

75785

Озеро

Байкал.

ОЗЕРО БАЙКАЛЪ.

1. Объемъ озера.

Еще въ 70-ыхъ годахъ прошлого столѣтія изслѣдованія г.г. Дыбовскаго и Годлевскаго обнаружили въ озерѣ Байкалъ очень большія глубины. Послѣ работы этихъ изслѣдователей довольно долго не производилось никакихъ новыхъ промѣровъ. Только черезъ четверть вѣка Гидрографическая экспедиція Байкальскаго озера, снаряженная Главнымъ Гидрографическимъ Управлѣніемъ, подробно обслѣдовала Байкалъ въ теченіе 1896—1902 г.г. и, между прочимъ, организовала цѣлый рядъ промѣровъ глубинъ. Въ изданіи Гидрографического Управлѣнія: «Лодія и Физико-Географическій очеркъ озера Байкалъ» Спб. 1908 г. помѣщена карта глубинъ озера, составленная на основаніи работъ экспедиціи и также всѣхъ прежнихъ промѣровъ.

Наибольшая глубина озера, измѣренная экспедиціей, достигаетъ 832 шести футовыхъ саженъ, или 1522 метра. Сколько мнѣ известно, такихъ глубинъ не имѣеть ни одно прѣсное озеро, да и громаднѣйшее изъ соленыхъ озеръ—«Каспійское море»—значительно мельче Байкала.

Такъ карта глубинъ Каспія, приложенная къ Трудамъ Каспійской экспедиціи Т. И. (Издание Бюро по промысловой зоологии и рыболовству Ученаго Комитета Главнаго Управлѣнія Земледѣлія и Землеустройства). СПб. 1907., наибольшую глубину Каспія даетъ нѣсколько больше 900 метровъ.

Пользуясь упомянутой выше картой глубинъ Байкала, я попытался опредѣлить объемъ воды озера.

Необходимо оговориться, что къ полученному результату нельзя предъявлять особыхъ требованій въ частности, уже по одному тому, что для точныхъ расчетовъ еще не достаю сдѣланныхъ до сихъ поръ промѣровъ, — потому, что карта даетъ области съ различными глубинами только очень широкими ступенями: отъ 200 до 250 саженъ. Поэтому можно рассматривать какъ первое приближеніе.

Площадь всего озера, включая поверхность острова Ольхона, прията въ 34140 кв. кил. согласно послѣднимъ даннымъ. А. Тилло и Ю. Шокальского: «Исчислениe поверхности Азіатской Россіи съ показаниемъ площадей бассейновъ: океановъ, морей, рѣкъ, озеръ и т. д. СПБ. 1905.

Площади областей различныхъ глубинъ, а также площадь всего озера (безъ острова Ольхона) опредѣлены мною трехъкратно при помощи планиметра; какъ окончательный результатъ взято среднее изъ этихъ трехъ измѣреній. Затѣмъ вычислено процентное отношеніе площади каждой области къ площади всего озера, наконецъ, опредѣлена площадь каждой области въ квадратныхъ километрахъ. Приводимъ ниже результаты вычисленій:

Средн. глуб. въ метр.	Поверх. въ % всей площ. озера.	Поверх. въ кв. кил.	Объемъ въ куб. кил.
1500	3.86	1317.7	1976.6
1412	0.70	239.0	337.5
1326	6.10	2082.5	2761.4
1097	18.49	6312.5	6924.8
732	35.80	12221.1	8945.8
366	15.23	5199.5	1903.0
91	17.38	5933.5	539.9
Площадь Ольхопа	2.44	834.2	—
Всего . . .	100. 0	34140.0	23389.0

Такимъ образомъ оказывается, что почти 30% поверхности озера имѣть глубины свыше 1000 метровъ, а вся масса воды въ озерѣ достигаетъ внушительного объема въ 23389 кубическихъ километровъ.

Средняя глубина Байкала, т.-е. объемъ, раздѣленный на площадь, равняется 685 метрамъ.

Для сравненія приводимъ нѣсколько данныхъ объ объемахъ и площадяхъ другихъ озеръ.

