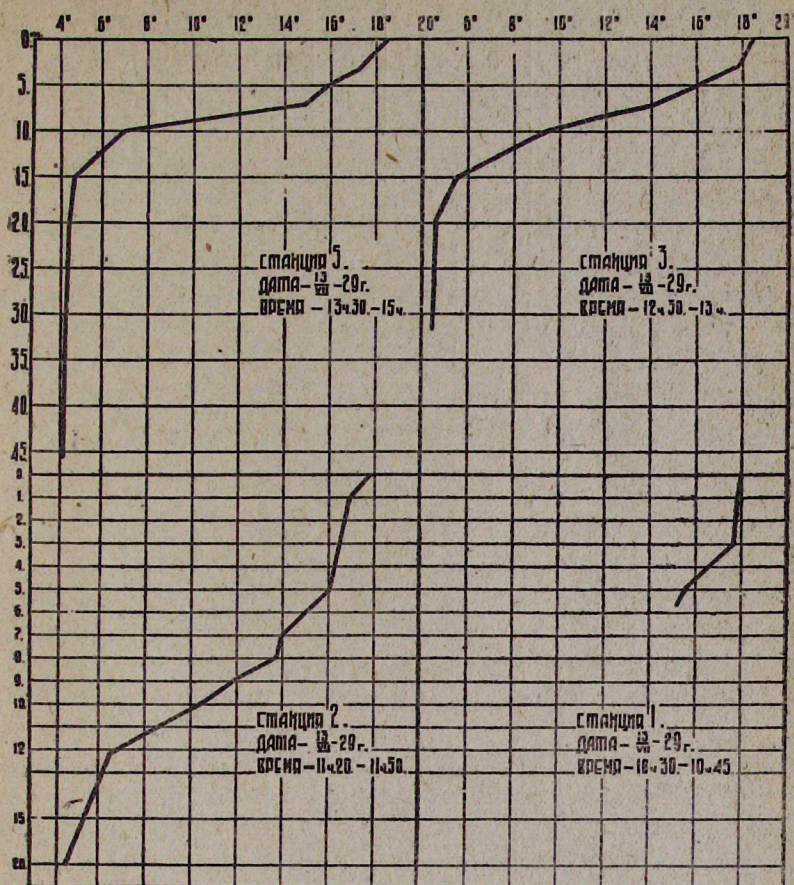


График 1.

Переходя к анализу вертикального распределения градиентов, мы замечаем, что слой эпилимниона захватывает не одинаковую толщу воды. Так, на ст. № 2 нижняя граница его идет до 8 м, на ст. № 3 — до 7 м. Затем, на ст. № 4 слой

<sup>1</sup> Градиент вычислен арифметическим способом через 1 м.



Таблица 1.

Термические градиенты для станций 1—9.

| Станция<br>№ | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9    |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Глубина      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |
| 0—1          | —0,1 | —0,21 | —0,4  | +0,05 | —0,3  | —0,4  | —0,5  | —0,5 | 0,00 |
| 1—2          | —0,1 | —0,21 | —0,4  | —0,02 | —0,3  | —0,4  | —0,5  | —0,5 | 0,00 |
| 2—3          | —0,1 | —0,21 | —0,4  | —0,02 | —0,3  | —0,4  | —0,5  | —0,5 | 0,00 |
| 3—4          | —0,7 | —0,47 | —0,6  | —0,7  | —0,6  | —0,4  | —0,5  | —0,5 | —1,4 |
| 4—5          | —0,7 | —0,47 | —0,6  | —0,7  | —0,6  | —0,4  | —0,5  | —0,5 | —1,4 |
| 5—6          | —0,7 | —1,1  | —0,8  | —0,8  | —0,5  | —0,9  | —1,4  | —1,1 | —1,2 |
| 6—7          | —    | —1,1  | —0,8  | —0,8  | —0,5  | —0,9  | —1,4  | —1,1 | —1,2 |
| 7—8          | —    | —0,2  | —1,6  | —1,1  | —1,9  | —1,1  | —1,4  | —1,1 | —1,2 |
| 8—9          | —    | —1,8  | —1,6  | —1,3  | —1,9  | —1,1  | —1,4  | —1,1 | —1,2 |
| 9—10         | —    | —1,6  | —1,6  | —1,6  | —4,2  | —1,1  | —1,4  | —1,1 | —1,2 |
| 10—11        | —    | —1,9  | —0,8  | —2,2  | —0,4  | —1,6  | —0,9  | —1,2 | —1,2 |
| 11—12        | —    | —1,9  | —0,8  | —2,2  | —0,4  | —1,6  | —0,9  | —1,2 | —    |
| 12—13        | —    | —0,4  | —0,8  | —0,65 | —0,4  | —0,8  | —0,9  | —1,2 | —    |
| 13—14        | —    | —0,4  | —0,8  | —0,65 | —0,4  | —0,8  | —0,9  | —1,2 | —    |
| 14—15        | —    | —0,4  | —0,8  | —0,65 | —0,4  | —0,8  | —0,9  | —1,2 | —    |
| 15—16        | —    | —0,16 | —0,14 | —0,08 | —0,03 | —0,1  | —0,2  | —0,1 | —    |
| 16—17        | —    | —0,16 | —0,14 | —0,08 | —0,03 | —0,1  | —0,2  | —0,1 | —    |
| 17—18        | —    | —0,16 | —0,14 | —0,08 | —0,03 | —0,1  | —0,2  | —0,1 | —    |
| 18—19        | —    | —0,16 | —0,14 | —0,08 | —0,03 | —0,1  | —0,2  | —0,1 | —    |
| 19—20        | —    | —0,16 | —0,14 | —0,08 | —0,03 | —0,01 | —0,02 | —0,1 | —    |
| 20—30        | —    | —     | —0,01 | —0,02 | —0,01 | —0,02 | 0,00  | —    | —    |
| 30—40        | —    | —     | —     | —0,01 | 0,00  | —0,01 | 0,00  | —    | —    |
| 40—50        | —    | —     | —     | —     | 0,00  | +0,02 | 0,00  | —    | —    |



эпилимниона идет до 10 м, а на ст. № 5 снова замечается подъем слоя эпилимниона. Почти на всех рассмотренных станциях мы замечаем, что эпилимнион не отличается равномерной прогремостью и, в связи с этим, верхняя граница металимниона выражена не резко.

Неравномерно идущая нижняя граница слоя эпилимниона влечет за собою волнообразно идущий слой металимниона (см. таблицу градиентов). Кроме того, сам слой термоклина не так отчетливо выражен для различных станций. Для ст. № 2 наблюдаются температурные скачки в самом слое металимниона: термический градиент между 8—9 м равен  $1,8^{\circ}$ , в слое следующего метра он доходит до  $1,6^{\circ}$  и, наконец, между 10—12 м до  $1,9^{\circ}$ , что является максимальной цифрой для этой серии промеров. Отличается равномерной прогремостью слой термоклина на ст. № 3 и, кроме того, он расположен на меньшей глубине, чем на предыдущей станции.

Следующая серия (ст. № 4) отличается глубоко лежащим слоем металимниона, верхняя граница которого находится на глубине 10 м. Наконец, последняя станция в северной части озера (ст. № 5) сделана в месте наибольших глубин. Эта станция характеризуется наиболее ярко выраженным слоем металимниона. Термический градиент между 9—10 м равен  $4,2^{\circ}$ . Падение температуры на 3-х метровом интервале равно  $8^{\circ}$ . Переход к гипolimниону выражен, как и на предыдущих станциях, неярко.

Станция № 6 находится на максимальных глубинах озера. Распределение слоя эпи-, мета- и гипolimниона здесь аналогично с температурным распределением этих слоев в промере на ст. № 4 с той только разницей, что слой термоклина здесь выражен меньшим температурным градиентом.

