



Гидрология озер

Озеро – природный водоем с замедленным водообменом



Озеро — естественный водоем суши с замедленным водообменом. Как правило, озера обладают выработанными под воздействием ветрового волнения берегами. Озера не имеют непосредственной связи с океаном.

Для образования озера необходимы два непеременимых условия — наличие естественной **котловины**, т. е. замкнутого понижения земной поверхности, и находящегося в этой котловине определенного **объема воды**.

Распространение озер на планете

- максимально представлены в районах древнего оледенения
- в районах вечной мерзлоты
- в областях внутреннего стока
- в поймах рек
- в дельтах



Озерность некоторых стран, %

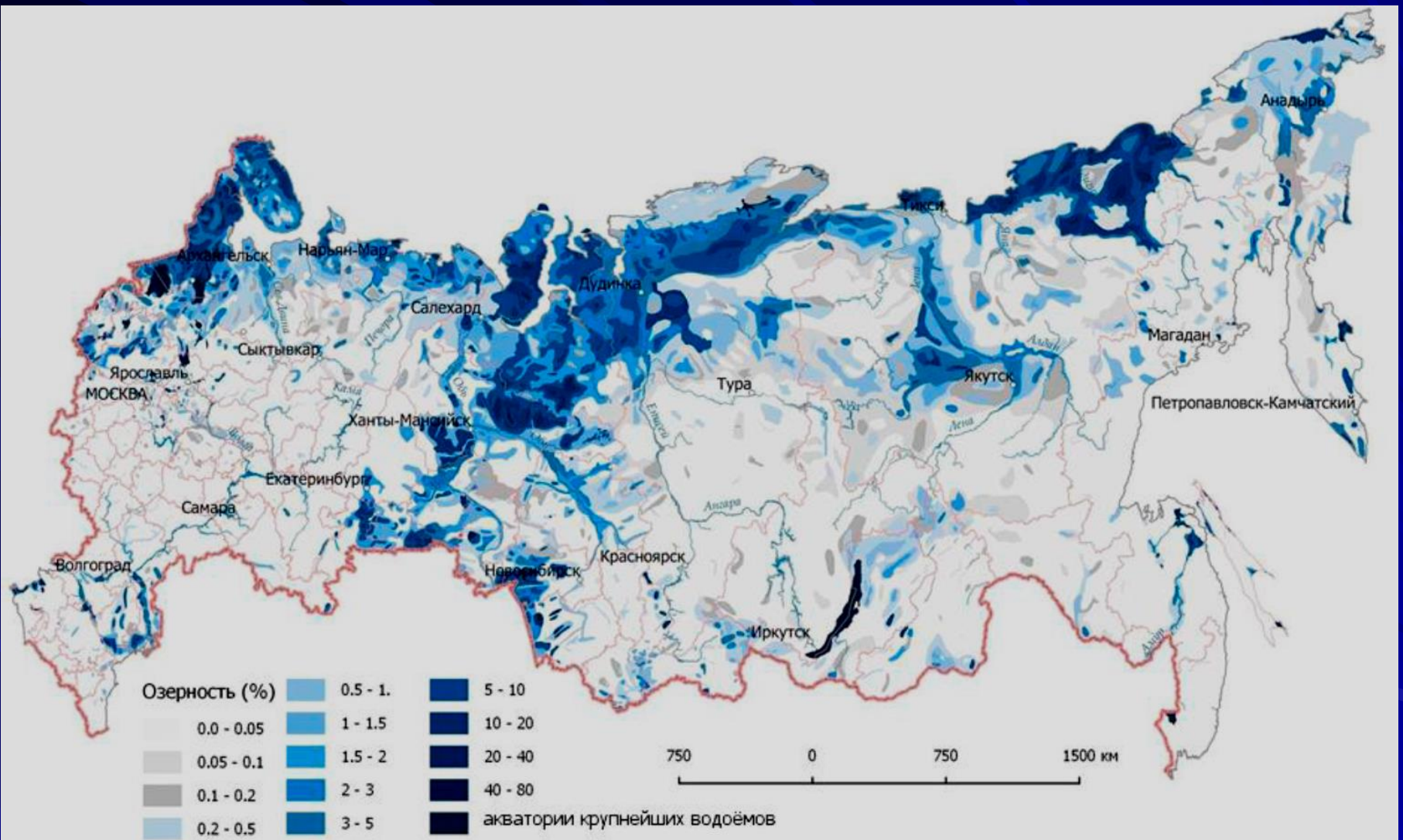
```
graph TD; A([Озерность некоторых стран, %]) --- B((Финляндия 9,4)); B --- C((Швеция 8,6)); B --- D((Россия 2,1))
```

**Финляндия
9,4**

**Швеция
8,6**

**Россия
2,1**

Карта естественной озёрности Российской Федерации



Озера мира

Общая площадь всех озер мира 2,058 млн км² (около 1,4% площади всей суши Земли).

Площадь всех пресных озер на планете составляет 1,236 млн км²,
солончатых и соленых — 0,822 млн км².

Во всех озерах мира содержится 176,4 тыс. км³ воды;
объем пресных озер — 91,0 тыс. км³, солончатых и
соленых — 85,4 тыс. км³

В России находится 34 крупнейших озера с площадью более 250 км². Их суммарная площадь равна 84779 км². Таких озер в Европейской части России — девять, а в Азиатской части — 25. Озер с площадью более 1000 км² всего восемь (по четыре в ЕЧР и АЧР). Их суммарная площадь составляет 74 020 км².

На долю Байкала приходится почти 90% запасов пресных вод в озерах России и более 25% объема вод во всех пресных озерах мира.

Список глубочайших (≥ 100 м) озёр России

№	Озеро	Регион(ы) России	Глубина, м	Площадь, км²
1	<u>Байкал</u>	<u>Бурятия, Иркутская область</u>	1642	31 722
2	<u>Каспийское море</u>	<u>Дагестан, Калмыкия, Астраханская область</u>	1025	371 000
3	<u>Хантайское</u>	<u>Красноярский край</u>	420	822
4	<u>Кольцевое</u>	<u>Сахалинская область</u>	369	26
5	<u>Телецкое</u>	<u>Республика Алтай</u>	325	223
6	<u>Курильское</u>	<u>Камчатский край</u>	316	77
7	<u>Лама</u>	<u>Красноярский край</u>	300	318
8	<u>Церик-Кёль</u>	<u>Кабардино-Балкария</u>	279	0,0216
9	<u>Аян</u>	<u>Красноярский край</u>	250	89,6
10	<u>Ладожское</u>	<u>Карелия, Ленинградская область</u>	233	18 135
11	<u>Нойон-Холь</u>	<u>Тыва</u>	225	52
12	<u>Шадхурей</u>	<u>Кабардино-Балкария</u>	200	0,54
13	<u>Виви</u>	<u>Красноярский край</u>	192	229
14	<u>Орон</u>	<u>Иркутская область</u>	184	51.3
15	<u>Маны-Холь</u>	<u>Тыва</u>	180	30,7
16	<u>Кета</u>	<u>Красноярский край</u>	180	452
17	<u>Эльгыгытгын</u>	<u>Чукотский автономный округ</u>	174	110
18	<u>Табашинское</u>	<u>Марий Эл</u>	171	0,262
19	<u>Собачье</u>	<u>Красноярский край</u>	162	99,4
20	<u>Сут-Холь</u>	<u>Тыва</u>	148	13,3
21	<u>Кроноцкое</u>	<u>Камчатский край</u>	148	242

Типизация озер по размеру

- очень большие $F > 1000 \text{ км}^2$
- большие $100 < F < 1000 \text{ км}^2$
- средние $10 < F < 100 \text{ км}^2$
- малые $F < 10 \text{ км}^2$

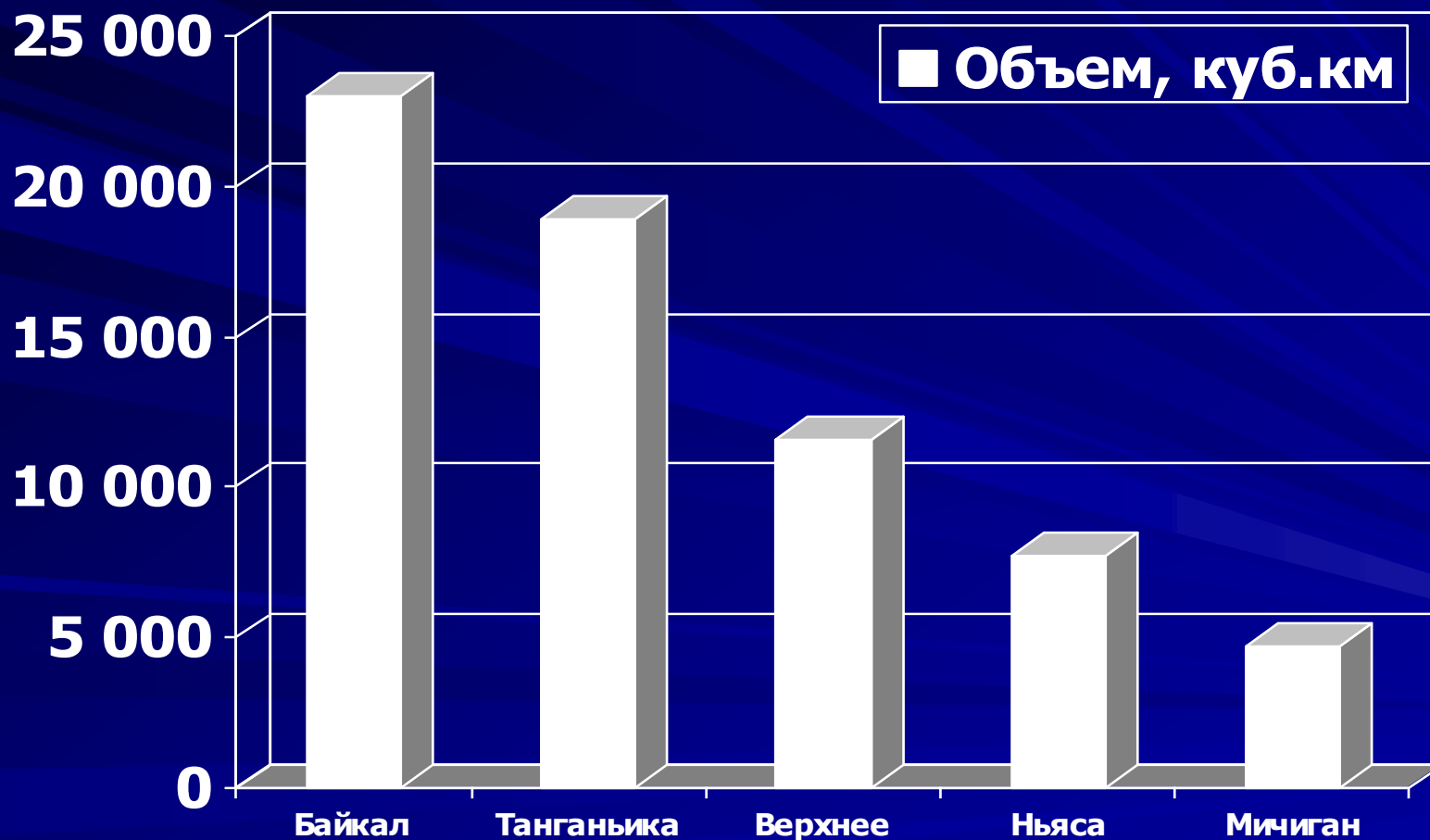
Список озёр России крупнее 200 км²

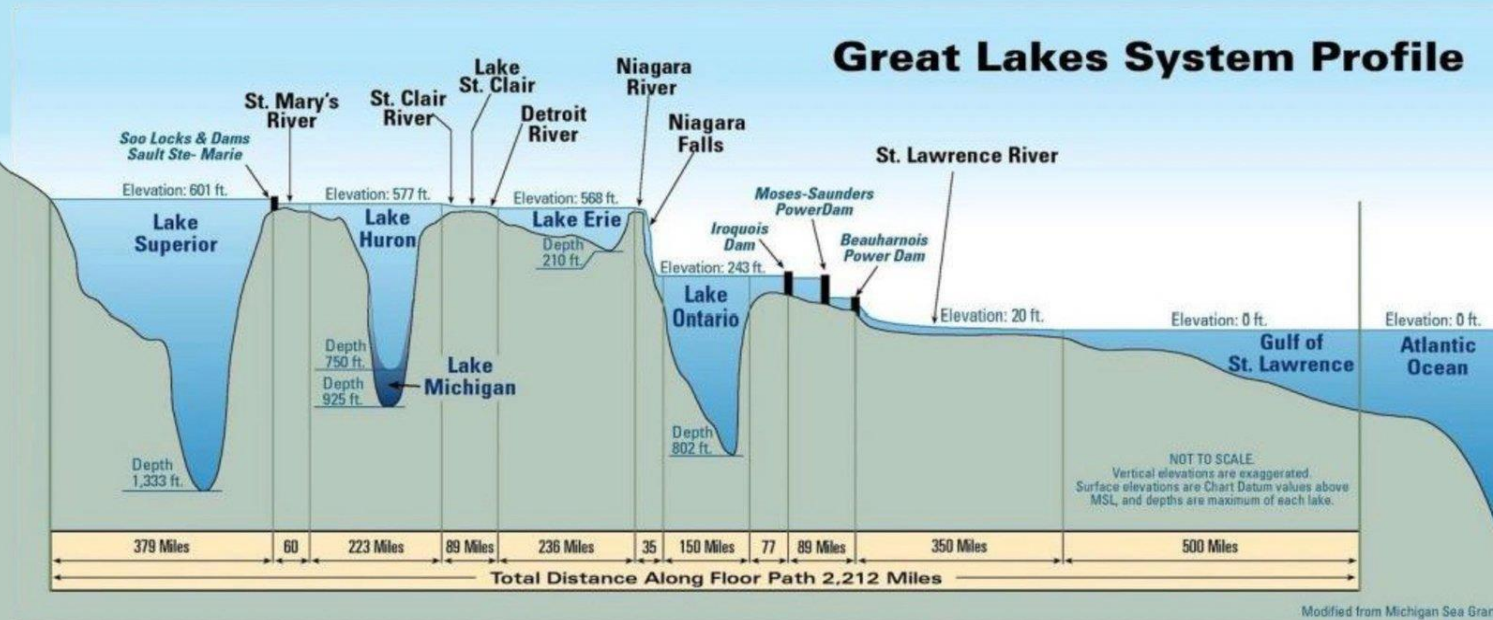
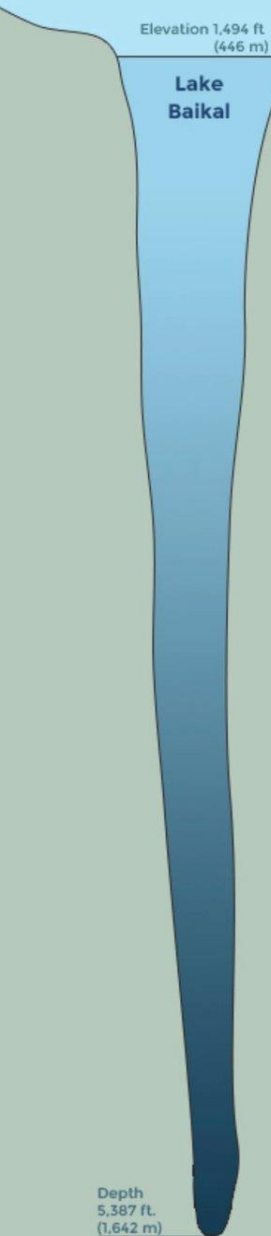
Озеро	Регион(ы) России	Площадь, км²	Высота над уровнем моря, м	Глубина, м	Вытекающая река
Каспийское море	Дагестан , Калмыкия , Астраханская область	371 000	−28	1025	бессточное
Байкал	Бурятия , Иркутская область	31 500	456	1642 ^[3]	Ангара
Ладожское озеро	Республика Карелия , Ленинградская область	17 703	4	225	Нева
Онежское озеро	Республика Карелия , Ленинградская область , Вологодская область	9 616	32	124	Свирь
Таймыр	Красноярский край	4 560	6	26	Нижняя Таймыра
Ханка	Приморский край	4 190	68	10	Сунгача
Чудско-Псковское озеро	Псковская область	3 555	30	15	Нарва
Убсу-Нур	Тува	3 350	753	15	бессточное
Чаны	Новосибирская область	1 990	105	12	бессточное
Белое озеро	Вологодская область	1 290	113	20	Шексна
Топозеро	Республика Карелия	986	110	56	Ковда
Ильмень	Новгородская область	982	18	10	Волхов
Хантайское озеро	Красноярский край	822	65	420	протока к оз. Мал. Хантайское
Сегозеро	Республика Карелия	815	120	103	Сегежа
Имандра	Мурманская область	812	128	67	Нива
Пясино	Красноярский край	735	28	10	Пяси́на
Кулундинское озеро	Алтайский край	728	98	4	бессточное
Пяозеро	Республика Карелия	659	110	49	Ковда
Выгозеро	Республика Карелия	560	89	24	Нижний Выг
Нерпичье озеро	Камчатский край	552	0,4	12	Озёрная