	Площади въ кв. килом.	Глубины въ метрахъ. Максимал.	Средняя.	Объемъ въ куб. килом.
Каспійское . . .	436340	900	205	89676
Аральское . . .	67820	68	16	1028
Байкалъ . . .	34140	1522	685	23389
Ладога . . .	17631	—	49	882
Женевское . . .	582	334	154	90

Данныя объ Аральскомъ, Ладогѣ и Женевскомъ взяты по Бергу [Л. Бергъ. Аральское море. Научные результаты Аральской Экспедиціи,

снаряженной Туркестанскимъ Отдѣломъ Императ. Русск. Геогр. Об-ва. СПб. 1908 г.].

Объемъ Каспія вычисленъ мною по картѣ его глубинъ, о которой была рѣчь выше.

Итакъ, даже величайшее изъ озеръ Земного шара—Каспійское съ площадью въ 436340 кв. кил. является по сравненію съ Байкаломъ очень мелкимъ, такъ какъ только 0.2% всей его площади имѣть глубины около 1000 метр.; глубины 60% его площади не превышаютъ 75 метровъ.

Объемъ воды Каспія равенъ 89676 куб. килом.

Благодаря большимъ глубинамъ, Байкалъ, имѣя въ 14 разъ меньшую поверхность, чѣмъ Каспій, обладаетъ только въ 3.8 разъ меньшей массой воды; изъ Байкала можетъ выйти 23 такихъ же морей, какъ Аральское.

Такъ какъ уровень Байкала меняется, вообще говоря, незначительно изъ года въ годъ, то возможно принять, что единственный истокъ Байкала,— Ангара, выносить изъ озера какъ разъ то количество воды, которое собирается въ Байкалъ со всего его бассейна.

По Э. Штеллингу (О колебаніяхъ уровня рѣки Ангара у г. Иркутска. Извѣстія Восточно-Сибирского Отдѣла Импер. Русск. Географ. Об-ва. Томъ XIX, № 4) средній годовой расходъ воды въ ней равенъ 66 куб. килом.

Принимая эту величину за годовой стокъ въ Байкалъ съ его бассейна, видимъ, что Байкальский водоемъ могъ бы быть наполненъ при современныхъ условіяхъ осадковъ и испаренія въ 355 лѣтъ (23389 : 66).

2. Годовой оборотъ тепла.

Работа А. В. Вознесенского «Очеркъ климатическихъ особенностей Байкала», помещенная въ «Лоціи Байкала» содержитъ, между промъ, наблюденія надъ годовымъ ходомъ температуры воды Байкала на различныхъ глубинахъ.

Всѣ довольно многочисленныя наблюденія указываютъ на то, что годовыхъ измѣненіяхъ температуры воды принимаетъ участіе только до 250 метровъ глубины. Болѣе глубокіе слои круглый годъ сохраняютъ одинаковую температуру около 4° Ц. Поэтому для сужденія годовомъ оборотѣ тепла озера, надо принимать во вниманіе количество тепла только въ этомъ поверхностномъ 250 метровомъ слоѣ.

А. В. Вознесенскій приводитъ слѣдующую табличку температуры различныхъ глубинахъ по наблюденіямъ около Голоустнаго. Отмѣченныя звѣздочкой величины интерполированы нами на основаніи наблюденій соседнихъ мѣсяцевъ.

Глубина.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрель.	Май.	Июнь.	Июль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.
0 м.	0,0°	0,1°	0,8°	1,6°	2,7°	6,3°	9,0°	16,1°	8,1°	6,8°	5,5°	2,7°
2 "	0,2	0,5	0,8	1,5	2,6	4,7	7,7	14,4	10,2	6,1	5,4	2,8
5 "	0,5	0,5	0,8	1,5	2,6	4,0	7,0	11,5	10,2	6,1	5,4	2,9
10 "	0,6	0,5	0,8	1,5	2,5	3,7	6,5	9,2	9,3	5,8	5,3	3,0
25 "	0,8	0,6	0,9	1,6	2,5	3,7	5,5	5,5	6,9	5,7	5,2	3,0
40 "	1,0	1,1	1,1	1,5	2,5	3,6	5,0	4,5	5,4	5,2	5,2	3,1
50 "	1,3	1,5	1,5	1,7	2,6	3,6	4,6	4,3	5,0	5,9	5,1	3,2
75 "	2,0	2,2	2,3	2,4	2,8	3,6	4,5	4,4	4,6	5,9	5,1	3,5
100 "	3,0	3,2	3,2	3,2	2,9	3,6	4,5	4,5	4,5	5,6	5,0	4,0
150 "	3,6	3,4	3,3	3,7	*3,7	3,7	4,4	4,5	4,2	5,3	5,0	4,3
200 "	4,0	3,8	3,6	4,0	*4,0	*4,0	*4,6	4,8	4,1	4,0	*4,0	4,0
250 "	*3,9	3,5	3,5	*3,5	*3,5	*3,5	*3,6	*3,7	3,9	*3,9	*3,9	*3,9