Температурные кривые (график 2) для восточной части озера несколько отличаются от таковых для северной части. При сравнении этих кривых прежде всего бросается в глаза, что температуры на поверхности в восточной части озера выше, чем в северной, на  $1,5—2^{\circ}$ . Хотя температурные промеры и были приурочены к одному и тому же периоду времени, но все же они захватывали несколько дней. Объяснить эти колебания изменениями, связанными с некоторыми коле-



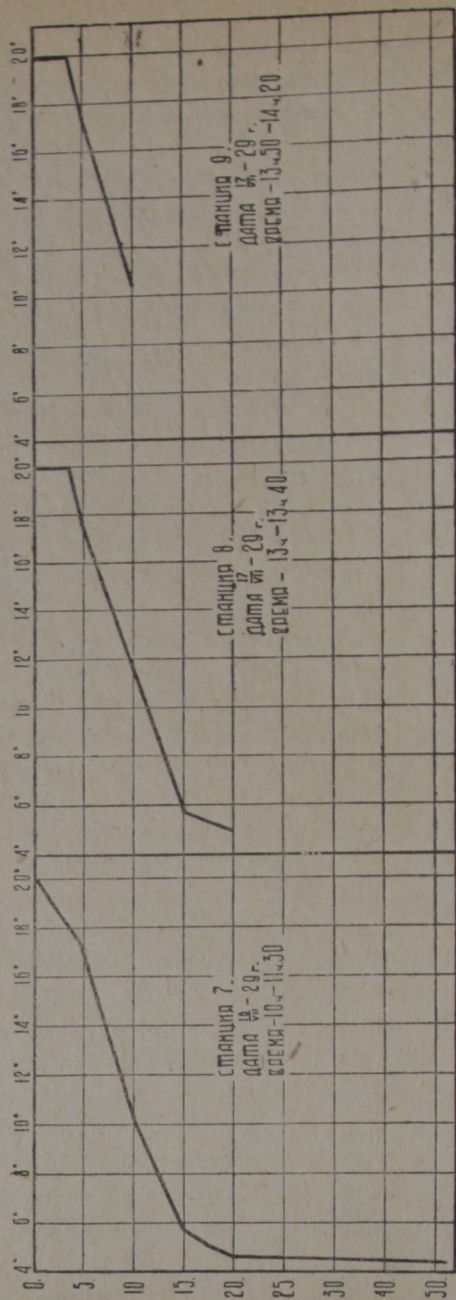


График 2.



баниями погоды в эти дни, нам представляется единственно возможным.

В остальном характер термического разреза в восточном заливе озера повторяет черты разреза в северной его части. Рассматривая таблицу температурных градиентов, мы замечаем волнообразный характер слоев эпи-, мета- и гипolimниона. Так, трем станциям этого разреза соответствуют следующие глубины для нижней границы эпилимниона: 5, 10, 3 м. Слой металимниона охватывает толщу воды в 5 м и выражен нерезко.

Температурный градиент на ст. № 7 выражен  $1,4^{\circ}$ , а на следующей станции  $1,2^{\circ}$ . Дальше идет постепенный переход к гипolimниону. Аналогичное явление наблюдал Demoll в Walchensee [1].

Станции № 1 и № 9 характеризуют собой термический режим наиболее мелководных пунктов озера. Исследование, произведенное на ст. № 1 на глубине 6 м, показало, что стратификации слоев на эпи-, мета- и гипolimнион не наблюдается. На ст. № 9 эпилимнион идет до 3 м глубины. Термоклин охватывает слой воды толщиной от 3 до 5 м и образует ярко выраженный переход к гипolimниону.

Только-что рассмотренный термический режим ст. № 1 и 9 является неустойчивым в смысле температурного расслоения, так как на этих станциях наиболее ярко сказывается влияние ветра и, в связи с этим, происходят сдвиги и нарушения в стратификации термических слоев.

Как уже упоминалось выше, суточная термическая станция была сделана в северной части озера на глубине 43 м (см. карту) с 9 часов до 21 часа, причем измерение температуры производилось через каждые три часа.

Данные этой станции характеризуются графиками 3 и 4, а также приводимой таблицей температурных градиентов (табл. 2).

Пробелом в наших работах на суточной термической станции является отсутствие измерений температуры воздуха.

Во время работ озеро было окутано туманом и только в 12 часов ненадолго появилось солнце. Спустившийся затем с гор туман затянул снова все озеро. С 18 часов, с промежут-



ками, начал накрапывать дождь, но с 20 часов он усилился и помешал произвести дальнейшие ночные наблюдения температур.

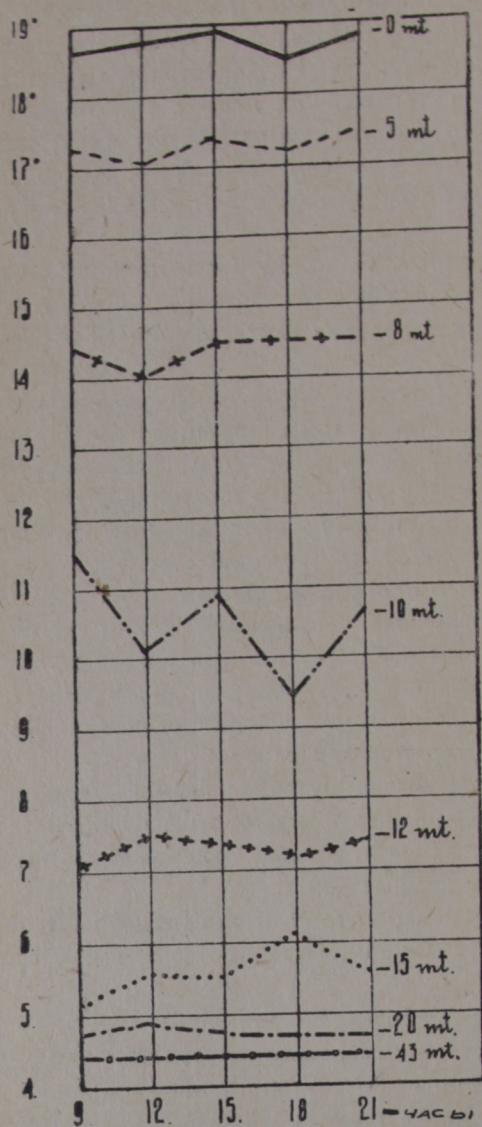


График 3.

Рассматривая таблицу температурных градиентов суточной станции, мы замечаем, что в 9 час. температура на поверхности на  $0,05^\circ$  ниже, чем на глубине 1 м. Это объясняется интенсивной теплоотдачей за ночь поверхностных слоев воды. В следующий промер (12 час.) температуры на 0—1 м выравниваются и в 15 час. температура поверхности превышает температуру на глубине 1 м на  $0,1^\circ$ , и затем для 18—21 час. устанавливается гомотермия, захватывающая толщу воды с 0 до 3 м. Температура воды поверхностного слоя зависит, с одной стороны, от степени радиации солнечных лучей и от теплоотдачи ночью, с другой.

В солнечный день и в ясную ночь суточный ход поверхностных температур



Таблица 2.

Термическое градиенты суточной станции (ст. № 4) с 9 до 21 час.

| Часы наблюдений<br>Глубина | 9              | 12                                       | 15                            | 18               | 21    |
|----------------------------|----------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|
| 0—1                        | +0,05          | 0,00                                     | —0,1                          | 0,00             | 0,00  |
| 1—2                        | —0,02          | —0,1                                     | —0,05                         | 0,00             | 0,00  |
| 2—3                        | —0,02          | —0,1                                     | —0,05                         | 0,00             | 0,00  |
| 3—4                        | —0,7           | —0,8                                     | —0,8                          | —0,67            | —0,7  |
| 4—5                        | —0,7           | —0,8                                     | —0,8                          | —0,67            | —0,7  |
| 5—6                        | —0,8           | —0,8                                     | —0,82                         | —1,32            | —0,9  |
| 6—7                        | —0,8           | —0,8                                     | —0,82                         | —1,32            | —0,9  |
| 7—8                        | —1,1           | —1,3                                     | —1,25                         | 0,00             | —0,9  |
| 8—9                        | —1,3           | —1,0                                     | —1,5                          | —2,6             | —2,0  |
| 9—10                       | —1,6           | —1,0                                     | —2,15                         | —2,5             | —2,0  |
| 10—11                      | —2,2           | —1,3                                     | —1,7                          | —1,1             | —1,6  |
| 11—12                      | —2,2           | —1,3                                     | —1,7                          | —1,1             | —1,6  |
| 12—13                      | —0,65          | —0,7                                     | —0,65                         | —0,37            | —0,9  |
| 13—14                      | —0,65          | —0,7                                     | —0,65                         | —0,37            | —0,9  |
| 14—15                      | —0,65          | —0,7                                     | —0,65                         | —0,28            | —0,9  |
| 15—16                      | —0,8           | —0,14                                    | —0,16                         | —0,28            | —0,18 |
| 16—17                      | —0,8           | —0,14                                    | —0,16                         | —0,28            | —0,18 |
| 17—18                      | —0,8           | —0,14                                    | —0,16                         | —0,28            | —0,18 |
| 18—19                      | —0,8           | —0,14                                    | —0,16                         | —0,28            | —0,18 |
| 19—20                      | —0,8           | —0,14                                    | —0,16                         | —0,28            | —0,18 |
| 20—30                      | —0,02          | —0,03                                    | —0,02                         | —0,01            | —0,01 |
| 30—40                      | —0,01          | —0,01                                    | —0,01                         | —0,01            | —0,01 |
| Условия погоды             | Туман,<br>тихо | Ненадол-<br>го появ-<br>ляется<br>солнце | Туман<br>стелется<br>по озеру | Тихо,<br>облачно | Дождь |



выявляется более резко выраженной кривой (график 4), чем для наших наблюдений на оз. Эйзенам на суточной термической станции, когда стелющийся, почти в течение всего дня, туман сильно сгладил картину распределения поверхностных температур.