Сведения о крупнейших озерах планеты

Водоем	Тип водоема	Уникальность
Каспийское море	соленоватый	максимальные F (км ²) и V (км ³)
оз.Верхнее	пресный	максимальная F (км ²)
оз. Байкал	пресный	максимальный V (км ³)

Крупнейшие пресные озера планеты





Классификация озер по времени существования

■ постоянные

■ временные



Ладожское озеро

Днище высохшего соленого озера в центральной части пустыни Атакама



Деление озер по географическому положению

- **интразональные** – озеро и водосбор находятся в одной природной зоне
- **полизональные** – озеро и водосбор находятся в 2 и более природных зонах
- горные озера и крупные водоемы обычно полизональны

Происхождение озер и озерных котловин

- тектонические
- вулканические
- метеоритные
- ледниковые
- карстовые
- суффозионные
- термокарстовые
- речные
- морские
- эоловые
- органогенные

Тектонические озера

- наследуют крупные тектонические прогибы
- занимают тектонические трещины
- такой генезис имеют > 50% озер

Примеры

- Ладожское, Онежское, Ильмень, Верхнее, Балхаш
- Байкал, Танганьика, Ньяса



Тектоническая котловина оз. Накуру (Кения)



Вулканические озера

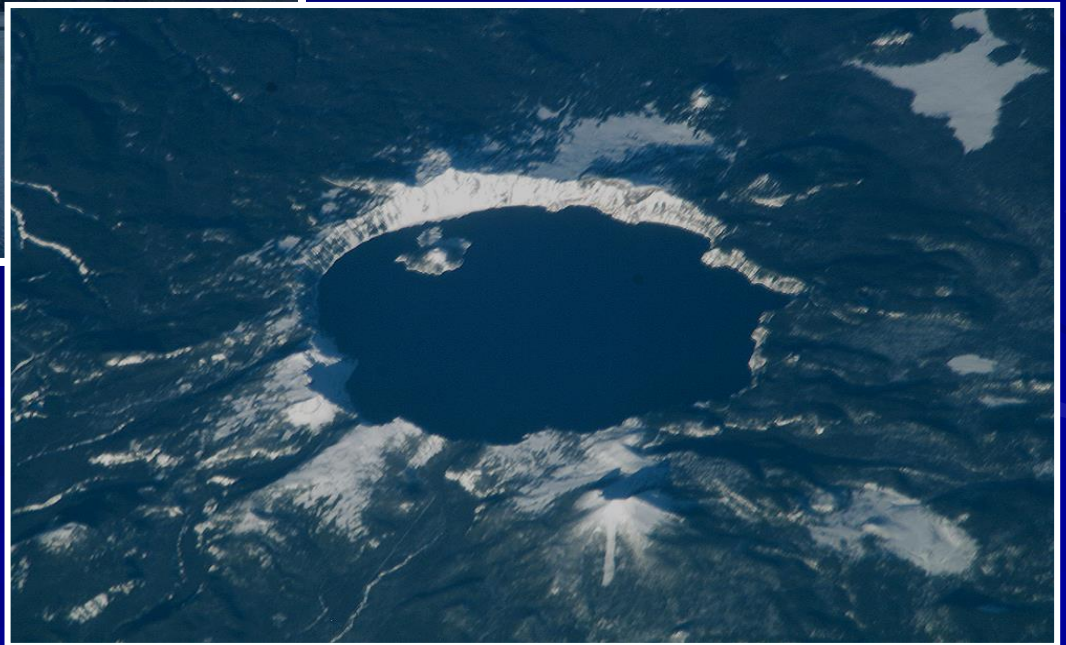
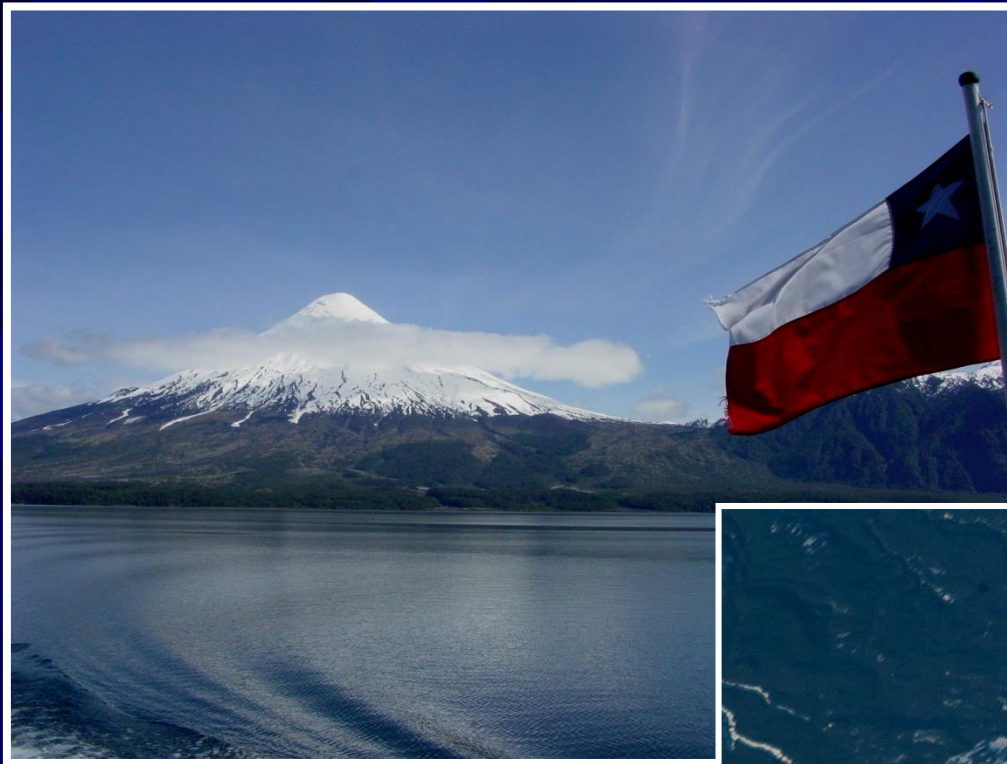
- Располагаются в кратерах вулканов
- Возникают вследствие подпруживания воды лавовыми массами
- Озера Италии, Японии
- Кроноцкое (Камчатка), Киву (Африка)







Вулканическое озеро в Чили



Чхонджи «Небесное озеро», Китай и Северная Корея

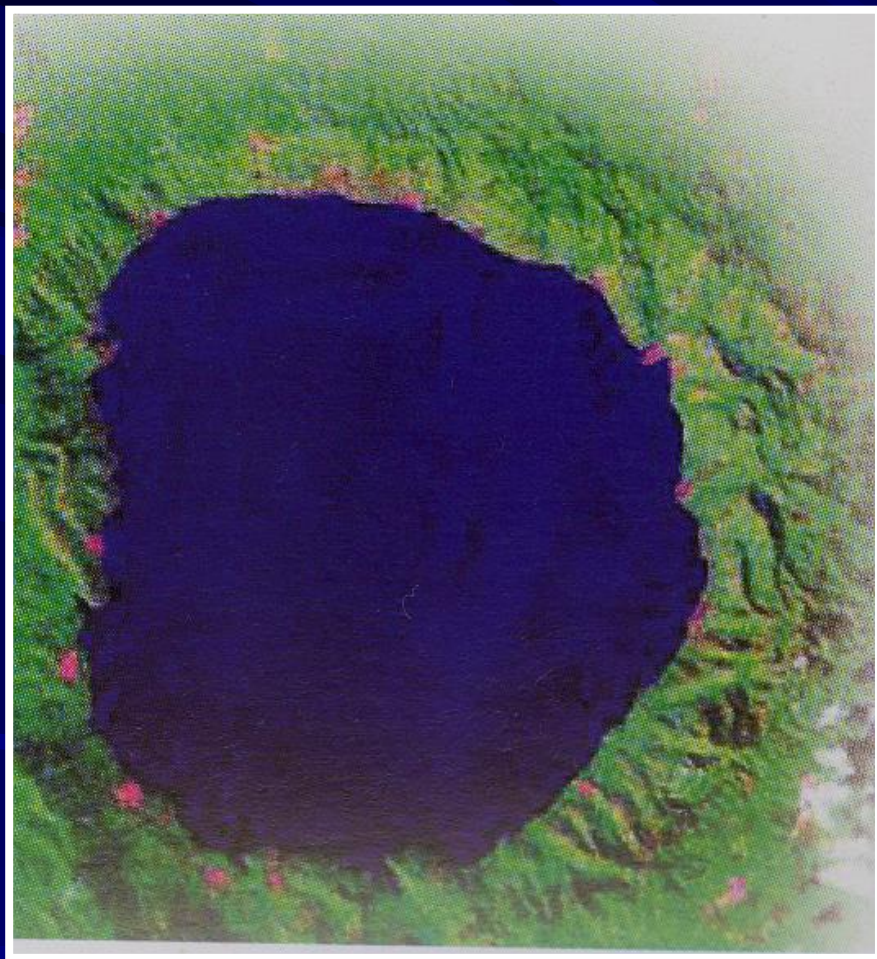


Небесное озеро занесено в Книгу рекордов Гиннеса, как самое высокое **кратерное** озеро в мире — высота поверхности воды составляет 2189 м. Озеро имеет площадь 9,82 км², с середины октября по середину июня водная поверхность покрыта льдом. Вода очень прозрачная. В озере водится несколько видов рыб, по большей части речная мальма. Кратер образовался в результате сильного извержения в 969 году(± 20 лет).

Бездонное озеро в кратере потухшего
вулкана. Национальный парк
королевы Елизаветы, Уганда.



Метеоритное озеро на территории КНР



- **ВОЗНИКАЮТ В
МЕТЕОРИТНЫХ
ВОРОНКАХ**
- **ВСТРЕЧАЮТСЯ
ОТНОСИТЕЛЬНО
РЕДКО**

Озеро Светлояр (Россия)



Озеро находится в Нижегородском Заволжье, памятник природы федерального значения.

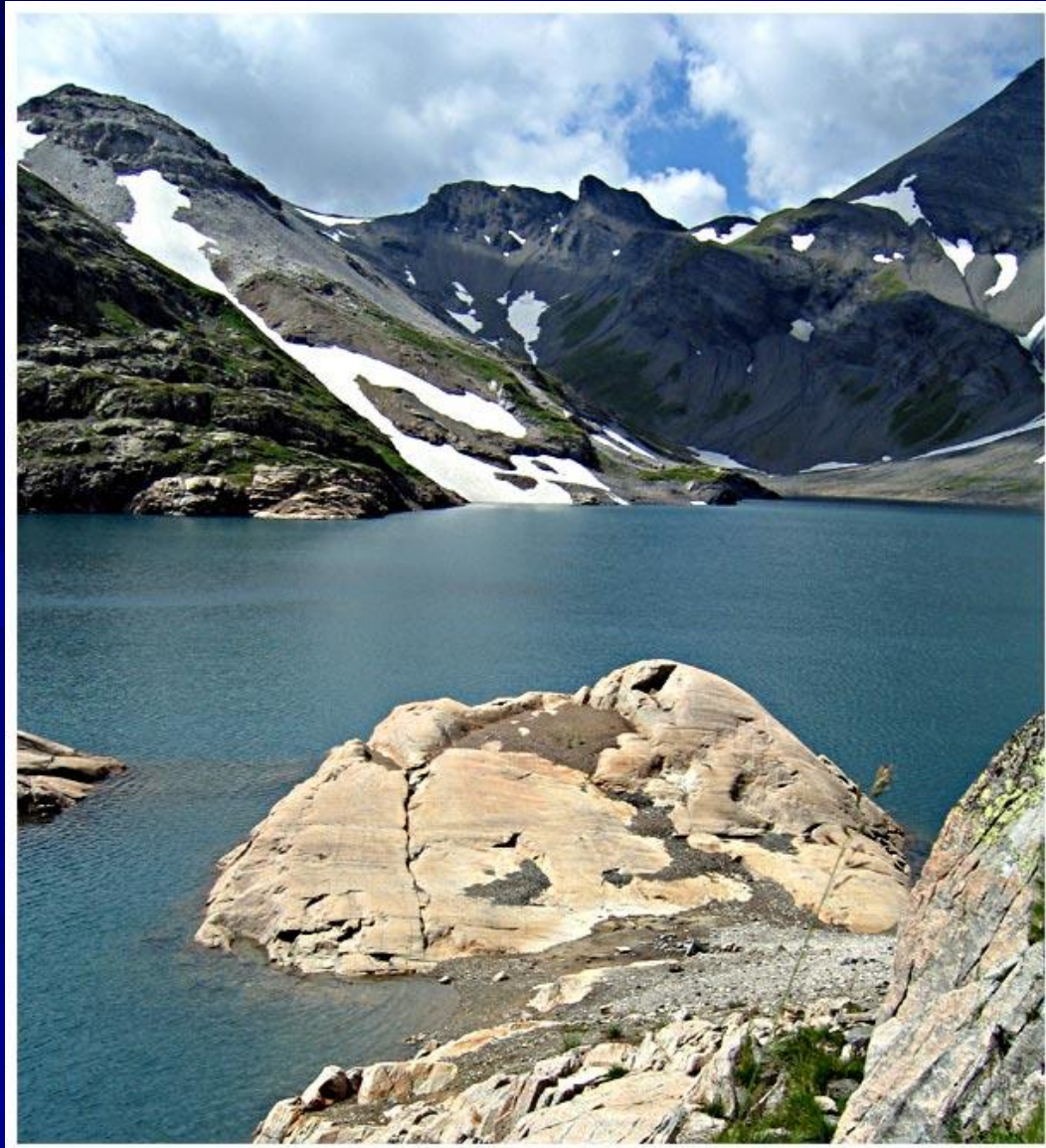
Со Светлояром связана легенда о затонувшем граде Китеже, располагавшемся некогда на его территории.

Вода здесь невероятно чистая, гидрокарбонатно-кальциевого типа, прозрачна на глубину более 5 м

- * Взгляд на происхождение озера с момента его изучения менялся и до сих пор не решен однозначно. Различными исследователями в разное время высказывались гипотезы о ледниковом, карстовом, старичном, вулканическом, неотектоническом, солянокупольном и космическом — метеоритном происхождении озера. Первым исследователем озера в конце XIX в. был великий русский ученый-почвовед В. В. Докучаев и его первая версия происхождения: озеро — метеоритный кратер. В 2009 году опубликованы результаты полевых исследований, подтверждающих гипотезу о метеоритном происхождении озера 3,0—3,2 тыс. лет назад.
- * В пользу метеоритного происхождения озера свидетельствуют: правильная форма, глубина, геологическая структура окружающих холмов, стратиграфия донных отложений, многочисленные фрагменты оплавленных пород, округлые каплевидные образования черной вспененной стеклообразной массы, аналогичные импактитам. Небесное тело, создавшее Светлояр, могло двигаться с севера на юг по низкой траектории под углом 30-40° к поверхности Земли, о чём свидетельствует даже наибольшая глубина дна, находящаяся именно на юге.