Вычисливъ по этимъ даннымъ для каждого мѣсяца количество тепла въ 250 метровомъ слоѣ, мы получили слѣдующую таблицу:

Количество тепла въ килограмъ-калоріяхъ въ столбѣ воды въ 1 кв. метръ площадью, высотой (глубиной) въ 250 метровъ по многолѣтнимъ наблюденіямъ въ Голоустномъ.

Глубины.	Я.	Ф.	М.	А.	М.	I.
0— 10 . .	4000	4600	7000	15100	25850	43300
10— 25 . .	10500	8250	12750	23250	37500	55500
25— 50 . .	25000	25750	28000	39250	63000	90750
50—100 . .	103750	113750	116250	121250	138750	180000
100—150 . .	165000	165000	162500	172500	165000	182500
150—200 . .	190000	180000	172500	192500	192500	192500
200—250 . .	197500	182500	177500	187500	187500	187500
Сумма. . .	695750	679850	677500	751350	810100	932050
Глубины.	I.	A.	C.	O.	H.	D.
0— 10 . .	72500	121100	97650	60950	53850	28800
10— 25 . .	90000	110250	121500	86250	78750	45000
25— 50 . .	126750	119000	144250	137250	129500	77250
50—100 . .	226250	220000	233750	291250	253750	17500
100—150 . .	222500	225000	217500	272500	250000	20700
150—200 . .	210000	232500	207500	232500	225000	20400
200—250 . .	187500	212500	200000	197500	197500	197500
Сумма. . .	1135500	1240350	1222150	1278200	1188350	970000

Наибольшее количество тепла содержится въ водѣ озера въ Октябрѣ (1278200 к. к.); начиная отъ этого мѣсяца до марта замѣча-

постепенное уменьшениe тепла. Минимумъ тепла приходится на мартъ (677500 к. к.). Съ апрѣля количество тепла въ водѣ замѣтно возрастаетъ и этотъ приростъ тепла продолжается до октября. Интересно отмѣтить, что количество тепла въ 250 метровомъ слоѣ въ ноябрѣ значительно больше, чѣмъ въ юлѣ и даже въ декабрѣ больше, чѣмъ въ юнѣ.

Изъ приведенныхъ выше результатовъ вычисленія глубины озера мы видимъ, что около 27400 кв. килом. всей площади Байкала имѣютъ глубины больше 200 метровъ, а каждый кв. метръ водной поверхности такой глубины отдаетъ тепла въ килограммъ-калоріяхъ: съ окт. по нояб. 89500, съ нояб. по дек. 247300, съ дек. по янв. 245300, съ янв. по февр. 15900 и съ февр. по мартъ 2350, а всего съ октября по мартъ 600700.

Если принять во вниманіе обширное водное пространство озера, то станетъ понятно мощное вліяніе Байкала на температуру воздуха его побережья. Согрѣвающее дѣйствіе Байкала (осенью и въ первую половину зимы) по А. В. Вознесенскому ощутимо совершенно ясно въ Иркутскѣ въ 60 верстахъ отъ озера.

Отдача тепла воздуху происходитъ главнымъ образомъ до тѣхъ поръ, пока озеро не покроется льдомъ, въ среднемъ въ половинѣ января. Ледяной покровъ представляетъ превосходную защиту отъ потери тепла и мѣсячная убыль тепла въ водѣ отъ значительной величины 245300 к. к. отъ декабря къ январю падаетъ до 15900 к. к. (отъ янв. къ февр.), слѣдовательно потеря тепла уменьшается въ 16 разъ. При этомъ слѣдуетъ отмѣтить, что съ замерзаніемъ озера замѣчается перераспределеніе тепла: болѣе глубокіе и теплые слои теряютъ тепло, а за ихъ счетъ нагрѣваются верхніе. Это особенно ясно выступаетъ, если обратить вниманіе на распределеніе тепла въ различныхъ слояхъ въ январѣ, февралѣ и мартѣ.

Такъ количество тепла въ столбѣ воды поверхностью въ 1 кв. метръ + увеличилось — уменьшилось.