Слой термоклина по наблюдениям, произведенным на суточной станции, идет волнообразно, различно выраженными для каждого промера температурными градиентами. Изучая слой металимниона, можно отметить следующие колебания его: в 9 и 12 час. слой термоклина лежит на глубине от 10 до 12 м, но температурные градиенты для этих промеров различны. В 15 час. слой термоклина был обнаружен на глубине 9—10 м. К 18—21 час. он передвинулся еще выше, а именно на глубину от 8 до 10 м. Кроме главного скачка, нами наблюдались еще дополнительные скачки. Примером таких дополнительных скачков может служить отмеченный промером в 12 час., когда частично выраженный термоклин был обнаружен на глубине 7—8 м, а затем 10—12 м. На подобное же явление мы встречаем указания в работе М. А. Фортунатова и А. Н. Иняевского [2] для суточной станции, проделанной на Севане.

Переход от термоклина к гипolimниону выражен для некоторых промеров интенсивно, для других же переход от нижней границы термоклина к слою гипolimниона выражен, наоборот, неясно (см. график 4).

Для того, чтобы сравнить серии промеров на оз. Эйзенам, произведенные в различные часы, с другими озерами, нами были использованы данные суточной станции, которая была проделана на оз. Севан и была приурочена к той же декаде, как и выше разобранные наблюдения (см. табл. 3).

Эта станция была проделана в районе Гедак-булага на глубине 30 м.<sup>1</sup>

Наблюдения были произведены в относительно благоприятных для Севана условиях, причем солнечный день и ясная ночь суточной станции на Севане создавали условия для хода поверхностной температуры воды на означенной

<sup>1</sup> Используемый материал взят из гидрологического журнала Севанской Озерной Станции.



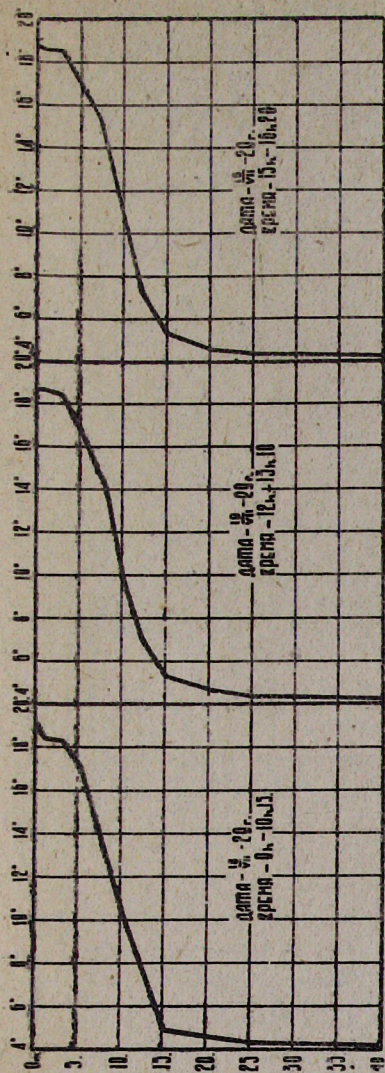


График 4,

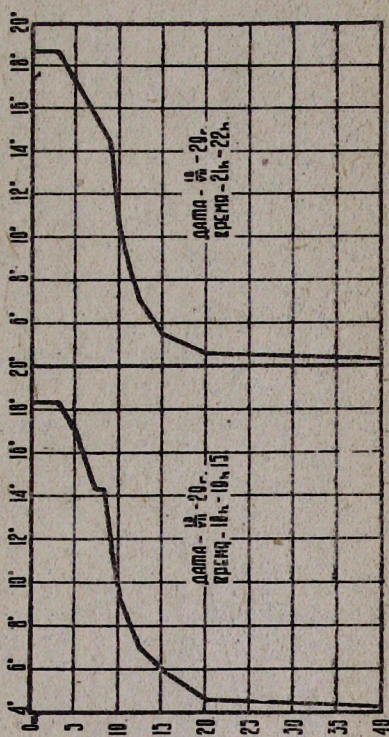




Таблица 3.

Термические градиенты суточной станции на оз. Севан (район Гедэк-Булага).

| Часы наблю-<br>дений |   | 10    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 24    | 2     | 4     | 6     | 8     |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Глубина в м          |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0-1                  | . | -0,2  | -0,1  | -0,9  | -1,1  | -0,1  | +0,2  | +0,1  | +0,3  | 0,00  | 0,00  | +0,1  | 0,00  |
| 1-2                  | . | -0,1  | -0,4  | 0,00  | -0,25 | -0,5  | -0,1  | +0,5  | -0,1  | +0,5  | -0,05 | 0,00  | -0,05 |
| 2-3                  | . | -0,1  | -0,4  | 0,00  | -0,25 | -0,5  | -0,1  | +0,5  | -0,1  | +0,5  | -0,05 | 0,00  | -0,05 |
| 3-4                  | . | +0,25 | 0,00  | -0,05 | -0,2  | -0,5  | +0,1  | +0,5  | -0,15 | -0,1  | 0,00  | -0,05 | -0,05 |
| 4-5                  | . | +0,25 | 0,00  | -0,05 | -0,2  | -0,5  | +0,1  | +0,5  | -0,15 | -0,1  | 0,00  | -0,05 | -0,05 |
| 5-6                  | . | -0,18 | -0,2  | -0,24 | -0,04 | -0,02 | -0,08 | -0,1  | -0,1  | -0,1  | -0,2  | -0,08 | -0,04 |
| 6-7                  | . | -0,18 | -0,2  | -0,24 | -0,04 | -0,02 | -0,08 | -0,1  | -0,1  | -0,1  | -0,2  | -0,08 | -0,04 |
| 7-8                  | . | -0,18 | -0,2  | -0,24 | -0,04 | -0,02 | -0,08 | -0,1  | -0,1  | -0,1  | -0,2  | -0,08 | -0,04 |
| 8-9                  | . | -0,18 | -0,2  | -0,24 | -0,04 | -0,02 | -0,08 | -0,1  | -0,1  | -0,1  | -0,2  | -0,08 | -0,04 |
| 9-10                 | . | -0,18 | -0,2  | -0,24 | -0,04 | -0,02 | -0,08 | -0,1  | -0,1  | -0,1  | -0,2  | -0,08 | -0,04 |
| 10-11                | . | -0,64 | -0,2  | -0,18 | -0,36 | -0,28 | -0,24 | -0,24 | -0,34 | -0,24 | -0,01 | -0,08 | -0,2  |
| 11-12                | . | -0,64 | -0,2  | -0,18 | -0,36 | -0,28 | -0,24 | -0,24 | -0,34 | -0,24 | -0,01 | -0,08 | -0,2  |
| 12-13                | . | -0,64 | -0,2  | -0,18 | -0,36 | -0,28 | -0,24 | -0,24 | -0,34 | -0,24 | -0,01 | -0,08 | -0,2  |
| 13-14                | . | -0,64 | -0,2  | -0,18 | -0,36 | -0,28 | -0,24 | -0,24 | -0,34 | -0,24 | -0,01 | -0,08 | -0,2  |
| 14-15                | . | -0,64 | -0,2  | -0,18 | -0,36 | -0,28 | -0,24 | -0,24 | -0,34 | -0,24 | -0,01 | -0,08 | -0,2  |
| 15-16                | . | -0,58 | -0,4  | -0,26 | -0,04 | -0,1  | -0,26 | -0,3  | -0,26 | -0,1  | -0,24 | -0,26 | -0,08 |
| 16-17                | . | -0,58 | -0,4  | -0,26 | -0,04 | -0,1  | -0,26 | -0,3  | -0,26 | -0,1  | -0,24 | -0,26 | -0,08 |
| 17-18                | . | -0,58 | -0,4  | -0,26 | -0,04 | -0,1  | -0,26 | -0,3  | -0,26 | -0,1  | -0,24 | -0,26 | -0,08 |
| 18-19                | . | -0,58 | -0,4  | -0,26 | -0,04 | -0,1  | -0,26 | -0,3  | -0,26 | -0,1  | -0,24 | -0,26 | -0,08 |
| 19-20                | . | -0,58 | -0,4  | -0,26 | -0,04 | -0,1  | -0,26 | -0,3  | -0,26 | -0,1  | -0,24 | -0,26 | -0,08 |
| 20-30                | . | -0,68 | -0,11 | -0,16 | -0,26 | -0,18 | -0,2  | -0,13 | -0,21 | -0,2  | -0,28 | -0,29 | -0,33 |
| Температура воздуха  | . | 10,0  | 17,6  | 17,7  | 18,0  | 17,0  | 15,8  | 15,6  | 14,6  | 14,0  | 13,8  | 14,4  | 17,4  |
| Ветер                | . | NW-1  | NW-1  | W-1   | O-1   | O-4   | O-6   | SO-2  | SO-5  | S-2   | O-4   | SO-4  | SO-1  |
| Облачность           | . | 4     | 3     | 3     | 3     | 7     | 6     | 8     | 1     | 1     | 3     | 6     | 3     |



станции на Севане несколько иные, чем те, которые наблюдались на оз. Эйзенам. Кривая хода температуры поверхностного слоя воды на графике 5 достаточно убедительно подтверждает это положение.