Типы ледниковых озер

- **троговые**
- **каровые**
- **моренные**
- **приледниковые**
- **надледниковые**



Троговые озера

результат экзарации

**Женевское, озера
Скандинавии, Кольского
полуострова**



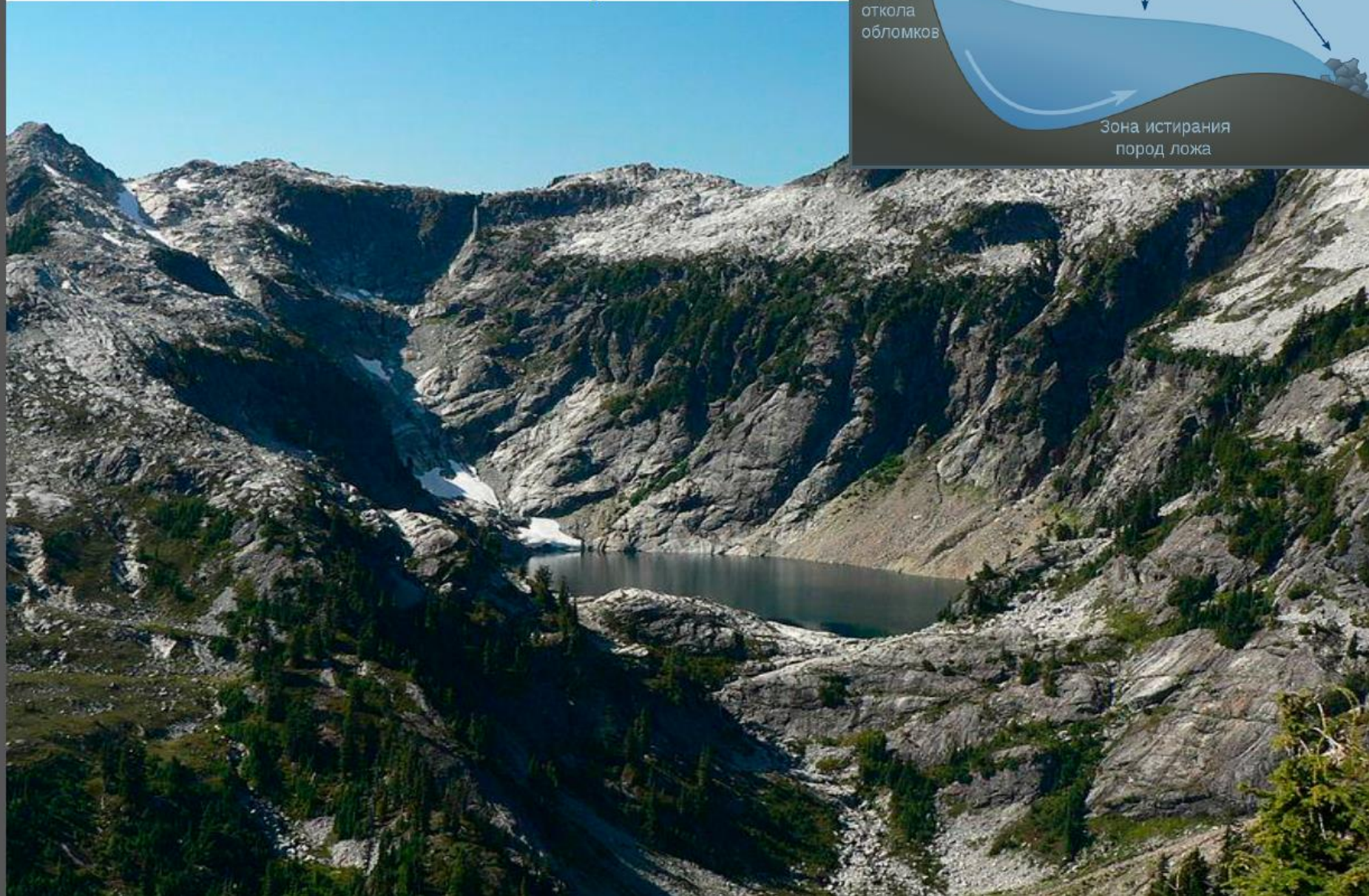
Каровые озера

■ Созданы
эрозионной
работой
ледника,
расположены
на склонах гор
в карах

■ Озера в Альпах,
горах Кавказа



Ледниковые: каровые



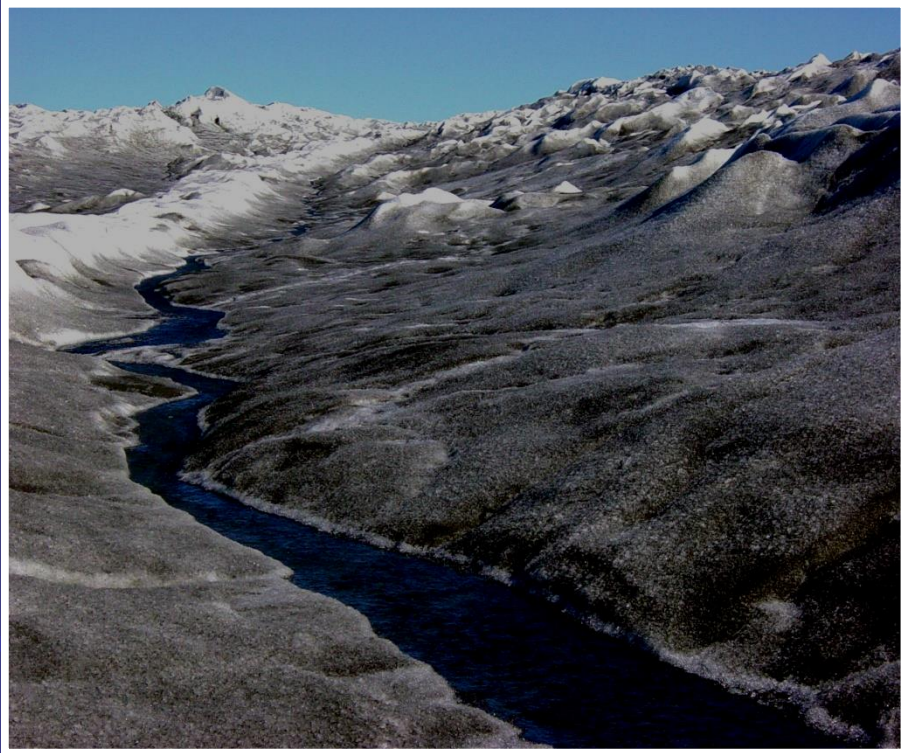
Моренные озера

■ созданы ледником,
подпружены
конечной мореной

■ озера древнего и
современного
оледенения



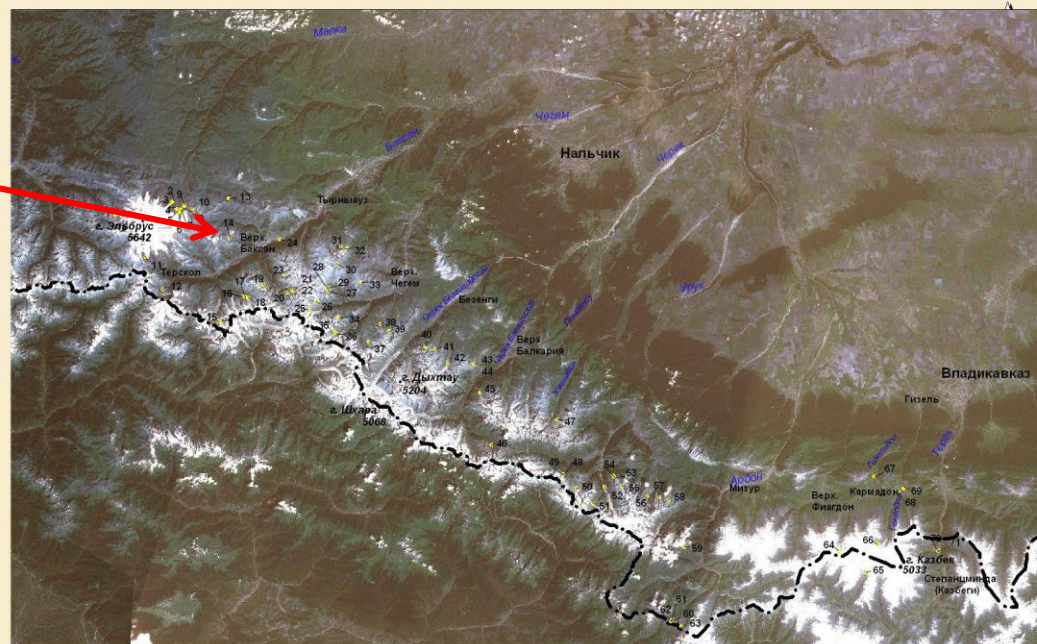
Надледниковые (а) и приледниковые (б) озера Гренландии



Ледниковые озера (п-ов Аляска)



Ледниковые озера Центрального Кавказа



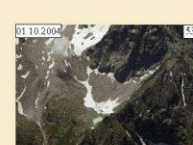
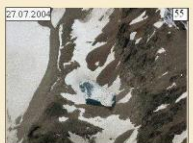
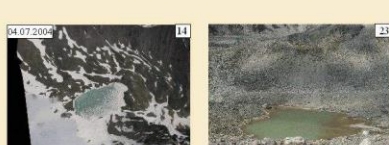
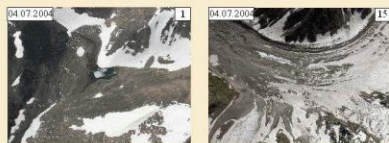
45
озеро и его номер по каталогу

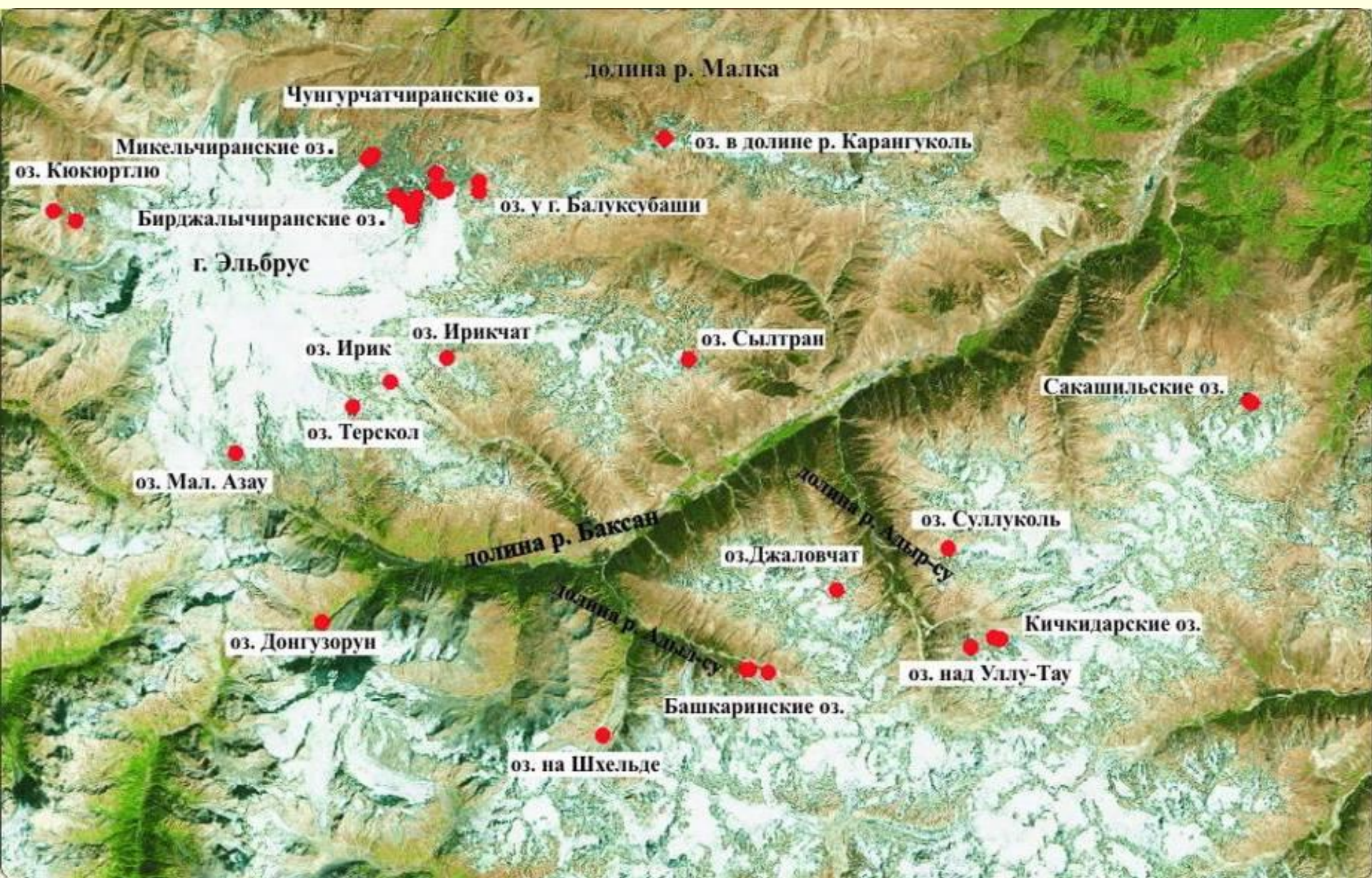
Масштаб 1:500 000

Фотоснимки: снимки Landsat ETM+ 1999-2001 гг.