На глубинѣ до	Отъ янв. къ февр.	Отъ февр. къ марта.
10 м.	+ 600	+ 2400
25 »	- 2250	+ 4500
50 »	+ 750	+ 2250
100 »	+ 10000	+ 2500
150 »	± 0	- 2500
200 »	- 10000	- 7500
250 »	- 15000	- 5000

Изъ 15000 кил. кал. тепла, убавившагося въ глубокихъ слояхъ февраля до марта 11650 к. к. пошло на увеличеніе тепла болѣе глубокихъ слоевъ и только 3350 к. к. разсѣялось черезъ ледъ въ воздухъ.

Если взять въ разсчетъ количество тепла только до 150 м., то этотъ слой теряетъ тепло только до замерзанія озера, а затѣмъ снова накапливаетъ его.

Количество тепла въ этомъ слоѣ за:

январь	308250	июль	738000
февраль	317350	августъ	795350
мартъ	326500	сентябрь	814650
апрѣль	371350	октябрь	848200
май	430100	ноябрь	765850
июнь	552050	декабрь	536050

Важность для теплового режима момента замерзанія озера особенно рельефно замѣтна на отдельныхъ наблюденіяхъ, гдѣ особенности не сглаживаются, какъ въ среднихъ изъ ряда наблюденій.

Поэтому я позволю привести здѣсь одинъ примѣръ:

Маритуй 1910 г.

Глубины:	15 янв. Озеро толь- ко что замерзло. Толщ. льда 30 сант.	6 февр. толщи- на льда 61 с.	24 февр. толщи- на льда 76 с.
0— 10 м.	0	2100	2750
10— 30 »	2000	7000	8000
30— 50 »	11000	15000	19000
50—100 »	110000	87500	130000
100—150 »	175000	150000	195000
150—200 »	175000	175000	200000
Сумма	473000	437350	554750

Такимъ образомъ оказывается, что, не смотря на малую теплопроводность воды, тепло глубокихъ слоевъ все-таки довольно сильно согрѣваетъ верхніе слои.

Годовой оборотъ тепла въ Байкалѣ имѣть нѣкоторое сходство съ оборотомъ тепла въ оз. Сарданахъ¹⁾), не смотря на полную противоположность этихъ озеръ. Сарданахъ очень небольшое и мелкое.

Послѣ покрытия поверхности обоихъ озеръ льдомъ замѣчается уменіе количества тепла въ водахъ того и другого озера.

Только у небольшого и мелкаго Сарданахъ это увеличеніе быває очень незначительно, наступаетъ сейчасъ же вслѣдъ за замерзаніемъ быстро смыняется потерей тепла. У Байкала это согрѣваніе, начиная

¹⁾ В. Б. Шостаковичъ. Годовой оборотъ тепла озера Сарданахъ. Извѣстія Импер. Академіи Наукъ. 1910 г.

непосредственно послѣ замерзанія въ поверхностныхъ слояхъ, медленно распространяется на весь активный 250 метровый слой и проявляется увеличеніемъ общаго количества тепла къ апрѣлю. Повышеніе количества тепла въ апрѣлѣ несомнѣнно результатъ дѣйствія теплыхъ глубокихъ слоевъ; оно никакъ не можетъ быть отнесено на счетъ температуры воздуха, такъ какъ въ апрѣлѣ озеро еще покрыто льдомъ, да и температура слишкомъ низка ($-1^{\circ},2$).

Описанный выше годовой оборотъ тепла свойствененъ глубокимъ частямъ и открытому озеру. Въ мелкихъ мѣстахъ и особенно близъ впаденія большихъ рѣкъ годовые колебанія въ количествѣ тепла происходятъ иначе.

Здѣсь отсутствуетъ придонный болѣе или менѣе мощный слой съ постоянной температурой — источникъ зимняго нагреванія поверхностныхъ слоевъ.

Въ такихъ мѣстахъ не наблюдается увеличенія тепла въ водѣ послѣ замерзанія. Мало того, происходитъ постоянное охлажденіе воды и потеря тепла, благодаря притоку рѣчной воды, всегда охлажденной подъ льдомъ почти до нуля. Все это отлично видно изъ таблицы, показывающей по мѣсяцамъ запасъ тепла въ озерѣ по наблюденіямъ близъ Сагарѣ при впаденіи въ Байкалъ рѣки Верхней Ангары. Эти величины вычислены по таблицѣ температуръ на различныхъ глубинахъ, приведенной въ упомянутомъ сочиненіи А. В. Вознесенского. Данныя за ноябрь и декабрь, за отсутствіемъ непосредственныхъ наблюденій интерполированы по наблюденіямъ въ соседнихъ мѣстахъ.