Изучая кривые (график 5), рисующие термическую стратификацию в различные часы на Севане, мы прежде всего отмечаем разнообразие этих кривых. Так, температура поверхности воды характеризуется резкими колебаниями кривой в

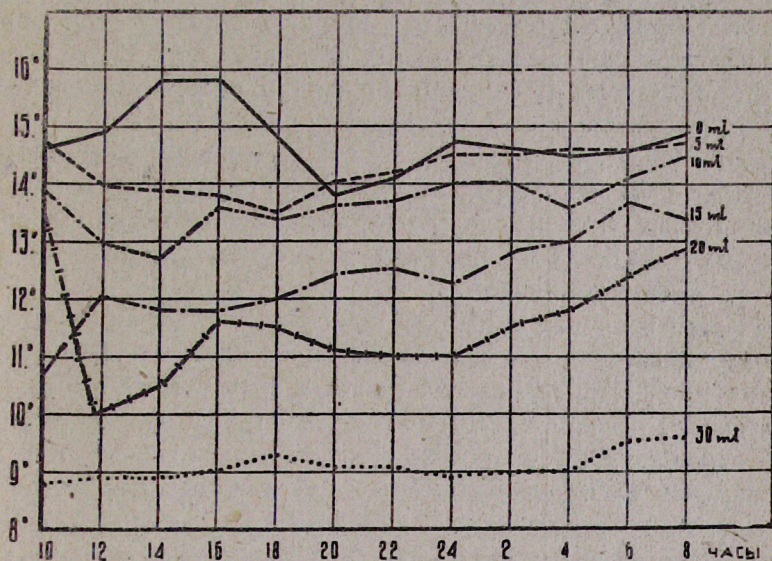


График 5.

течение суток. Рассматривая температурную кривую на глубине 5 м, мы отмечаем падение температуры днем и повышение ее ночью. Термический слой на глубине 5 м повторяет температуру поверхности воды с запозданием, а именно—днем отражает ночную температуру, а ночью теплота поверхностных слоев конвекционными токами передается в ниже лежащие слои. Температурная кривая на глубине 10 м дает в основном картину, сходную с кривой в 5 м, отличаясь лишь более резкими колебаниями по сравнению с последней.



Рассматривая термические градиенты, вычисленные для этой станции (табл. 3), необходимо отметить следующие интересные моменты: в 10 час. температура на глубине от 3 до 5 м выше температуры поверхностной воды. Затем с глубиной наблюдалось постепенное, но неравномерное падение температуры воды: для глубины в 10 м температура равнялась  $13,9^{\circ}$ , для глубины в 15 м  $10,7^{\circ}$  и для глубины 20 м  $13,7^{\circ}$ . Такую прослойку теплой воды на глубине 20 м можно объяснить временным нагоном, связанным с действием ветра. Явление это носит случайный непродолжительный характер; и, действительно, при следующем измерении, через три часа, прослойка исчезла бесследно. Слой же металимниона при этом отодвинулся на глубину 20—30 м.

Термические измерения в 12 и 14 час. дают аналогичную картину в смысле распределения эпи-, мета- и гипolimниона, а именно: эпилимнион идет до глубины 15 м, затем с глубины от 15 до 20 м—слой термоклина и, наконец, с глубины 20 до 30 м—слой гипolimниона.

При промерах в 16 и 18 час. замечался под'ем слоя термоклина. Нижняя граница эпилимниона кончается уже на глубине 10 м, слой термоклина занимает толщу воды в 5 м и с глубины 15 м идет слой гипolimниона. При измерении температуры воды в 20 и 22 час. температура на глубине 1 м была выше, чем на поверхности. Эта же картина наблюдалась для слоев воды, находящихся на глубине 3 и 5 м. Такую прослойку из теплой воды опять-таки, как и в предыдущем случае, мы считаем за явление случайное, вызванное действием ветра. Слой термоклина лежал при этих промерах на глубине 15—20 м.

В 24 часа температура поверхности воды оказалась ниже, чем на глубине 1 м. В следующее измерение, в 2 часа, этот теплый слой передвинулся ниже и был обнаружен на глубине от 1 до 2 м. Металимнион был отмечен на глубине от 10 до 15 м.

В 4, 6 и 8 часов слой металимниона опускается в придонную зону, а именно лежит на глубине от 20 до 30 м, слой гипolimниона отсутствует. Та же картина в расположении слоев отмечалась раньше для температурных измерений, произведенных в 10 часов.



Сравнивая приведенные таблицы градиентов термической суточной станции на Севане, мы замечаем, как слой термоклина в различные часы меняет свое положение.

Для суточной станции на Севане амплитуда колебания слоя термоклина лежит на глубине от 10 до 30 м. Такое колебание слоя термоклина в течение суток не следует считать явлением закономерным для Севана. Оно представляет собой лишь результат действия ветра, являющегося весьма важным фактором при очень значительной площади Севана.

Незаконченная термическая суточная станция на оз. Эйзенам в основном дает ту же картину колебания слоя термоклина, хотя эти колебания выражены значительно слабее, чем для Севана. Слой металимниона в 9 и 12 час. был обнаружен на глубине от 10 до 12 м. Наблюдения в 15 час. позволили фиксировать его на глубине от 9 до 10 м и, наконец, в 18—21 час. слой термоклина был отмечен еще выше, а именно — на глубине от 8 до 10 м.

Волнообразное колебание слоя термоклина легко объясняется схемой Wedderburn [12], который экспериментальным путем доказал существование стоячих волн. Происхождение их имеет прямое отношение к работе ветра. Demoll [1] объясняет образование стоячих волн так: при ветре теплый слой, лежащий над скачком, сдвигается и лежит под холодным слоем, и когда ветер стихает, то возникают стоячие волны или сейши.

На оз. Эйзенам мы имеем дело с так называемыми температурными сейшами, которые образуются благодаря энергичному нагреванию поверхностных слоев. В связи с этим нагреванием на некоторой глубине образуется более или менее резкий температурный скачок. Толща воды разделяется на два слоя — верхний, теплый и менее плотный, и нижний — холодный и более плотный. Если происходит нагон воды ветром (по схеме Wedderburn) в какую-либо сторону, то масса воды в озере приходит в движение и оба слоя воды начинают колебаться различно.

Таковыми температурными сейшами можно объяснить те волнообразно идущие границы термоклина, которые наблюдались при наших работах на оз. Эйзенам. В. Б. Шостакович [11] вычислил для оз. Байкала по формуле Watson продолжи-



тельность температурной сейши. Для оз. Эйзенам в настоящее время вычислить этого невозможно, так как работа по морфометрии озера еще не закончена и поэтому необходимыми данными для формулы Watson мы не располагаем. Во всяком случае, объяснить волнообразные колебания термоклина наличием термических сейш в различных водоемах нам представляется вполне возможным, но для каждого водоема они будут иметь свою собственную длину волны.

На графике 6 даны температурные кривые следующих озер: Эйзенам, Гек-гель, Белое озеро и Севан. Температурные измерения, взятые для этих озер, приурочены, примерно, к одному времени. Для сравнения были взяты озера, расположенные на разных высотах. Эйзенам, Гек-гель и Севан следует отнести к типу горных озер. Озеро же Белое расположено в Мещерской низменности (Рязанской губ.), но по глубине и площади [9] оно приближается к озерам Эйзенам и Гек-гель<sup>1</sup>, почему и взято для сравнения.

Сравнивая термические градиенты (табл. 4) и график 6, мы отмечаем во всех этих озерах колебания слоя термоклина, причем глубина залегания слоя температурного скачка в этих озерах в значительной мере зависит от площади водоема. Так, озера с наименьшей площадью — Гек-гель и Белое — характеризуются слоем термоклина, лежащим на глубине от 5 до 10 м. Оз. Эйзенам, площадь которого больше, чем площадь каждого из названных озер, характеризуется слоем термоклина на глубине от 10 до 15 м. Картина, аналогичная с оз. Эйзенам, наблюдалось для Altersee [4]. Севан же, как водоем с наибольшей площадью, отличается наиболее глубоко заходящим слоем металимниона. На Севане в это время господствуют нордовые ветры, благодаря которым происходит интенсивное перемешивание слоев воды и, следовательно, наиболее глубоко заходя-

<sup>1</sup> Озеро Гек-гель находится в Азербайджане, на склоне хребта Мровдаг, к югу от Ганджи, на высоте 1545 м н. у. м. Озеро имеет площадь 71,1 га и глубину 89 м. Термические данные взяты из неопубликованной работы М. А. Фортунатова „Гидрологический очерк озера Гек-гель“. По С. Вейсигу („Озеро Гек-гель. Гидробиологический очерк“. АзГНИИ, Баку, 1931) высота оз. Гек-гель н. у. м. равна 1571 м, наибольшая глубина 84,5 м.