Каталог ледниковых озёр Центрального Кавказа

1 Озеро на водоразделе между реками Вигистей и Улугуру, к северу от ледника Кокотай.	25 Озеро Бавиль	49 Озеро у ледника Гёби (массив)
2 Озеро у ледника Мавзиль-Маван (массив)	26 Озеро в верховьях левого притока реки Бавиль-Су	50 Озеро в верховьях левоберённой долины ледника Бавиль
3 Озеро у ледника Мавзиль-Маван (вершина)	27 Озеро в верховьях реки Дюльба-Су	51 Озеро в верховьях левоберённой долины ледника Бавиль
4 Озеро у ледника Бавиль-Маван 1-2006	28 Озеро у ледника Дюльба (вершина)	52 Озеро в верховьях левоберённой долины ледника Бавиль
5 Озеро у ледника Бавиль-Маван 4-2006	29 Озеро у ледника Дюльба (вершина)	53 Озеро в верховьях левого притока реки Гугар (массив)
6 Озеро у ледника Бавиль-Маван 5-2006	30 Озеро в верховьях реки Костанты	54 Озеро в верховьях левого притока реки Гугар (массив)
7 Озеро у ледника Бавиль-Маван 7-2006	31 Икение Саваньское озеро	55 Озеро у ледника
8 Озеро у ледника Чугур-Маван 2-2006	32 Саваньское озеро	56 Озеро у ледника Сентурион
9 Озеро у ледника Чугур-Маван 3-2006	33 Озеро у ледника	57 Озеро у ледника Гугар
10 Озеро у ледника Чугур-Маван 4-2006	34 Озеро в верховьях реки Бавиль-Су	58 Озеро в верховьях левого притока реки Гугар (массив)
11 Озеро Алау	35 Озеро в верховьях реки Гугар-Су (массив)	59 Озеро в верховьях левого притока реки Гугар (массив)
12 Озеро Дюльба-Маван	36 Озеро в верховьях реки Гугар-Су (массив)	60 Озеро в верховьях левого притока реки Гугар (массив)
13 Озеро в верховьях реки Каранак	37 Озеро у ледника Топур-Су в верховьях реки Маван	61 Озеро в верховьях реки Зруг (вершина)
14 Озеро на поверхности ледника Шотландия	38 Озеро на леднике Топур-Су в верховьях реки Маван	62 Озеро в верховьях левого притока реки Зруг
15 Озеро Маван	39 Озеро на леднике Топур-Су в верховьях реки Маван	63 Озеро в верховьях левого притока реки Зруг
16 Озеро Маван	40 Озеро в верховьях реки Эфенди-Су	64 Озеро на поверхности ледника Маван
17 Озеро Липа	41 Озеро у ледника Ули (Бассейн Чирка)	65 Озеро у ледника Суатис
18 Озеро Бавиль	42 Озеро у ледника Ули (Бассейн Чирка)	66 Озеро Копка
19 Озеро Бавиль	43 Озеро у ледника Ули (Бассейн Чирка)	67 Озеро в долине реки Гугар
20 Озеро Бавиль	44 Озеро у ледника Ули (Бассейн Чирка)	68 Озеро в долине реки Гугар
21 Озеро Бавиль	45 Озеро в долине реки Гугар	69 Озеро в долине реки Гугар
22 Озеро Бавиль	46 Озеро в долине реки Гугар	70 Озеро Т56 (вершина)
23 Озеро Бавиль	47 Озеро в долине реки Гугар	71 Озеро Т56 (вершина)
24 Озеро Бавиль	48 Озеро в долине реки Гугар	





а



б



Рис. 2. Деградация ледника Башкара и образование озер в верховьях р. Адыл-Су:

а – лето 1933 г., фото В.К. Альтберга; *б* – август 2005 г., фото А.М. Тарбеевой. Нижние озера: 1 – оз. Лапа, 2 – оз. Мизинчик.

Озера у ледника Башкара (Центральный Кавказ)



Рис. . Озера у ледника Башкара - потенциальный очаг катастрофических селей. 1 - озеро Лапа, 2 - озеро Мизинчик. Пунктирной стрелкой показан путь прорывных селей из озера Башкара в 1958 и 1959 гг., сплошной стрелкой - направление возможного прорыва озер Лапа и Мизинчик в будущем.



озеро Башкара после прорыва

Карстовые озера

- **возникают вследствие растворения водой горных пород (гипс и т.п.)**

- **могут быть поверхностными и подземными**

- **озера на Урале**

- **на Кавказе**

- **в Крыму**



Подземное карстовое озеро



Термокарстовые озера

- существуют в районах мерзлоты
- возникают вследствие оттаивания и просадки грунтов





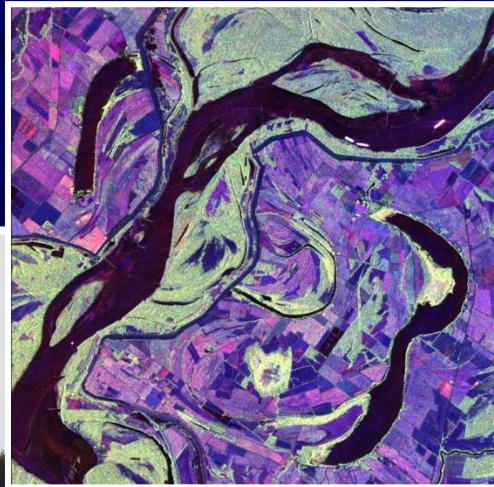
Index

Суффозионные озера

- **возникают на участках выноса подземными водами мелких частиц грунта**
- **распространены в степных и лесостепных районах Сибири**



Озера речного происхождения



- старицы
- дельтовые озера
- долинные (завальные)



Завальное озеро на реке Паричу (Тибет)



Сарезское
озеро
(Памир)



История образования озера

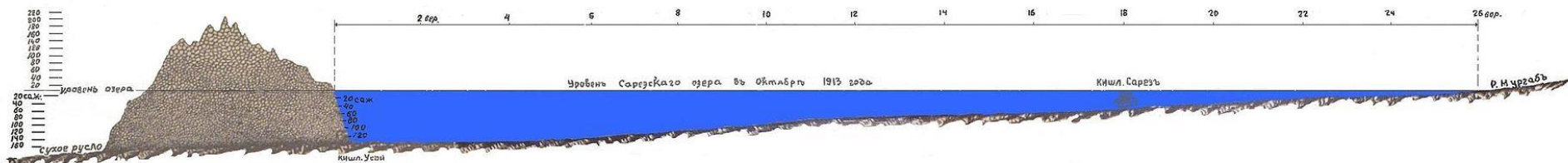


Сарезское озеро

- **Сарезское о́зеро** (Сарез; тадж. *кӯли Сарез*, дари *سرّيز*) — водоём на Памире, в Мургабском районе Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана. Длина озера — около **70 км**, максимальная измеренная глубина — около **500 м**, уровень воды — около 3255 м над уровнем моря, объём воды — более 17 км³.
- Сарезское озеро, относящееся к завальным, или подпрудным, озёрам, возникло в результате катастрофического перекрытия русла реки Бартанг, произошедшего **18 февраля (3 марта) 1911 года**.

Разрѣзь завала и озера по руслу рѣки мургаба (Бартанга)

Масштабъ : для горизонтальныхъ разстояній 2 версты в 1 дюймѣ; для вертикальныхъ 250 саж. (1/2 вер.) въ 1 дюймѣ.



Озера морского происхождения

- лиманы (при затоплении местности в условиях повышения уровня моря)
- лагуны (при отчленении водоема от берега косами)



Озеро Ретба (Сенегал)



Розовое озеро или озеро Ретба находится в Сенегале. Свое название озеро получило из-за особого цвета воды. Такой цвет вызван большим количеством цианобактерий в воде: поглощая солнечный свет, микроорганизмы выделяют пигмент, окрашивающий воду. Особенно он заметен во время сухого сезона. Другой органической жизни в Ретбе нет — для водорослей и рыбы слишком высока концентрация соли в воде. Ее содержание достигает 40 %. Ее добывают со дна этого озера уже на протяжении почти 50 лет.

Эоловые озера – образуются в
понижениях между песчаными
дюнами

**Органогенные
озера** –
водоемы,
возникающие на
заболоченных
территориях



Отличия озер по типу водообмена

- сточные (частный случай - проточные)
- бессточные



Сточные озера и их особенности

- поступающая в них вода расходуется на образование речного стока
- примеры: Байкал, Ладожское озеро и др.
- некоторые такие озера проточны (Зайсан, Чудское)



Исток Сухоны из Кубенского озера (шлюз Знаменитый)

Особенности бессточных озер



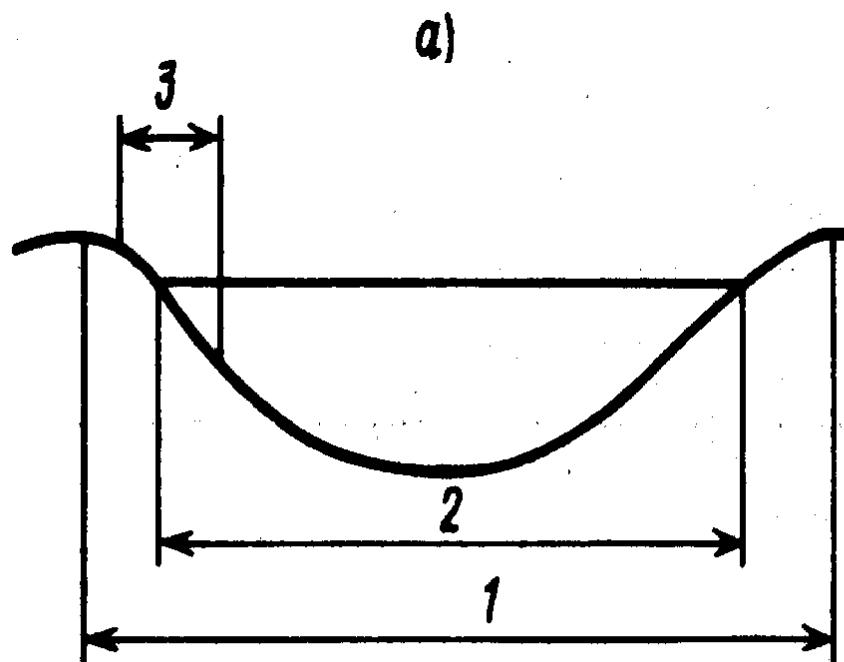
Бессточные озера на юге
Западной Сибири

- поступающая в озера вода расходуется на испарение, фильтрацию и не образует стока
- внутренние водоемы
- проблемы определения статуса Каспийского и Аральского морей



Морфология и морфометрические характеристики озер

Морфологические элементы озер



- 1 - котловина
различного
генезиса
- 2 - ложе – часть
котловины,
занятая водой
- 3 - береговая
область

Элементы абразионного типа берега

3- береговая область

4- береговой уступ

5- побережье

Литораль.

6- береговая отмель

7 и 8 – абразионная и аккумулятивная часть отмели

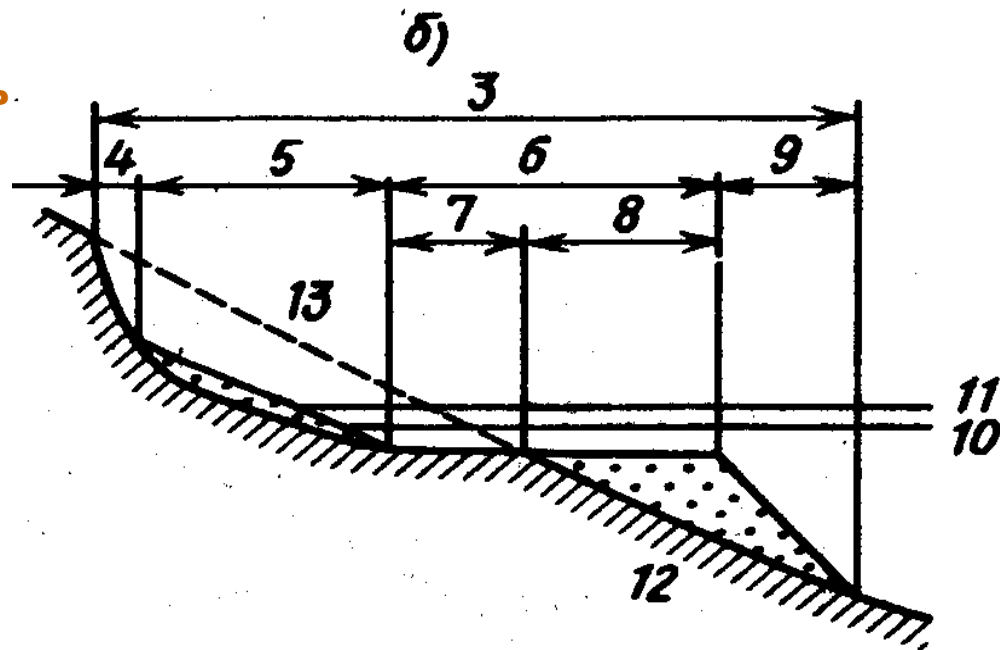
9 – подводный откос

Сублитораль

10,11 – высший и низший уровни воды

12 – положение коренных пород

13- начальный профиль берега



Другие морфологические элементы озера

- плесы
- заливы
- бухты



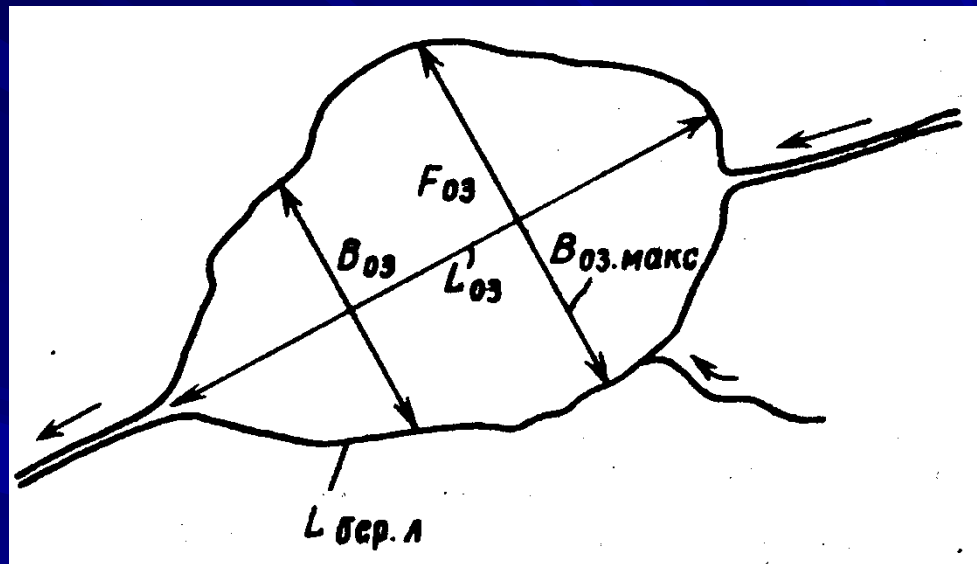
Озеро Сиверское (г. Кириллов)

Районирование ложа озера по глубинам

- литораль – мелководная часть ложа, сильное влияние волн (побережье + береговая отмель)
- сублитораль (подводный откос)
- пелагиаль – глубоководная часть ложа
- профундаль – придонная область озера

Морфометрические характеристики озер

- площадь зеркала $F_{оз}$
- объем воды $V_{оз}$
- длина береговой линии $L_{бп}$
- кратчайшее расстояние между удаленными точками береговой линии – длина $L_{оз}$
- максимальная ширина $B_{ом}$
- ширина $B_{оз}$



Расчет некоторых морфометрических характеристик озер

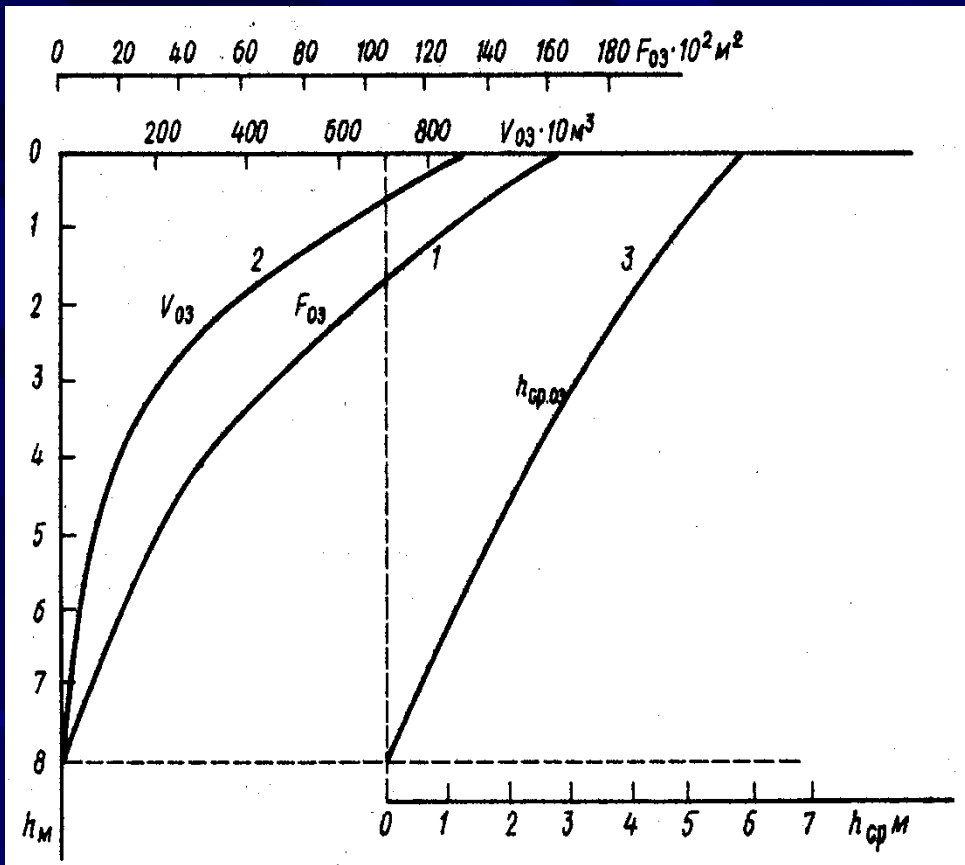
■ средней ширины

$$B_{оз} = \frac{F_{оз}}{L_{оз}}$$

■ средней глубины

$$h_{оз} = \frac{V_{оз}}{F_{оз}}$$

Влияние колебаний уровня воды на морфометрические характеристики озер



1- кривая площадей

$$F_{оз} = f(H)$$

2 – кривая объемов

$$V_{оз} = k(H)$$

3- кривая средних
глубин озера

$$h_{ос} = l(H)$$

Морфометрия — это система количественных показателей, которая позволяет познать процессы, протекающие в водоемах и вызывающие изменения их подводного рельефа.