Количество тепла въ килограммъ-калоріяхъ въ столбѣ воды въ 1 кв. метръ площадью, высотой (глубиной) въ 91 метръ по многолѣтнимъ наблюденіямъ въ Дагарахъ.

Глубины:	Я.	Ф.	М.	А.	М.	I.
0—2 . . .	0	0	0	0	200	3400
2—10 . . .	4000	3200	1600	1200	2800	14000
10—18 . . .	12000	9200	4400	2800	5600	14400
18—27 . . .	18900	14400	7650	5400	9000	16200
27—46 . . .	47500	31350	22800	24700	28500	36100
46—91 . . .	135000	101250	101250	108000	110250	112500
Сумма . . .	217400	159400	137700	142100	156750	196600
Глубины:	I.	A.	C.	O.	H.	Д.
2 . . .	27900	23500	16500	7000	6400	4300
10 . . .	64000	87200	52800	35200	20100	17200
18 . . .	36000	71000	52800	33200	26000	18400
27 . . .	35500	63450	59400	35550	30600	22500
46 . . .	67200	114050	95950	75050	69350	57950
91 . . .	158750	207000	229500	186750	162000	155250
Сумма . . .	389350	566200	506950	372750	334450	275600

Наибольшее прогревание воды въ Дагарахъ падаетъ на августъ этого мѣсяца запасъ тепла во всѣхъ слояхъ непрерывно уменьшае до апрѣля, когда вновь начинается сначала незначительный, а потѣ все большій и большій приростъ тепла.

Въ заключеніе этой замѣтки я позволю себѣ обратить вниманія одно обстоятельство. Вычисленія показали, что наибольшее количество тепла въ 250 метровомъ поверхностномъ слоѣ Байкала заключается въ октябрѣ (на 56050 кил. кал. больше, чѣмъ въ сентябрѣ). Откуда берется этотъ приростъ?

Температура воздуха въ это время уже значительно ниже температуры воды.

	Июль.	Авг.	Сент.	Окт.
Средняя темпер. поверхн. воды въ открыт. озерѣ . . .	6,6	9,0	8,1	5,6
Температура воздуха при- брежныхъ станцій . . .	13,9	14,4	8,8	1,9

Теплота воздуха не можетъ быть причиной увеличенія теплоты воды. И мы видимъ, что самые поверхностные слои воды (до глубинъ 25 метр.) въ сравненіи съ сентябремъ потеряли 73450 к. к.

Глубокіе слои (ниже 250 м.), имѣющіе температуру около 4, тоже никакъ не могутъ нагрѣть вышележащую воду до 5,9 (смогли бы таблицу глубоководныхъ температуръ — октябрь). Это неожиданное нападаніе воды въ октябрѣ кажется мнѣ пока непонятнымъ. Едва ли въ этомъ можно предположить ошибку въ наблюденіяхъ, потому что данные добытыя въ другіе годы и въ другихъ частяхъ озера указываютъ то же на наибольшее количество тепла именно въ октябрѣ.

Такъ, по наблюденіямъ въ Маритуй и около Ушканыхъ островъ, вычислень слѣдующій запасъ тепла въ столбѣ воды въ 1 кв. метръ поверхностью:

Глубины.	Маритуй 1909 г.		Маритуй 1910 г.		Ушканій остр. 1910	
	25 сент.	13 окт.	26 сент.	16 окт.	19 сент.	14 окт.
0— 2 . .	17400	13900	18500	13600	20900	1590
2— 5 . .	25800	20700	26700	20400	30900	2325
5— 10 . .	42250	33750	43000	33750	46750	3775
10— 20 . .	83500	67000	82000	67000	75000	7450
20— 30 . .	82000	67000	75500	66500	60500	7400
30— 50 . .	152000	134000	126000	132000	99000	1280
50—100 . .	307500	327500	237500	307500	212500	1500
00—150 . .	237500	320000	197500	267500	205000	218
50—200 . .	207500	305000	192500	222500	200000	262
Сумма . . .	1155450	1288850	999200	1130750	950550	99340
Прибавилось.	—	133400	—	131550	—	4285

В. Б. Шостаковичъ.