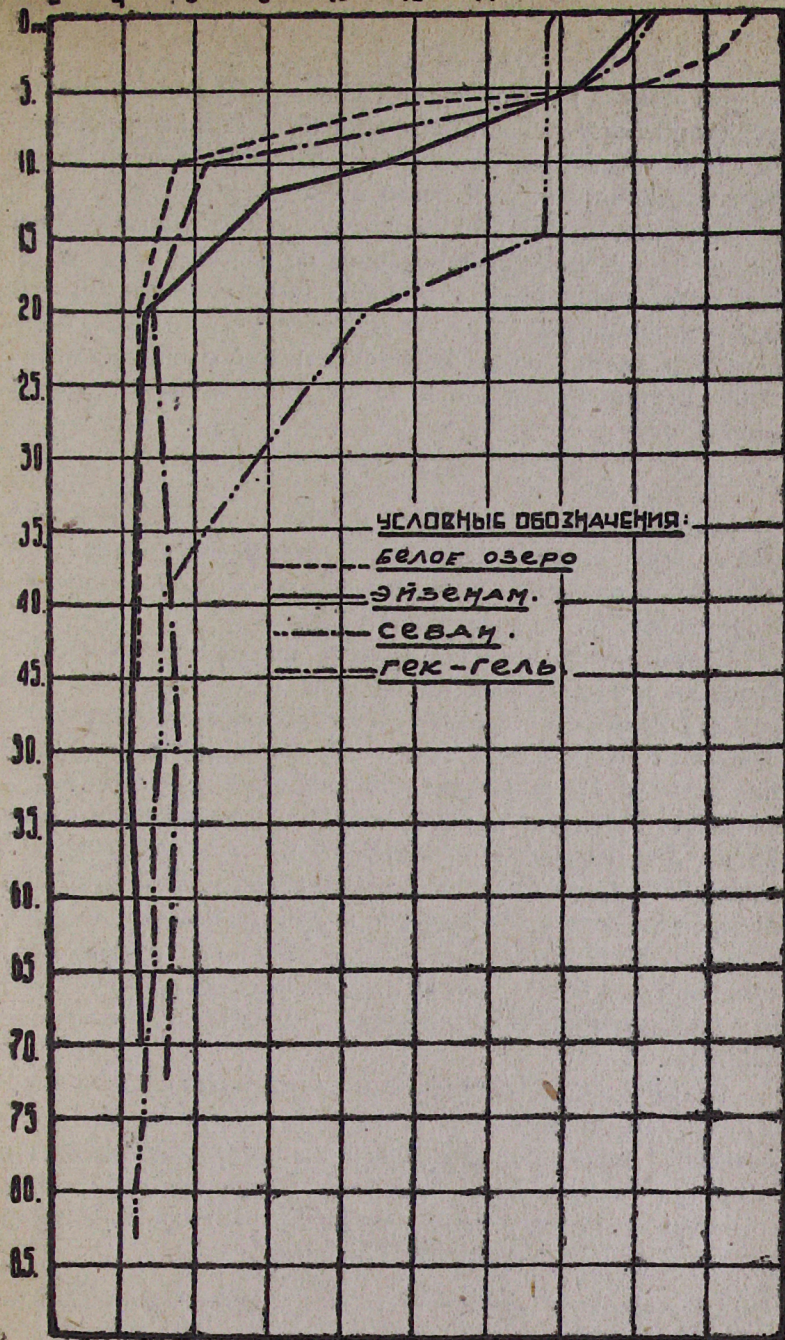


График 6.



щее прогревание их. Кроме того, при оценке этого факта необходимо также учитывать значительную радиацию солнечных лучей в частности для Севана, как водоема, лежащего на высоте почти 2000 м н. у. Черного моря.

По термическому режиму<sup>1</sup> мы должны отнести озеро Эйзенан к типу умеренных водоемов по системе Фореля [5]. Эйзенан характеризуется также прямой стратификацией температур летом, осенней и весенней гомотермией (об этом факте см. ниже, в части, посвященной химии) и обратной температурной стратификацией зимой. Озеро характеризуется зимним ледоставом.

## ХИМИЯ.

При изучении химического режима оз. Эйзенан мы поставили себе задачей выяснить распределение химических элементов в различных участках озера с одной стороны и распределение их по горизонтам — с другой.

С этой целью нами были взяты пробы воды в четырех различных пунктах озера. Кроме того, были собраны пробы воды для химических анализов в литоральной зоне в северной и восточной части озера, там, где были встречены заросли макрофитов, а также в речке, впадающей в озеро. Наконец, была взята серия для полного химического анализа с глубин 0,15 и 43 м. Полный анализ был сделан в химической лаборатории Муганской Опытной Селекционной Станции. К сожалению, ряд определений внушает недоверие и мы не помещаем их совсем. Непосредственно после взятия пробы определялись кислород, моно- и бикарбонаты, железо, фосфор, кремнекислота, рН и окисляемость. Последняя определялась не на всех станциях.

Все пробы брались стеклянным батометром системы Rutner со специально для этого батометра изготовленным в мастерской Севанской Озерной Станции затвором. Благодаря этому затвору исключалась возможность произвольного закрывания батометра, что имело место при старой конструкции затвора, изготовленного Волжской Биологической Станцией.

<sup>1</sup> Температурные наблюдения по всем станциям, произведенные на оз. Эйзенан сконцентрированы нами в табл. 5.



Сравнительная таблица термических градиентов в озерах Эйзенан, Гек-Гель, Севан и Белом.

Таблица 5.

[illegible]



Таблица 6.

Данные температурных и химических определений воды из различных частей оз. Эйзенам.

| № станции | Глубина в м | Дата наблюдений | Часы и минуты  | Температура воды | Кислород  |                | Монокarbonate | Бикаarbonate | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{SiO}_2$ | Окисляемость |
|-----------|-------------|-----------------|----------------|------------------|-----------|----------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------|
|           |             |                 |                |                  | Мг на 1 л | В проц. насыщ. |               |              |                         |                        |                |              |
| № 5       | 0           | 13 июля 1929 г. | 13 h 30 m—15 h | 18,5             | 7,92      | 103,1          | 2,4           | 82,6         | 0                       | 0,025                  | 0,5            | 0,55         |
| "         | 5           | "               | "              | 16,5             | 8,3       | 102,0          | 2,4           | 86,0         | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 10          | "               | "              | 7,0              | —         | —              | 2,4           | 102,0        | "                       | 0,025                  | 0,5            | 0,69         |
| "         | 20          | "               | "              | 4,6              | 7,88      | 69,1           | —             | 108,6        | —                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 30          | "               | "              | 4,45             | 7,4       | 68,8           | —             | 108,6        | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 54          | "               | "              | 4,4              | 7,1       | 67,1           | —             | 108,6        | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| № 6       | 0           | 16 июля 1929 г. | 10 h—11 h 30 m | 18,4             | 7,6       | 100            | 3,4           | 92,4         | "                       | 0,025                  | 0,5            | 0,77         |
| "         | 10          | "               | "              | 11,2             | 7,88      | 82,7           | —             | —            | —                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 30          | "               | "              | 4,4              | 7,88      | 68,0           | —             | —            | —                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 50          | "               | "              | 4,3              | 7,04      | 64,0           | —             | —            | —                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 69          | "               | "              | 4,5              | 4,85      | 40,9           | —             | —            | —                       | —                      | —              | —            |
| № 8       | 0           | 17 июля 1929 г. | 13 h—13 h 50 m | 20,0             | 7,97      | 105,6          | 3,45          | 107,8        | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 10          | "               | "              | 11,6             | 11,95     | 104,3          | —             | 92,4         | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| "         | 20          | "               | "              | 5,0              | 8,3       | 88,2           | —             | —            | "                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| № 10      | 0           | "               | "              | 18,7             | 10,64     | 143,8          | —             | —            | салам                   | 0,15                   | 0,5            | —            |
| "         | 0           | 13 июля 1929 г. | —              | 17,5             | 9,22      | 144,4          | —             | —            | 0                       | 0,025                  | 0,5            | —            |
| № 12      | 10          | 17 июля 1929 г. | —              | 10,45            | 17,35     | 169,1          | —             | —            | 0,15                    | 0,025                  | 0,5            | —            |



Кислород определялся по методу Винклера. Просматривая данные распределения растворенного в воде кислорода (см. табл. 6), мы замечаем некоторые колебания в его распределении по станциям. Так, ст. № 7, на максимальных глубинах, характеризуется количеством  $O_2$  меньшим, чем было обнаружено на других станциях.