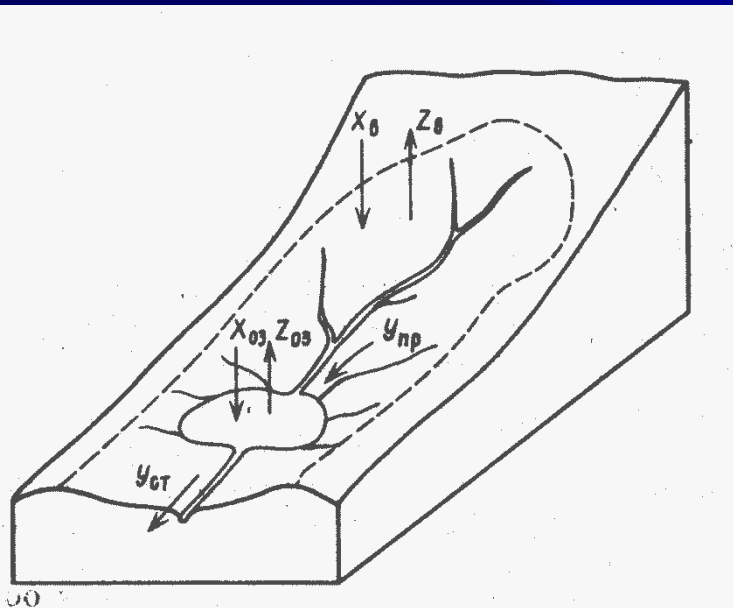
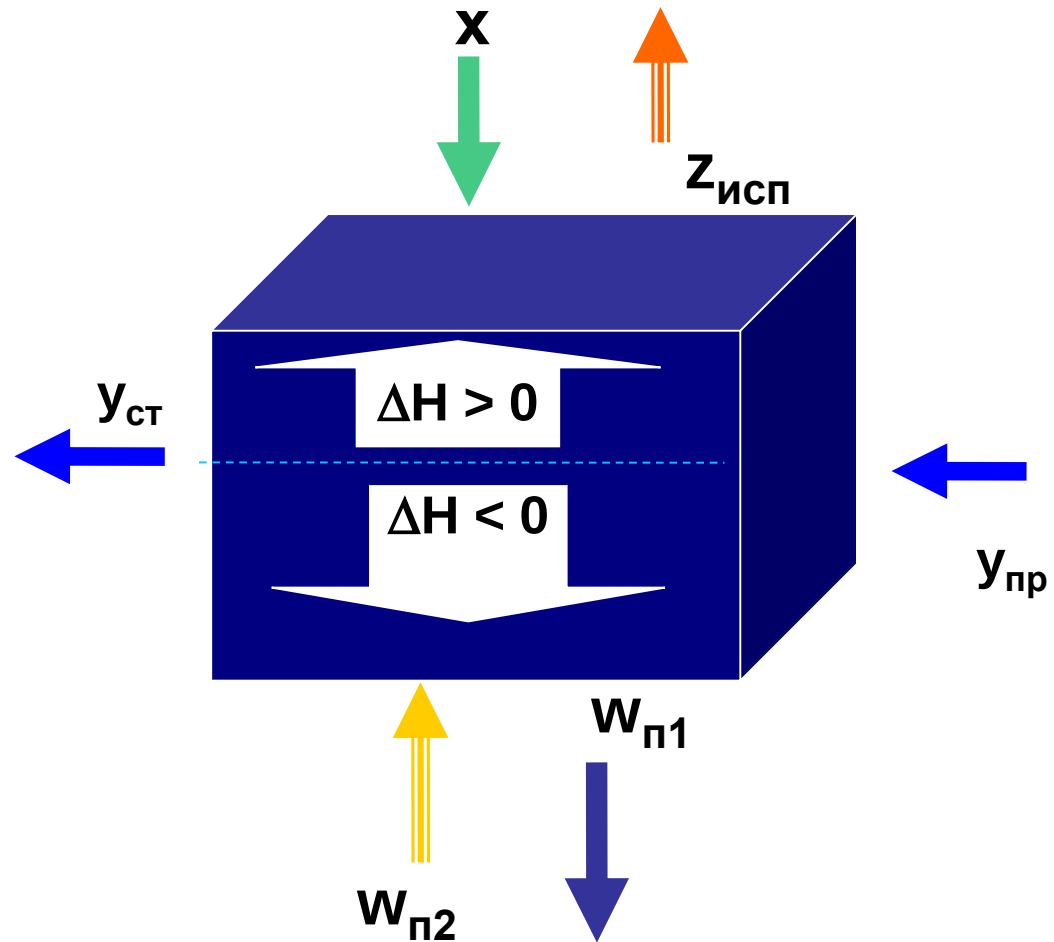


Водный баланс озер

Уравнение водного баланса проточных озер

$$x + y_{\text{пр}} + y_{\text{сбр}} + z_{\text{конд}} + w_{\text{пр}} = y_{\text{ст}} + y_{\text{вдзб}} + z_{\text{исп}} + w_{\text{ст}} \pm \Delta u$$

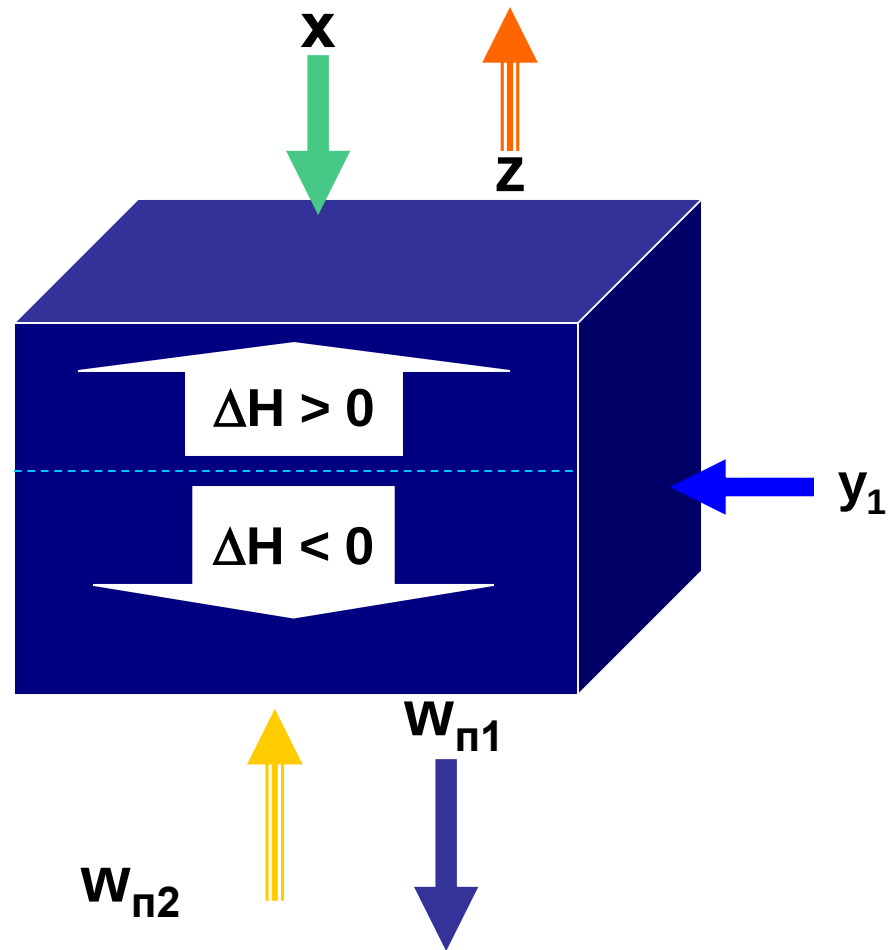
$\pm \Delta u$ – изменение запасов воды в озере



Уравнение водного баланса бессточных озер

$$x + y_{\text{пр}} + y_{\text{сбр}} + z_{\text{конд}} + w_{\text{пр}} =$$
$$y_{\text{вдзб}} + z_{\text{исп}} + w_{\text{ст}} \pm \Delta u$$

$\pm \Delta u$ – изменение запасов
воды в озере



***Уровень равновесия
(уровень тяготения)***

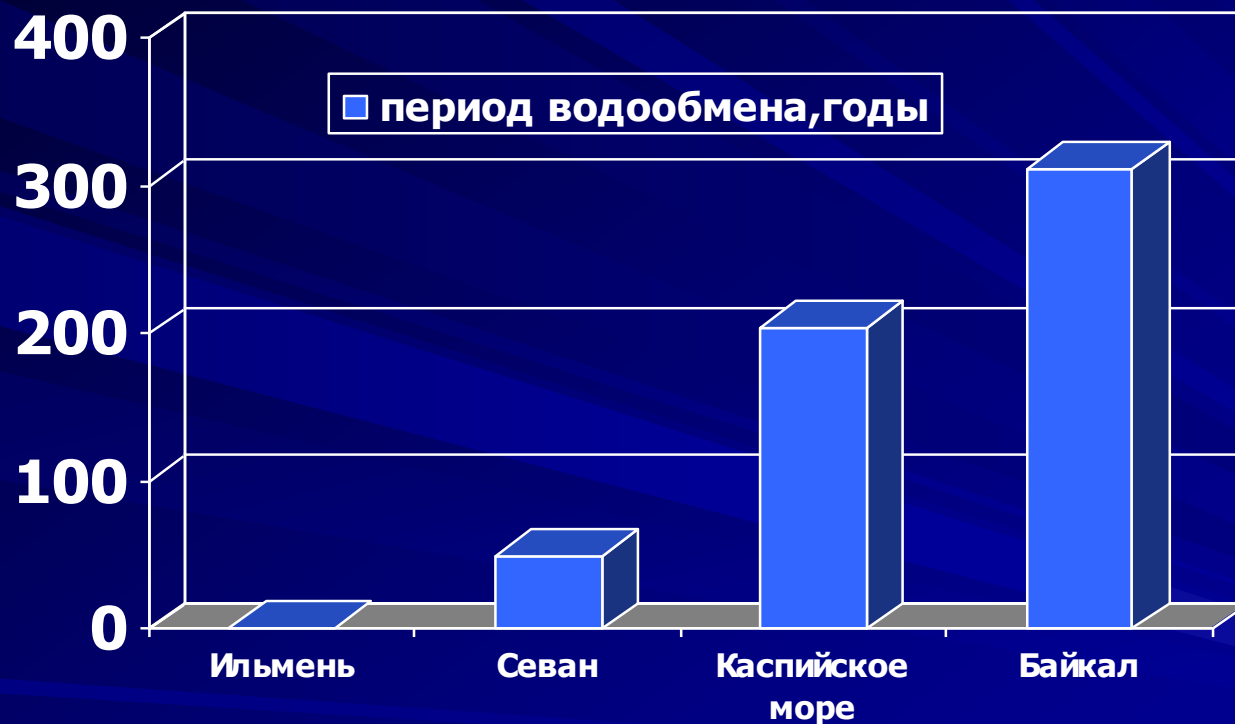
**– уровень озера, при котором
расходная и приходная часть
баланса одинаковы**

Колебания уровня Каспийского моря



Коэффициент условного водообмена (год⁻¹)

$$K_{\text{в}} = \frac{(y_1 + X)}{V} \approx \frac{y_2}{V}$$



Период условного водообмена (годы)

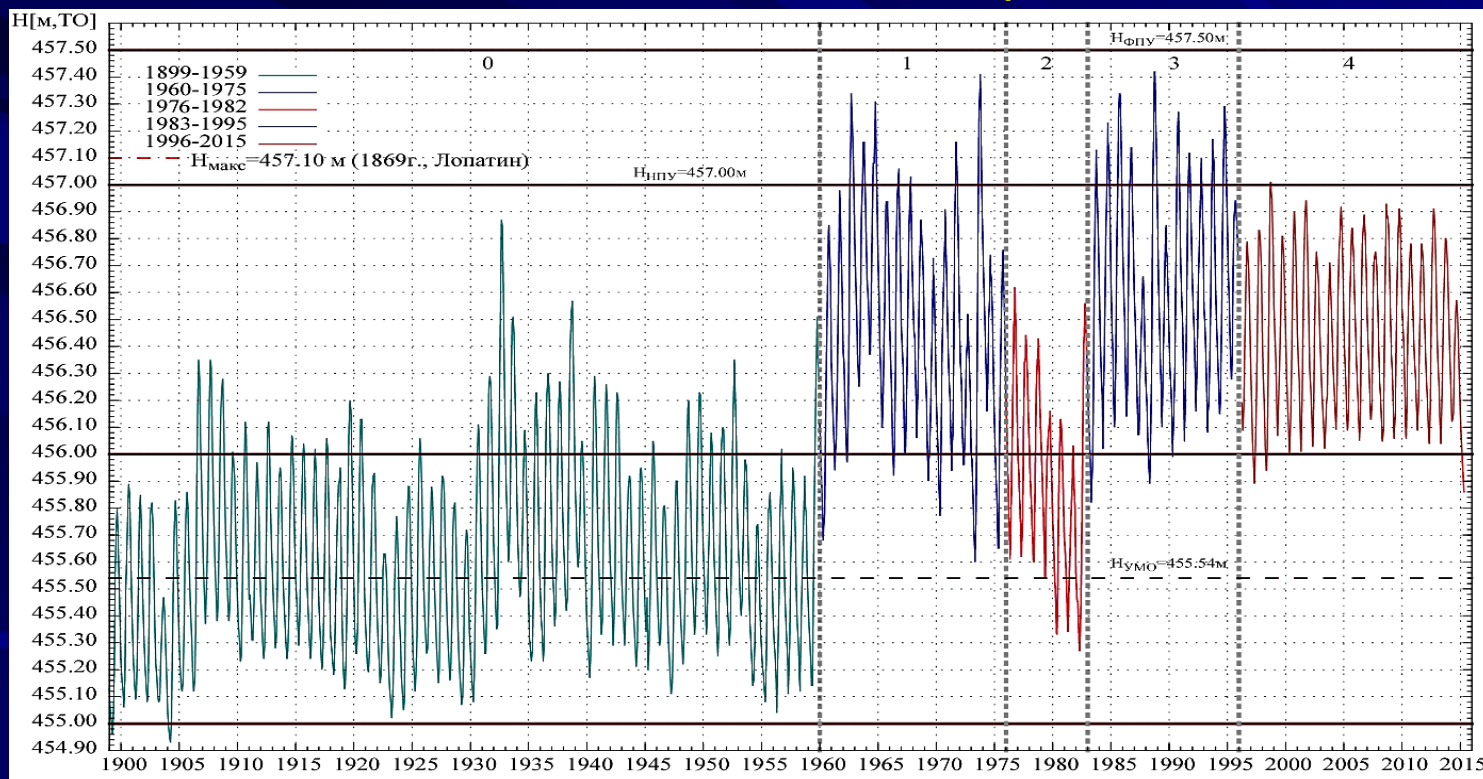
$$\tau = K_{\text{в}}^{-1}$$



Колебания уровня воды в озерах.

Колебания уровня воды в озерах

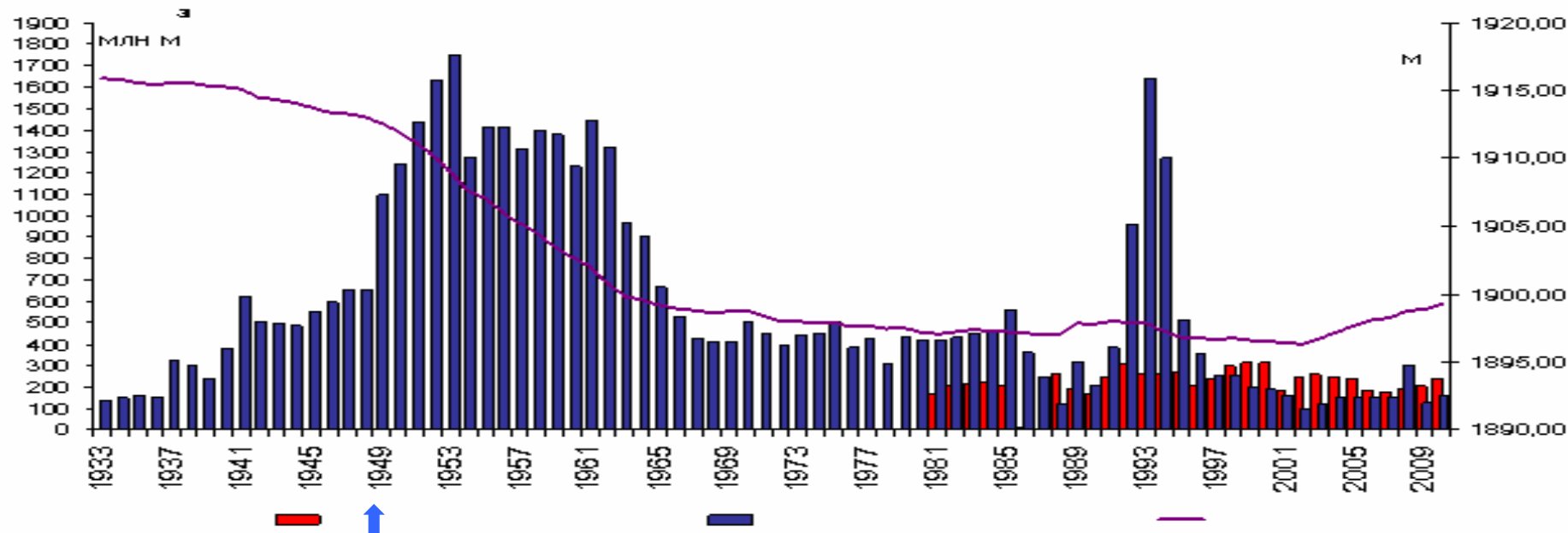
- 1) колебания уровня, связанные с изменением объема (массы) воды в озере и определяемые, таким образом, в основном изменениями составляющих водного баланса водоема (такие колебания уровня иногда называют **объемными или водно-балансовыми**)



Уровенный режим оз. Байкал в естественных (0) и зарегулированных (1-4 этапы) условиях

- 2) колебания уровня, не связанные с изменениями объема вод в озере, а определяющиеся перераспределением неизменного объема по пространству озера (такие колебания уровня часто называют **деформационными**).

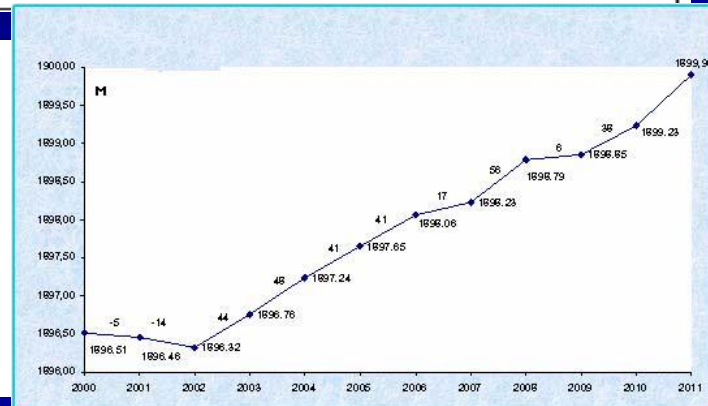
Антропогенные изменения уровня воды озера Севан



Снижение уровня озера началось в 1933г., когда попуск воды из озера превысил природный годовой сток, а интенсивные попуски начались с 1949г.. В 1953г. попуски составили 1,75 млрд м³ в год.

До понижения уровня озеро Севан было слабопроточным олиготрофным водоемом с полным водообменом 44,3 года, высокой прозрачностью воды (в среднем 13-14 м) и высоким содержанием кислорода в течение всего года.

В результате беспощадного использования вод уровень озера снизился на 19,6 м (данные 2003г.), объем — с 58,5 млрд м³ уменьшился до 33,0 млрд м³, а площадь — с 1416,2 км² до 1238,1 км². Во время интенсивных пусков (1949-1962гг.) снижение уровня составило 13 м (ежегодно 1 м).



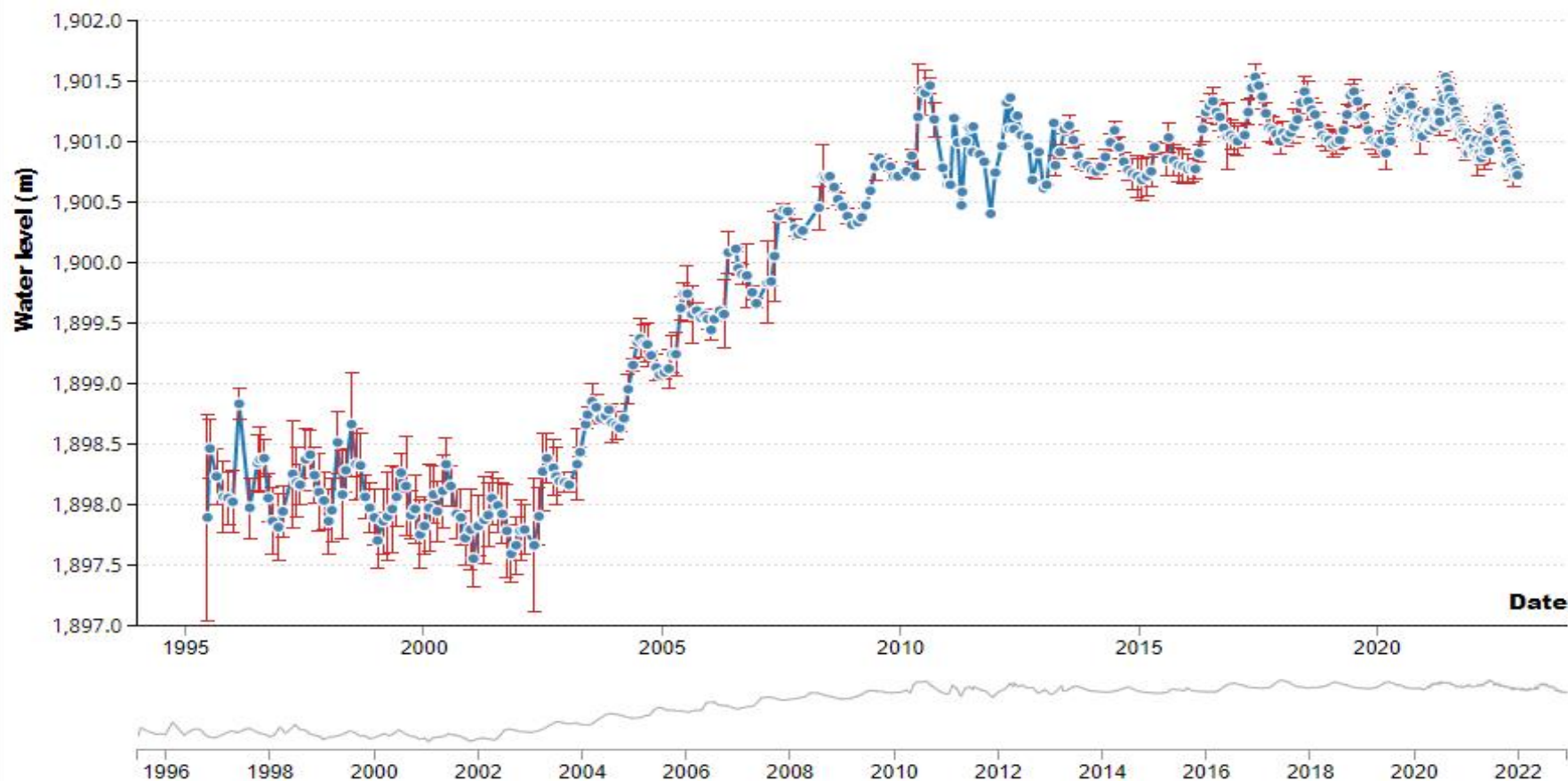
Изменение уровня озера, темные столбики — попуски воды из озера, красные столбики — поступление воды в озеро через тоннель Арпа-Севан.

[Home](#) » [l_sevan](#)

Lake Sevan

Download accessible by authentication

Water level (m)

Surface (km²)Volume variation (km³)

Start date

18.06.1995

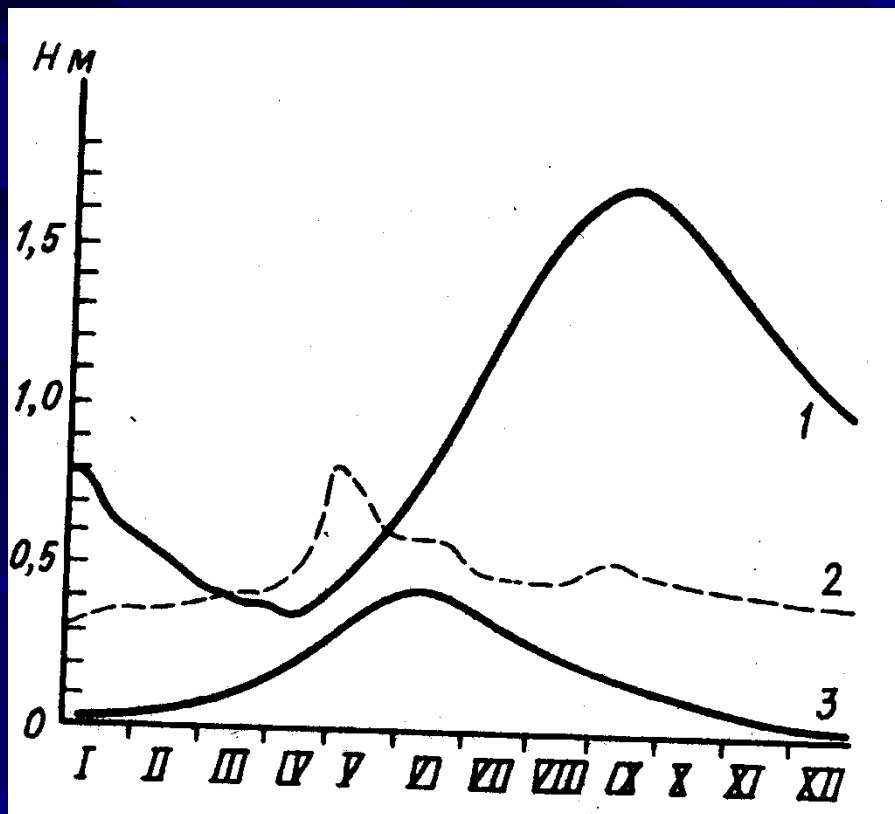


End date

13.12.2022

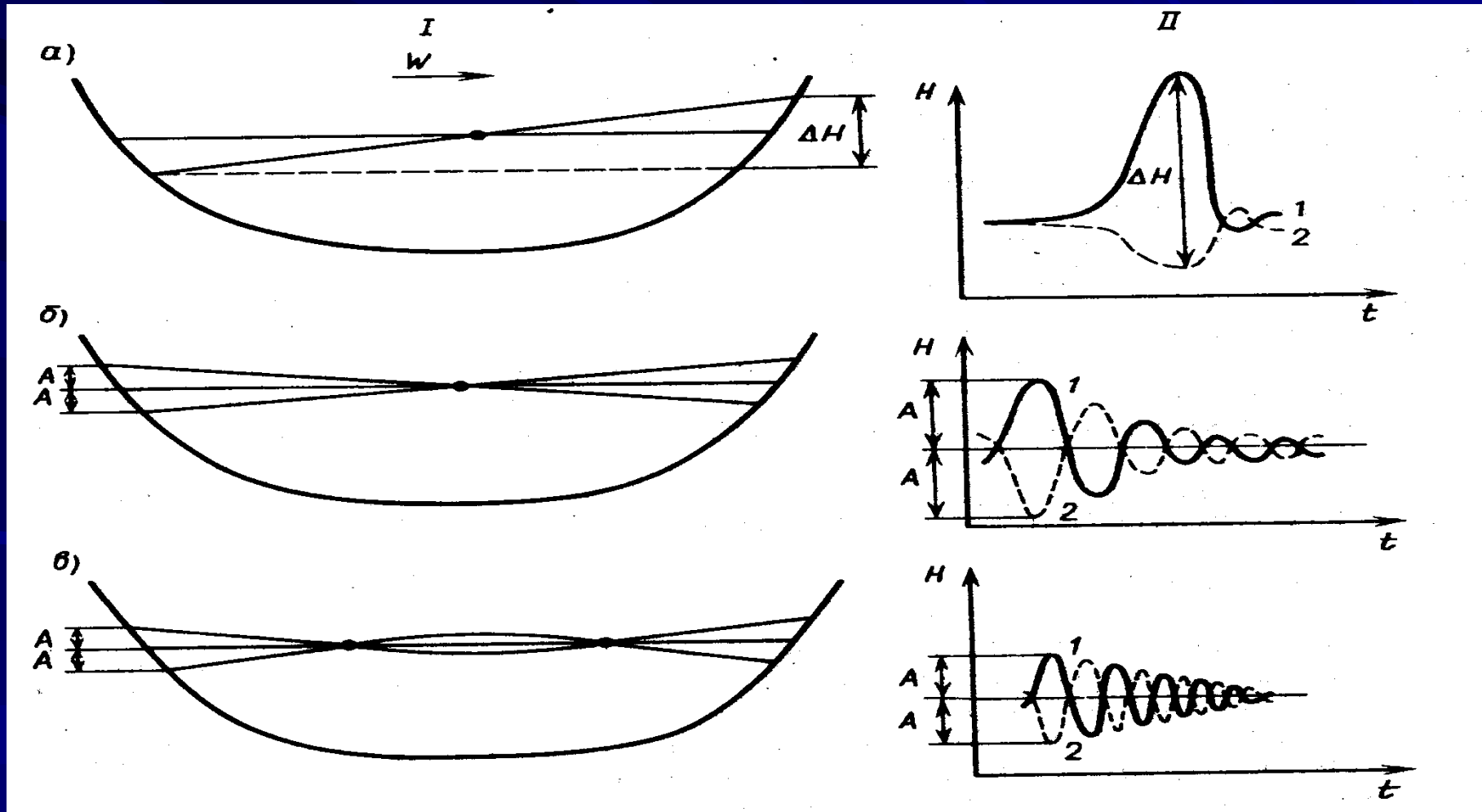


Сезонные колебания уровня воды в озерах (Телецкое –1, Плещеево -2, Ладожское –3)