График 7, характеризующий ход кислородных кривых для станций №№ 5, 6 и 8, дает следующую картину (см. также табл. 6): для ст. № 6 количество растворенного в воде кислорода на глубине от 17 до 22 м больше, чем на ст. № 5 в северной части озера. Это явление, повидимому, не имело бы места, если бы пробы были взяты более детально; в таком случае где-то на глубине между 12—16 м, в зоне термоклина, удалось бы подметить перегиб кислородной кривой. Поэтому в этом месте графика мы наносим пунктиром две линии.

На глубине 27 м кривые, характеризующие содержание  $O_2$  на максимальных глубинах и на глубине 54 м, сходятся. Затем до глубины 50 м кривая, рисующая ход  $O_2$  для максимальных глубин, отклоняется, хотя и очень незначительно, в сторону уменьшения кислорода. С глубины 50 м до 69 м замечается резкое падение  $O_2$ ; действительно, на глубине 50 м было обнаружено 64%, а на глубине 69 м — 42%  $O_2$ .

Кривая распределения  $O_2$  в северной части озера дает три перегиба (график 7). Так, содержание кислорода на поверхности равно 103% и до 5 м количество растворенного в воде кислорода падает всего на 1%. С глубины 5 до 10 м уменьшение  $O_2$  идет от 102% до 69%. Последнее количество  $O_2$  захватывает толщу воды в 34 м. Уменьшение кислорода ко дну очень незначительно, а именно — разница в содержании кислорода на глубине от 20 до 54 м равна 2%. Сравнивая кривую хода  $O_2$  на максимальных глубинах (ст. № 6) в южной части озера и в северной его части (ст. № 11 и 12), мы замечаем, что количество растворенного в воде кислорода в последней, хотя и незначительно, но все же больше, чем в южной части. Этот факт зависит, повидимому, от формы озера, состоящего из трех сильно изолированных заливов. Наличие этого факта дает возможность сделать вывод о некотором различии в гидрологическом режиме в различных частях озера, особенно при-



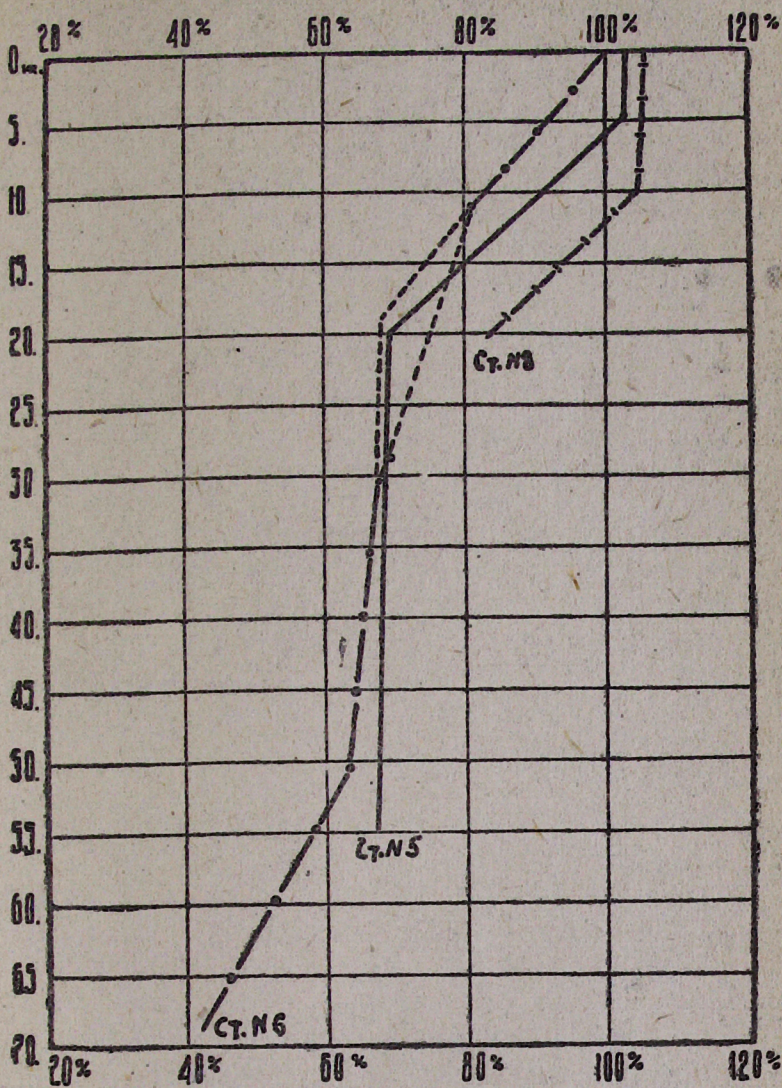


График 7.



нимая во внимание разницу глубин. В северной части в период весенней гомотермии происходит более интенсивное насыщение  $O_2$  всей толщи воды, нежели в южной части озера. Повышение же содержания  $O_2$  на поверхности на ст. № 5 мы объясняем действием нордového ветра. Подобное же явление отмечают Naempel и Halbfass [4,5] для некоторых альпийских озер.

Серия в восточной части озера (ст. № 8) проделана на глубине 20 м. В части, посвященной термике, уже упоминалось, что станция эта подвержена сильному действию ветра, в связи с чем наблюдавшуюся здесь стратификацию свободного растворенного в воде кислорода не следует, конечно, рассматривать, как что-то постоянное для этой станции.

Присматриваясь к кислородным графическим кривым (график 7), мы замечаем, что наибольшие количества кислорода приходятся на станцию с глубиной в 20 м (ст. № 8). Значительное насыщение  $O_2$  идет на этой станции наиболее глубоко по сравнению с другими станциями. На поверхности количество  $O_2$  равно здесь 105%, на 10 м 104%, а затем от 10 до 20 м процентное содержание в воде свободного кислорода падает, но на глубине 20 м доходит все же до 83%. Высокое содержание в воде кислорода на этой станции должно быть объяснено наибольшим перемешиванием всей толщи воды на ней, сравнительно с другими станциями, причем перемешивание воды до дна связано с небольшими глубинами этой станции. Прямым следствием этого является неустойчивость и непостоянство в распределении химических факторов.

Наконец, определения кислорода были сделаны также на ст. № 11 в северной части озера, в районе зарослей *Polygonum amphibium*, и на станции № 10 в восточной части озера, тоже в зоне растительности. Пробы взяты только с поверхности. Эти станции характеризуются уже большим содержанием  $O_2$ , а именно: для зарослей *Polygonum* процентное содержание  $O_2$  равно 121%, а в заводи восточной части—135%. Повышение кислорода в этих участках озера мы объясняем процессом ассимиляции высших растений. Наши наблюдения [6] над суточным ходом растворенного в воде кислорода в участках, богатых макрофитами, дают очень значительные амплитуды колебания в течение суток. Так, на озере Гилли в районе, интенсивно



заселенном макрофитами, содержание  $O_2$  было равно в 24 часа  $73\%$ , а в 12 часов  $226\%$ .

Содержание растворенного в воде  $O_2$  в реке, впадающей в озеро Эйзенам, равняется  $114,0\%$ .

При изучении термического режима озера отмечался ярко выраженный слой температурного скачка на глубине 7—15 м. Это явление с достаточной убедительностью говорит за то, что перемешивание воды в момент, когда мы работали на озере, дальше слоя термоклина не идет. С другой стороны, хорошо аэрированные придонные слои воды озера дают повод предположить, что в какой-то момент происходит их насыщение кислородом. Самыми подходящими для этого моментами являются, несомненно, периоды осенней и весенней гомотермии. Выше нами отмечалось, что наши работы совпали с периодом гидрологического лета. Здесь, быть может, следует внести поправку в том смысле, что это лето следует считать не гидрологическим в широком смысле слова, а термическим. Химический же баланс оз. Эйзенам, наблюдавшийся нами, правильнее рассматривать не как летний, а как весенний. Допустим, что во время весенней гомотермии произошла полная циркуляция воды озера и, в связи с этим, и насыщение кислородом, более или менее значительное (и притом, как отмечалось выше, для различных участков озера различное), дошло до дна. Температура, как более подвижный фактор, вступила в это время уже в следующую стадию, тогда как менее подвижные химические факторы характеризуют еще период весенней гомотермии.