Кратковременные изменения уровня воды в озерах

под влиянием сгонно-нагонных явлений (Ia),
одноузловой (Iб), двухузловой (Iв) сейши у
противоположных берегов (II - 1,2)



Течения в озерах

Ветровые (+дрейфовые) $v = 0,01-0,02W$

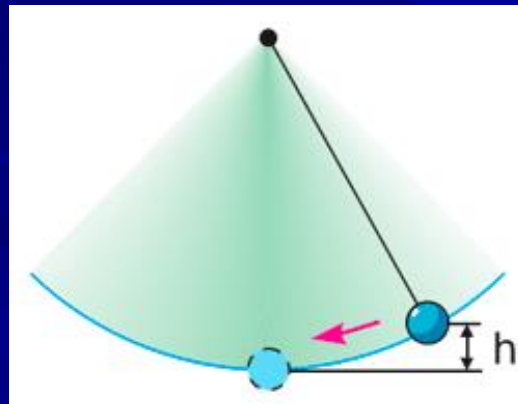
Компенсационные

Сейшевые

Волновые

Гравитационные (стоковые)

Плотностные



***Термический режим озер.
Ледовые явления на
озерах.***

Уравнение теплового баланса озер

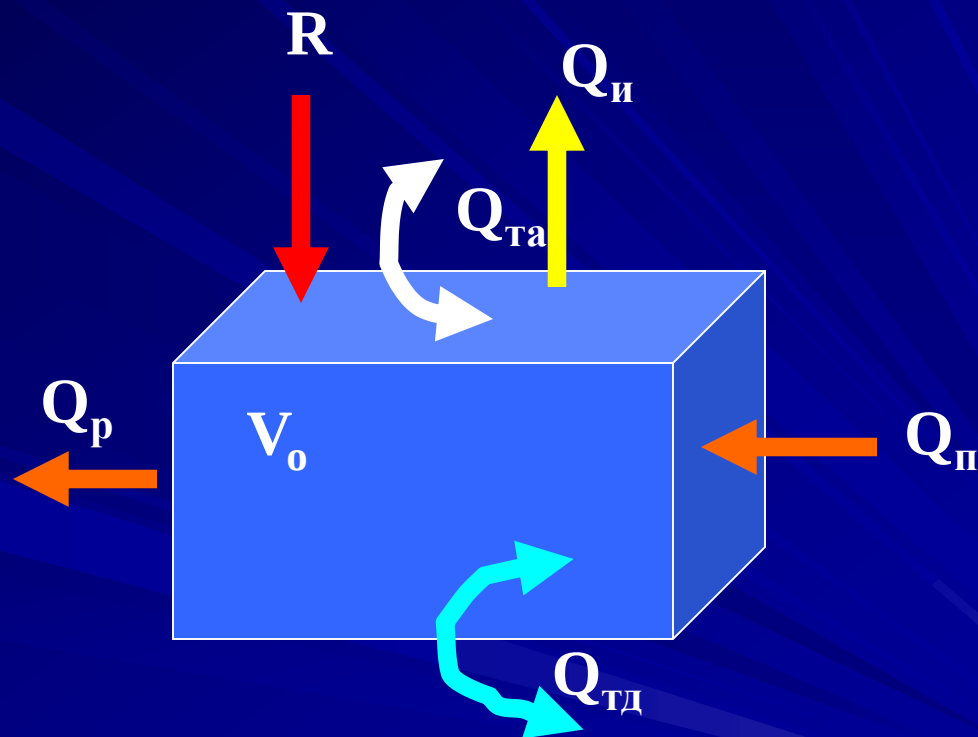
$$\Delta =$$

$$(Q_{\text{и}} + Q_{\text{р}}) - (Q_{\text{п}} + R) \pm Q_{\text{та}} \pm Q_{\text{тд}} =$$

$$= C_p \rho V_o \Delta T = - \Delta E$$

$$\Delta > 0 \quad \Delta T < 0$$

$$\Delta < 0 \quad \Delta T > 0$$



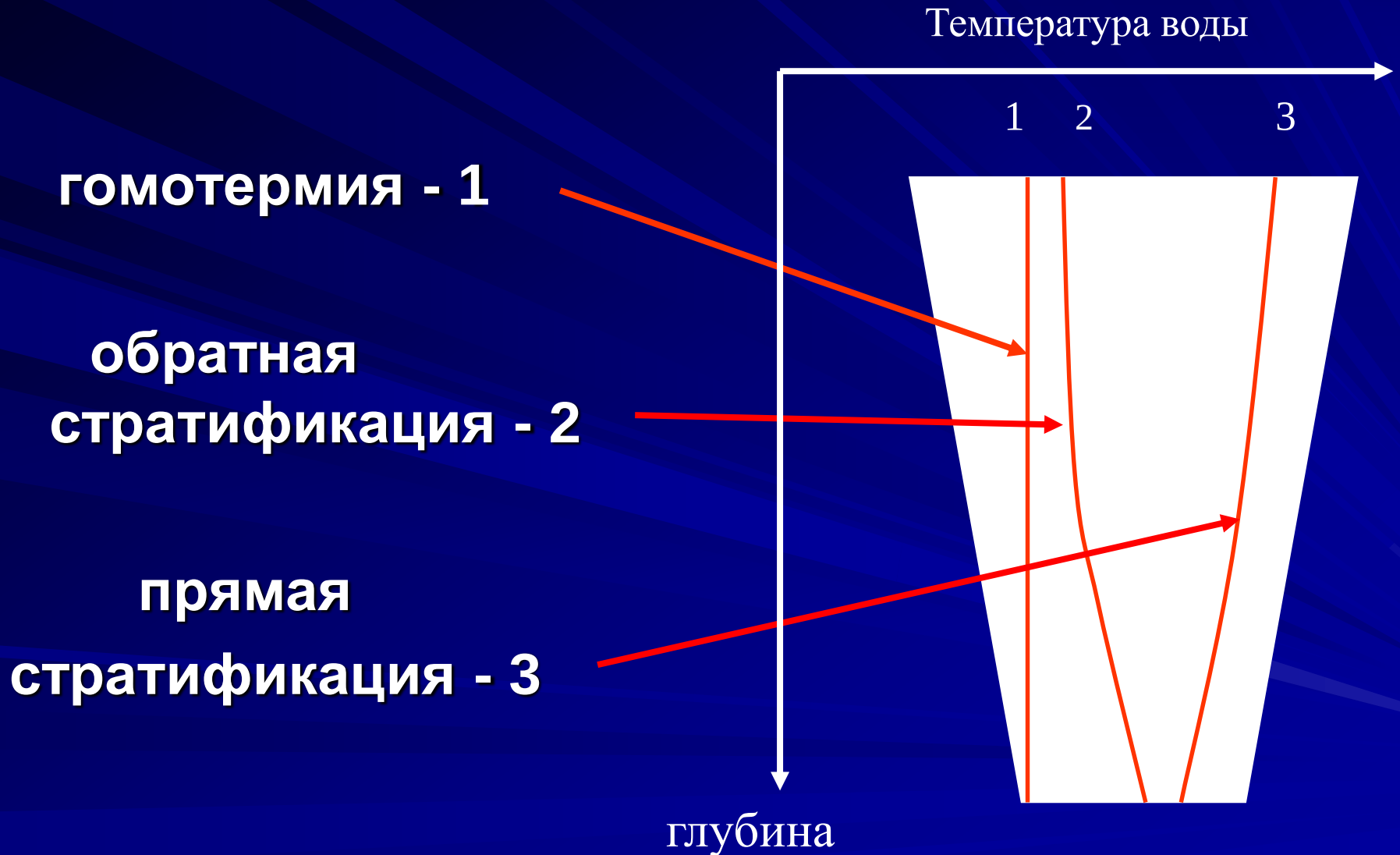
Основные факторы изменения температуры воды в озерах

- поглощение солнечной радиации (R)
- теплообмен с атмосферой ($Q_{та}$)
- затрата теплоты на испарение ($Q_{и}$)
- теплообмен с дном ($Q_{тд}$)
- приток ($Q_{п}$) и расход теплоты с речным стоком ($Q_{р}$)

Факторы перераспределения тепла в озерах

- динамическое (ветровое) перемешивание
- конвективное перемешивание

Виды распределения температуры воды по глубине озер

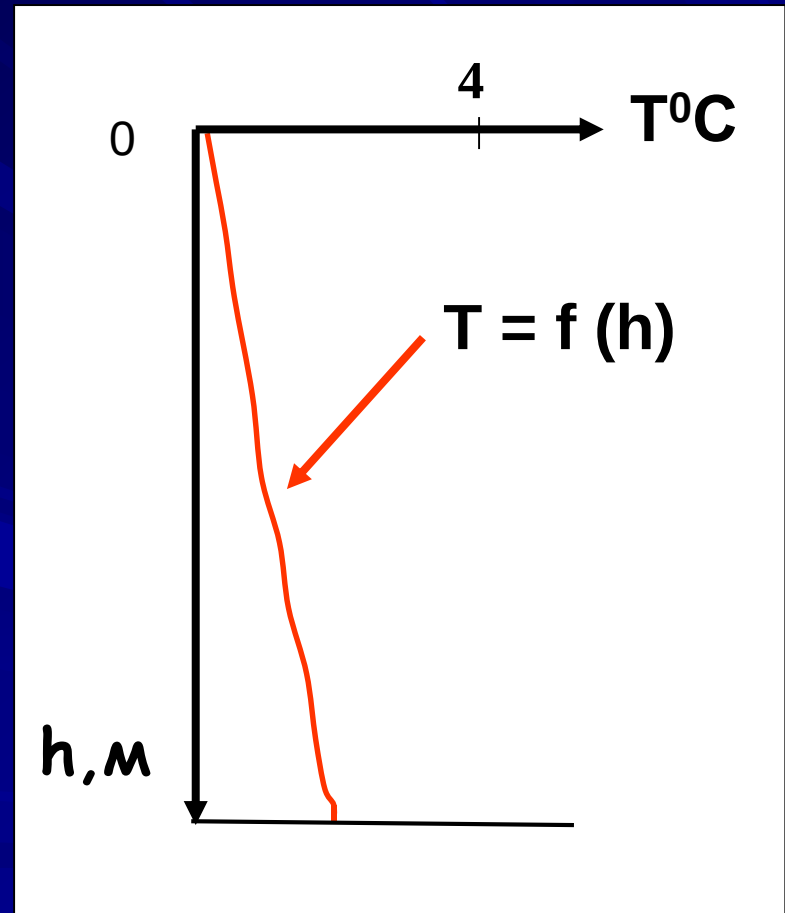


Термическая классификация озер (Ф.А.Форель)

- полярные озера
- озера умеренной зоны
- тропические озера

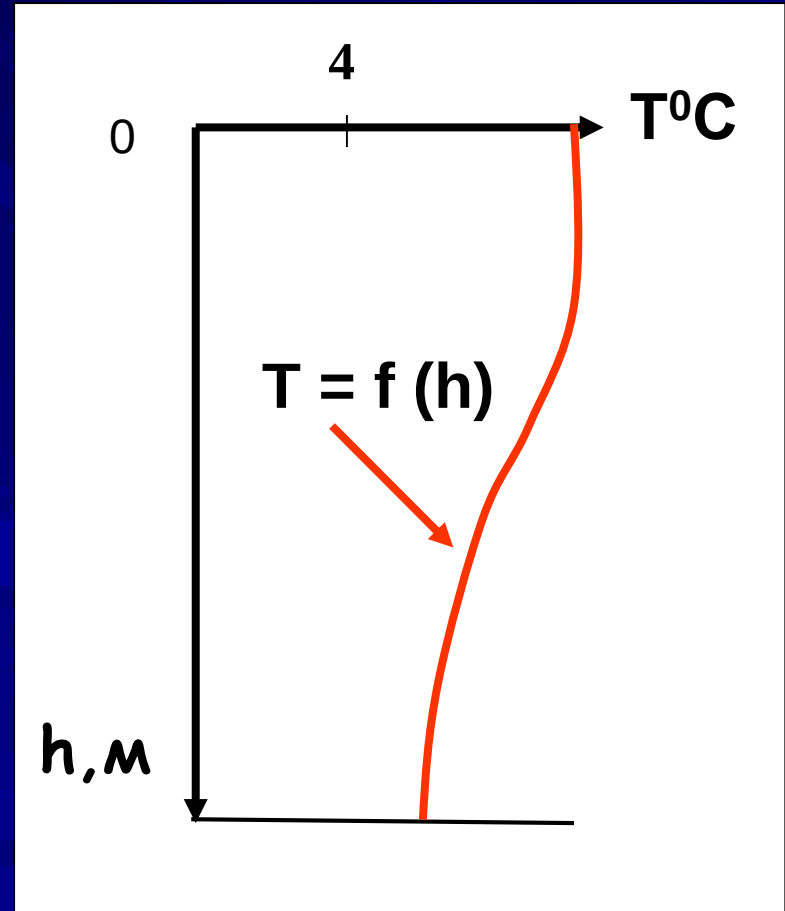
Термические особенности полярных озер

- холодные
- $T < 4^{\circ}\text{C}$
- преобладает обратная температурная стратификация



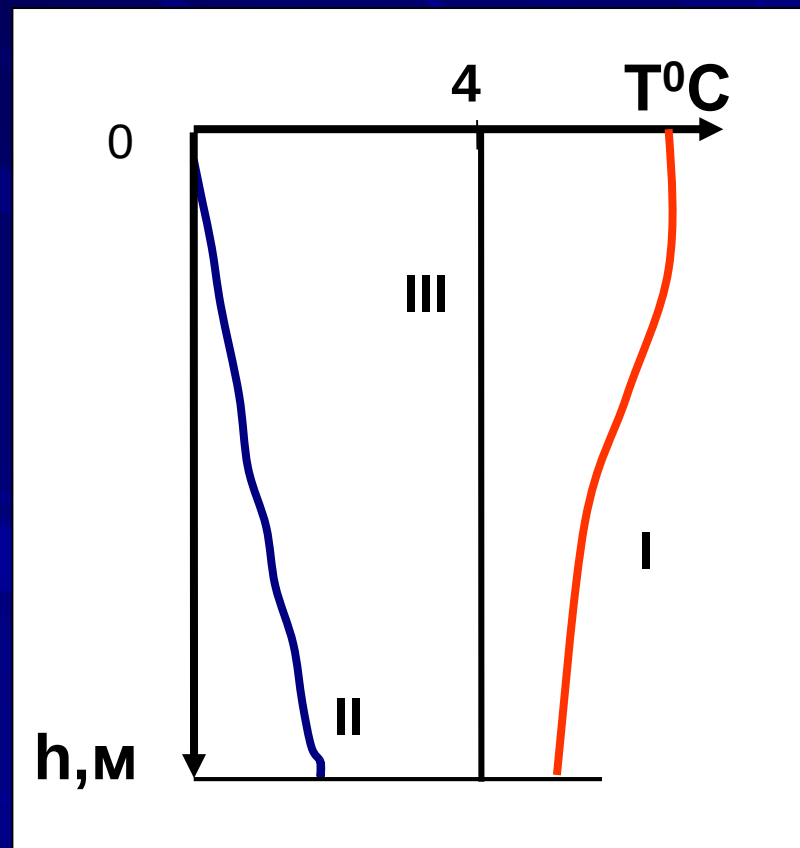
Термические особенности тропических озер

- теплые
- $T > 4^{\circ}\text{C}$
- преобладает
прямая
температурная
стратификация



Термические особенности озер умеренной зоны

- теплые летом
($T > 4^{\circ}\text{C}$)
- холодные зимой
($T < 4^{\circ}\text{C}$)
- осенью и весной
наблюдается
условие $T \approx 4^{\circ}\text{C}$