Свободная углекислота в анализах, проделанных нами, начинается с глубины 20 м, но количественно она, к сожалению, не определялась. Содержание монокарбонатов в эйзенамской воде невелико и стратификации с поверхности до 15 м не наблюдается. Количество их равно 2,4 мг на литр. Распределение бикарбонатов в оз. Эйзенам, как видно из графика 8, дает обратную картину по сравнению с температурой и кислородом, а именно: содержание бикарбонатов в озере повышается ко дну. В самом деле, количество бикарбонатов на поверхности равно 82,6 мг на литр, но затем идет повышение их до глубины 30 м, где содержание их на литр



равняется 109,6 мг, причем количество это остается постоянным до дна. Количество же растворенного в воде кислорода ко дну уменьшается (всего на 2%). Аналогичная картина наблюдается и для температуры. Таким образом, кривые хода

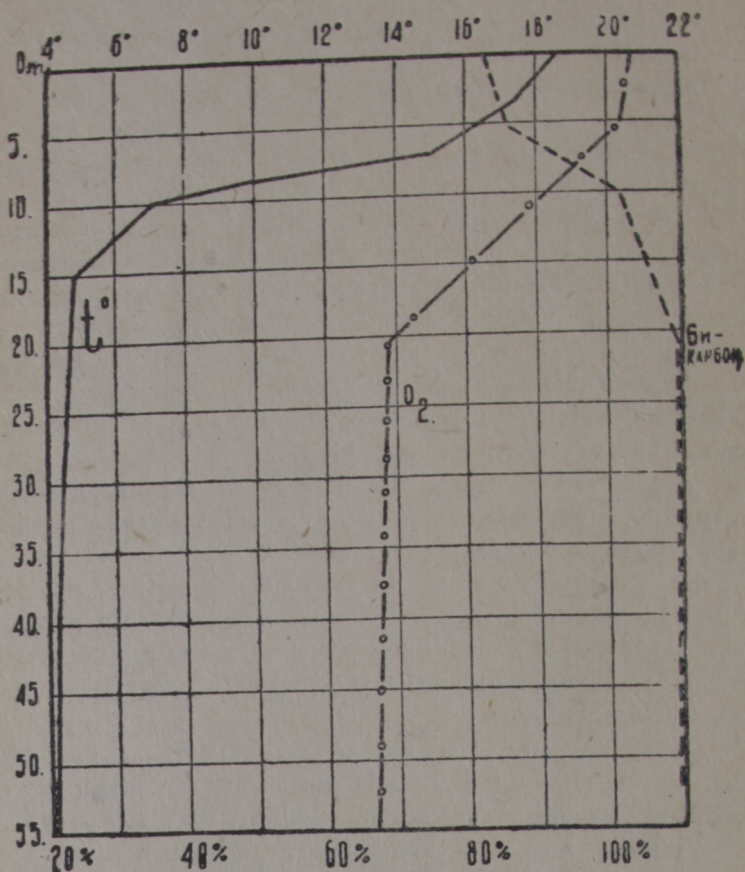


График 8.

температуры, свободного  $O_2$  и бикарбонатов в слое гипolimниона идут параллельно (граф. 8).

Для станции, проделанной на максимальных глубинах, картина распределения монокarbonатов остается та же. Содержание же в воде бикарбонатов возрастает, хотя и очень не-



значительно, но до самого дна, в то время, как количества  $O_2$  сильно понижаются (а именно, у дна обнаружено всего 42%  $O_2$ ).

Содержание бикарбонатов в озере Эйзенам почти в три раза меньше, чем на Севане<sup>1</sup>. Но, сравнивая Эйзенам с другими озерами (Гек-гель, Ак-гель), мы в этом отношении не обнаружили значительной разницы: а именно, для Гек-геля содержание на поверхности бикарбонатов равно 107 мг. Для Ак-геля<sup>2</sup> обнаружены еще меньшие количества бикарбонатов, а именно, 68 мг на поверхности и 114 мг у дна.

Количество кремнекислоты для всех станций и на всех глубинах остается постоянным, и количества ее в озере Эйзенам обнаружены очень незначительные, а именно—0,5 мг на литр. Озеро Эйзенам мы рассматриваем, как карбонатно-кальциевый тип водоема, а в таких озерах, как это было подмечено М. А. Фортунатовым [3], количества  $O_2$  должны быть очень значительны. Примером могут служить Цюрихское озеро, Walchensee, Wurmsee, Севан, Гек-гель.

Стратификация фосфора по слоям, так же, как и кремнекислоты, не была подмечена. Отсутствие стратификации фосфора и кремнекислоты можно объяснить влиянием весенней гомотермии.

Малое содержание фосфора в оз. Эйзенам — 0,025 мг на литр — теоретически вполне понятно. В озерах олиготрофного типа значительных количеств фосфора ожидать трудно, т. к. бедный количественно планктон исключает возможность богатого содержания фосфатов. Наши наблюдения над планктоном вполне подтверждают это положение. Для озер типа Эйзенам, окруженного известняками, явление это вполне понятно. Совсем иная картина наблюдается для озер, окруженных молодыми эффузивными породами. Ярким примером подобных озер является Севан с его андезито-базальтовыми лавами, спускающимися в озеро на западном и, частично, южном берегу. Они сильно повышают приток фосфатов

<sup>1</sup> Данные по Севану взяты из гидрологических журналов Севанской Озерной Станции.

<sup>2</sup> Озеро это принадлежит к группе озер, расположенных на склонах хребта Мров-даг, в 8 км от Гек-геля, выше в горах.



в озеро. Поглощение же фосфора, при наличии относительно бедной органической жизни, незначительно. Поэтому создаются благоприятные условия накопления  $P_2O_5$  (0,7—0,8 мг на 1 литр).

Окисляемость для озера Эйзенам очень незначительна и, хотя ко дну она повышается, но очень незначительно. Так, на поверхности она равна 0,55, на глубине 30 м — 0,69 и у дна — 0,77.

Железа в эйзенамской воде не найдено. Это опять-таки обусловлено своеобразным составом горных пород, которые окружают озеро.

Выше уже упоминалось, что на озере Эйзенам мы брали пробы для полного анализа его воды, но из данных произведенного анализа мы выбрасываем ряд цифр, не внушающих доверия, и приводим только те из них, которые нам кажутся наиболее надежными (см. табл. 7).

Однако, несмотря на неполные данные по химическому анализу воды, мы все же решаемся отнести Эйзенам к типу карбонатно-кальциевых озер.

Таблица 7.

Миллиграммов в литре.

| Глубина<br>в м | Жесткость в немецк. град. |                 |                 | Плотный<br>остаток | $CaO + MgO$ | $Fe_2O_3$ | $FeO$ |
|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|-----------|-------|
|                | Общая                     | Устра-<br>нимая | Посто-<br>янная |                    |             |           |       |
| 0              | 7,5                       | 6,3             | 1,2             | 170,0              | 72,4        | 0         | 0     |
| 15             | 7,5                       | 6,5             | 1,0             | 175,0              | 72,5        | 0         | 0     |
| 43             | 7,7                       | 16,9            | 0,8             | 155,0              | 73,5        | 0         | 0     |
| Река . .       | 10,3                      | 8,2             | 2,1             | 222,0              | 100,6       | 0         | 0     |

## ПЛАНКТОН.

Сборы планктона в озере Эйзенам, как уже упоминалось выше, производились батометром емкостью в 1 литр. Проба фиксировалась формалином. Количественный учет планктических организмов производился двумя способами. Весь зоо-



планктон, а также некоторые растительные формы (*Ceratium hirundinella*) просчитывались в камере системы Кольквица. Зоопланктон представлен настолько бедно, что просчитывалась вся проба целиком. Просчет *Ceratium* зависел от того, как часто встречалась данная форма. Что же касается до *Cyclotella*, то выяснилось, что считать в камере Кольквица данный объект невозможно, так как необходимы были большие увеличения. Поэтому брались химической пипеткой, емкостью в 1 куб. см с десятичными долями, пробы воды в 1,20 куб. см. Капля прикрывалась покровным стеклом 24 X 82 и просчитывалась целиком, а затем уже производились соответствующие расчеты.

Как с количественной, так и качественной стороны планктон в оз. Эйзенам оказался очень бедным.

При изучении состава фитопланктона нами были обнаружены следующие формы:

*Ceratium hirundinella*  
*Cyclotella kutzingiana*  
*Cyclotella compta* var. *paucipunctata*  
*Dinobryon divergens*  
*Peridium* sp.

Кроме того встречались эпифитные диатомовые:

|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| <i>Epithemia zebra</i>    | <i>Cymbella ventricosa</i>   |
| <i>Epithemia sorex</i>    | <i>Synedra vaucheria</i>     |
| <i>Navicula reinhardi</i> | <i>Synedra delicatissima</i> |
| <i>Navicula tenella</i>   | <i>Synedra acus</i> .        |

Наибольшее количество эпифитных диатомей было найдено на глубине 15 м. Эти формы, принесенные в пелагическую зону во время весеннего паводка, были нами обнаружены в тот момент, когда они опускались на дно.

Этими формами и выражается, по существу, весь состав фитопланктона в оз. Эйзенам.

Что же касается до зоопланктона этого озера, то, с точки зрения систематики, мы представляем судить о нем специалистам, прорабатывающим наши сборы из оз. Эйзенам. Мы



же примем его во внимание только при количественном учете планктона.

В этом отношении планктон озера Эйзенам представлен тоже очень бедно (табл. 8).

Таблица 8.

| Наименование                   | Глубина в метрах |        |        |       |       |     |     |
|--------------------------------|------------------|--------|--------|-------|-------|-----|-----|
|                                | 0                | 10     | 15     | 30    | 43    | 0   | 1,5 |
| <i>Ceratium hirundinella</i> . | 1224             | 215    | 872    | 375   | 192   | 798 | —   |
| <i>Cyclotella</i> . . . . .    | 128880           | 283200 | 344000 | 83200 | 67500 | —   | —   |
| <i>Rotatoria</i> . . . . .     | 3                | 309    | 161    | 7     | 7     | 12  | —   |
| <i>Cladocera</i> . . . . .     | 3                | 4      | 1      | 2     | 2     | —   | —   |

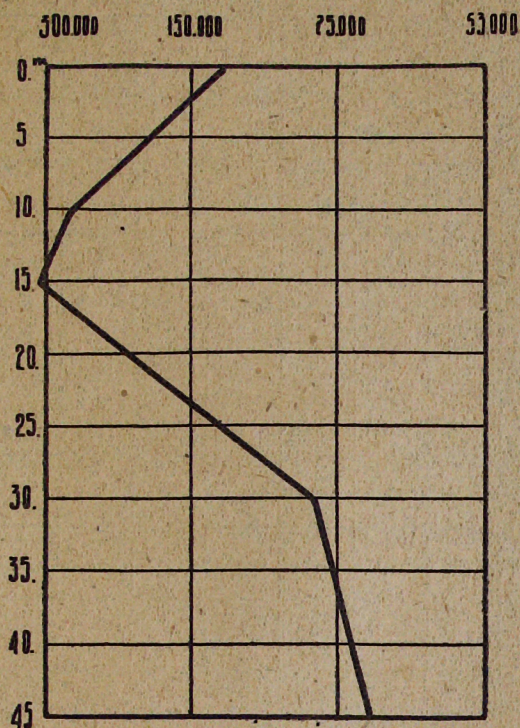
Как видно из таблицы 8, наиболее часто встречающимися формами являются здесь *Cyclotella*. Максимального развития они достигают на глубине 15 м (см. график 9).

Очевидно, температурный режим на глубине 15 м оказался наиболее благоприятным для развития диатомей; поверхностные же слои воды были настолько интенсивно прогреты, что температура их оказалась значительно выше, чем это требуется для успешного развития *Cyclotella*. Известно, что развитие диатомовых водорослей приурочено к двум периодам — к ранней весне и осени. На глубинах, превышающих 15 м, наблюдается постепенное уменьшение количества *Cyclotella*. Но диатомовые были встречены нами и у самого дна. Мы склонны думать, что на этих глубинах мы имеем дело с формами отмирающими, так как трудно предположить, чтобы диатомовый планктон мог развиваться и жить на глубине. Однако, решить этот вопрос окончательно не представляется возможным на фиксированном материале: у мертвых форм хроматофоры сохраняются еще некоторое время.

Зеркальным изображением хода кривой, характеризующей развитие *Cyclotella*, служит кривая, вычерченная для *Ceratium* (график 10). *Ceratium hirundinella* максимального развития достигает на поверхности. Это явление вполне нормальное, т. к.



данная форма является теплолюбивой и, как правило, развивается интенсивнее всего в летние месяцы [10]. Несколько неясна причина вспышки в развитии на глубине 15 м; повидимому, это отмирающие формы, скопившиеся в зоне термоклина в связи с различными плотностями воды. Затем идет постепенное падение до дна.



— *Cyclostella*

График 9.

Для *Rotatoria*, из которых основной формой является *Notholca*, картина распределения в общих чертах повторяет кривую хода для *Cyclostella*, а именно—наибольшие количества встречаются на глубине 10 м, на поверхности же было найдено всего 3 экземпляра на 1 литр. Развитие *Rotatoria* на глубинах



в 10—15 м мы склонны об'яснить опять-таки температурным режимом, характеризовавшим в данный момент озеро. *Cladocera* были выражены единичными экземплярами. Но все же наибольшие количества их приходится на глубины в 10 м.

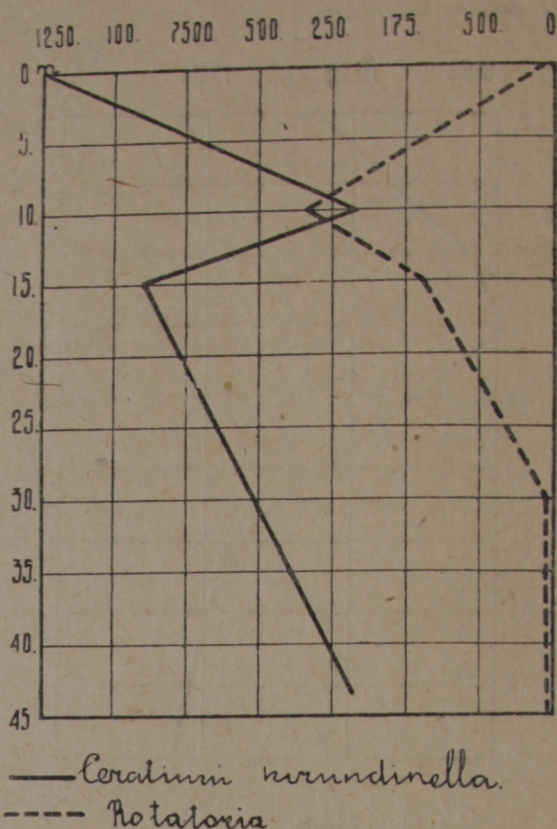


График 10.

Однако, для зоопланктона 1 литр воды, взятый для количественного учета организмов, является совершенно недостаточным, и поэтому к цифрам, характеризующим зоопланктон с количественной стороны, необходимо относиться осторожно. То же можно сказать и о количественном учете *Dinobryon*.



Форма эта встречается единичными экземплярами и количественный учет ее был бы случаен.

Раньше нами упоминалось, что термический режим озера, в период наблюдений, характеризует момент гидрологического лета.

Для планктических организмов в озере Эйзенам мы подмечаем ярко выраженную стратификацию, связанную целиком с температурными данными. А именно, на поверхности мы встречаем формы, характеризующие лето, на глубине же 10—15 м мы встречаем максимальное развитие организмов, характеризующих весеннее цветение водоема. Для газового режима намечается стратификация, характеризующая озеро в переходной стадии — от весеннего к летнему режиму. И, наконец, такие элементы, как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , мало подвижные, дают картину распределения, характерную для периода весенней гомотермии. Поэтому для этих элементов никакой разницы в их распределении по слоям подметить не удалось.

Из всего вышеизложенного необходимо сделать вывод, что для различных факторов, характеризующих водоем, наступление того или иного сезонного периода не совпадает во времени. Поэтому, когда говорят, что озеро переживает период гидрологического лета, это неправильно по существу, так как для различных факторов момент этот падает на разное время.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Обращаясь к вопросу о том, к какому типу озер следует отнести описанное выше озеро Эйзенам, мы считаем, что по схеме Thienemann и Naumann [10] оно должно быть отнесено к озерам олиготрофного типа.

Действительно, будучи типично-горным озером, оно характеризуется, как видно из предыдущего, достаточной глубиной. При изучении термической стратификации в озере нами было обнаружено следующее: слой гипolimниона превышает слой эпилимниона. Богатое содержание свободно растворенного в воде кислорода идет в достаточных количествах до дна. Принимая во внимание весь комплекс химических факторов, трудно предположить, чтобы зимой обеднение кислородом было значительным. Планктон как качественно, так и количественно, беден.



## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. Demoll R. Temperaturwellen (Seiches) und Planktonwellen.—Arch. f. Hydrobiol., B. XII, H. 2, 1921.
2. Фортунатов М. А. и Инясезский А. Н. К вопросу о вертикальном распределении температуры в Севанском озере. — Изв. Гос. Унив. Армении, в. II, 1927.
3. Фортунатов М. А. Гидрологический очерк озера Гек-гель (In litteris).
4. Haempel O. Zur Kenntnis einiger Alpenseen.
5. Halbfass W. Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Berlin, 1923.
6. Киреева М. С. Эпифитные диатомовые озера Гилли. — Труды Севан. Озерн. Станции, т. II, в. 3, 1929.
7. Лайстер А. Ф. и Чурсин Г. Ф. География Кавказа. Тифлис, 1924.
8. Лятти С. Я. Гидрохимические исследования озера Севан (Гокчи) и его притоков. — Бюл. Бюро гидром. исслед. на оз. Севан, № 7—8, 1929.
9. Россолимо Л. Л. Материалы по гидрологии и планктону некоторых водоемов Мещерской низменности. — Труды Косинской Биол. Станции, т. I, в. 7—8, 1928.
10. Thienemann Aug. Die Gewässer Mitteleuropas. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. B. I, 1924.
11. Шостакович В. Б. Байкал. — Труды Иркутск. Магнит. и Метеорол. Обсерв., № 1, 1926.
12. Wedderburn E.-M. An experimental investigation of the temperature changes occurring in fresh-water lochs. — Proceedings of Royal Society of Edinburgh, XXVIII, I, 1907.