I – прямая, II – обратная стратификация,
III - гомотермия

Сезоны термического режима озер умеренного климата

■ весеннего нагревания

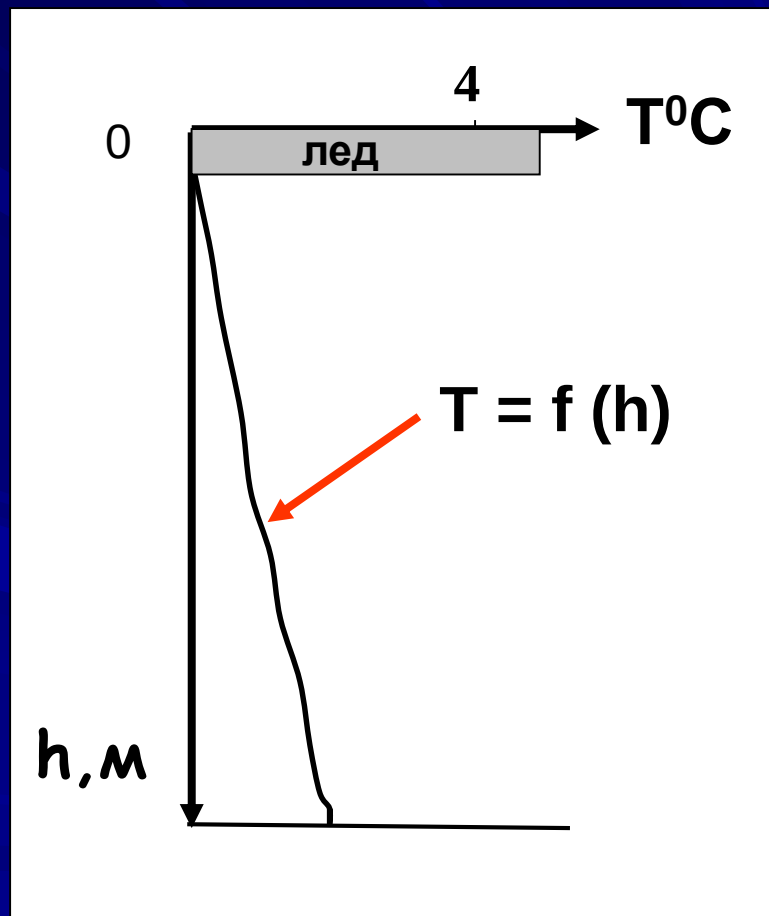
■ летнего нагревания

■ осеннего охлаждения

■ зимнего охлаждения

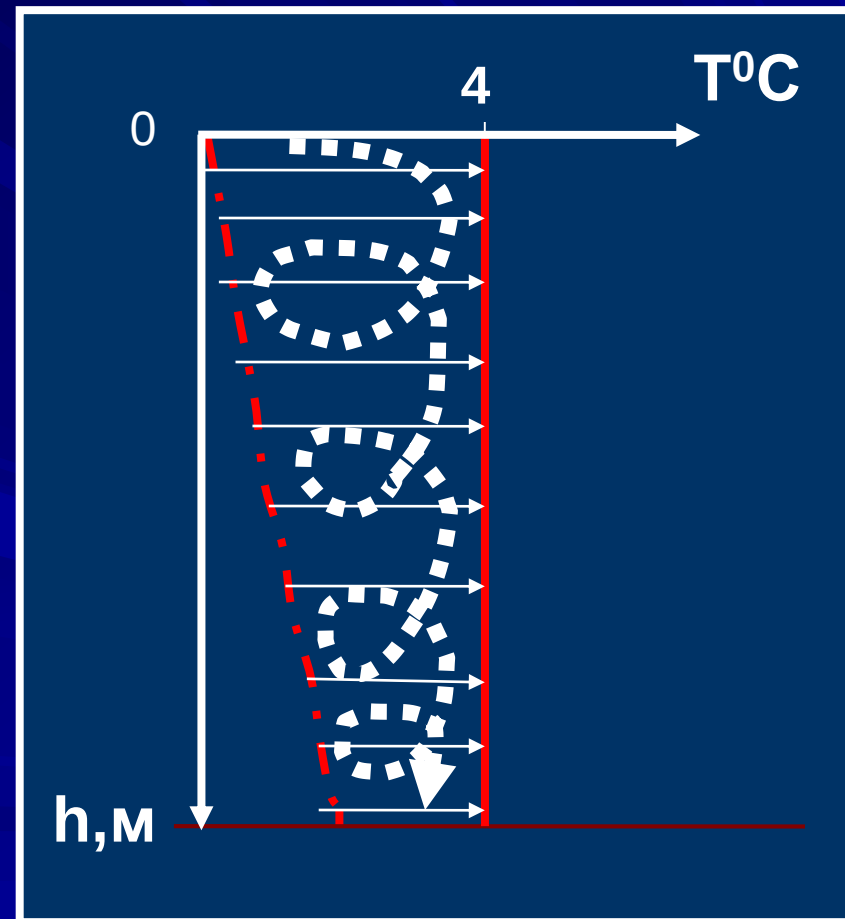
Характеристика зимнего сезона озер

- охлаждение водной массы
- температура у поверхности близка к 0°C , у дна – к $2-3^{\circ}\text{C}$



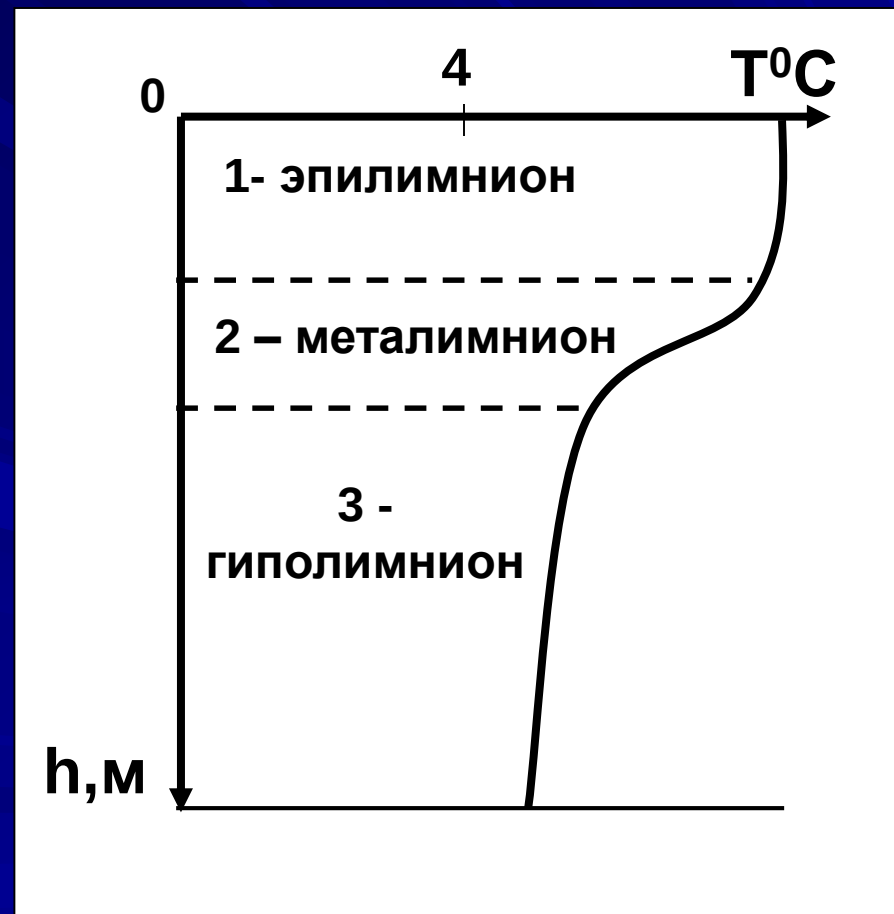
Характеристика сезона весеннего нагрева озер

- повышение T в поверхностном слое до 4°C
- нарушение плотностной устойчивости
- конвекция
- перемешивание до состояния гомотермии ($T(h) = 4^{\circ}\text{C} = \text{const}$)



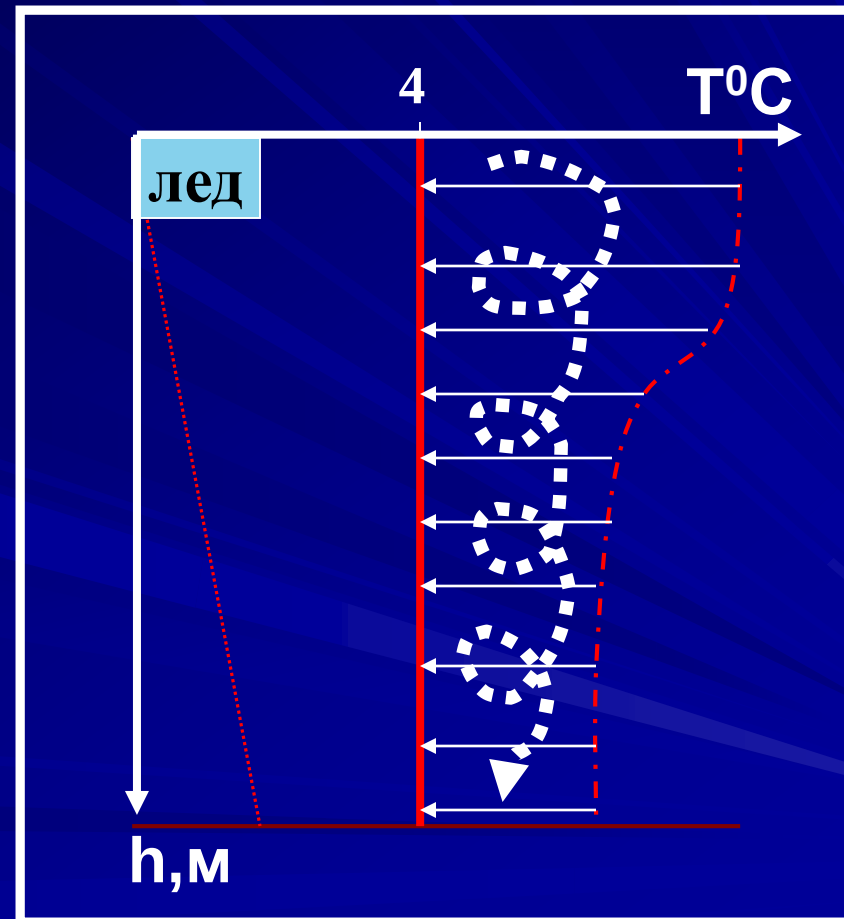
Характеристика сезона летнего нагрева озер

- прогрев поверхностного слоя водной массы (*ВМ*)
- устойчивая плотностная стратификация *ВМ*
- три зоны с характерным изменением T (1,2,3)
- возможно лишь динамическое перемешивание *ВМ*



Характеристика сезона осеннего охлаждения озер

- более быстрое охлаждение поверхности воды до $T = 4^{\circ}\text{C}$
- потеря плотностной устойчивости и перемешивание ВМ
- осенняя гомотермия
- зимнее охлаждение ВМ



Классификация озер по типу ледового режима

- не имеют ледовых явлений
- с неустойчивым ледоставом
- с устойчивым ледоставом
- с круглогодичным ледоставом

Характерные фазы ледового режима озер зоны умеренного климата

■ замерзания

■ ледостава

■ вскрытия

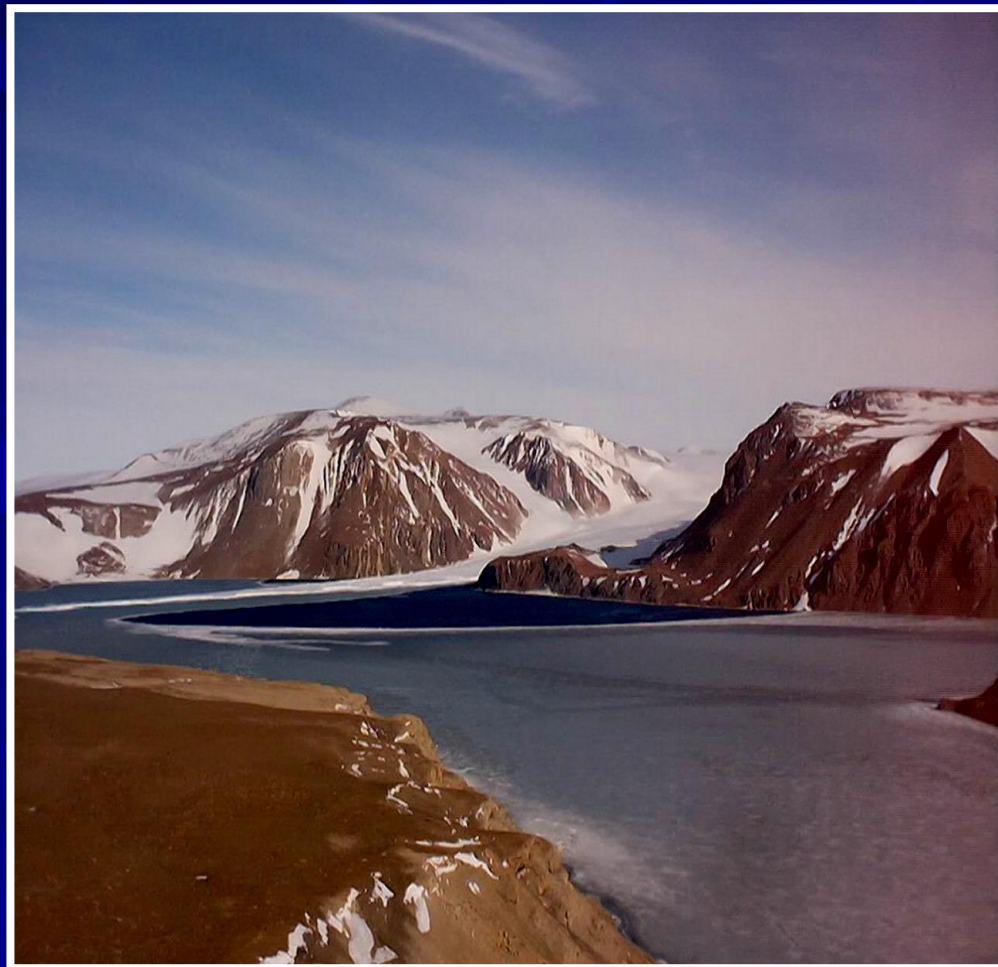


Типы озерного льда

- водно-кристаллический

- водно-снеговой

- снеговой



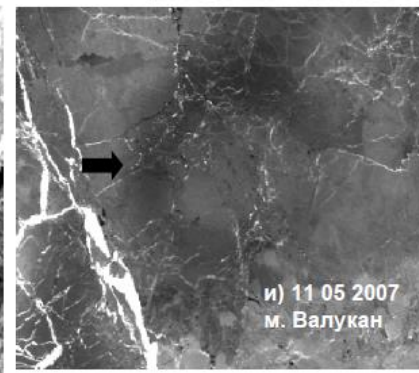
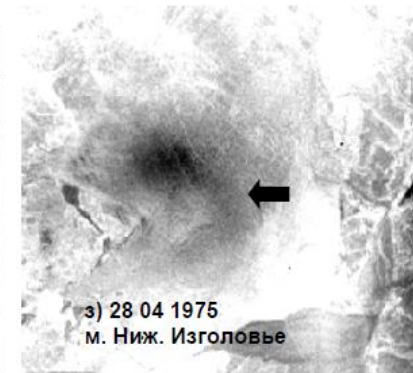
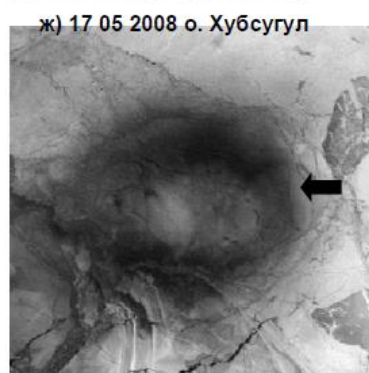
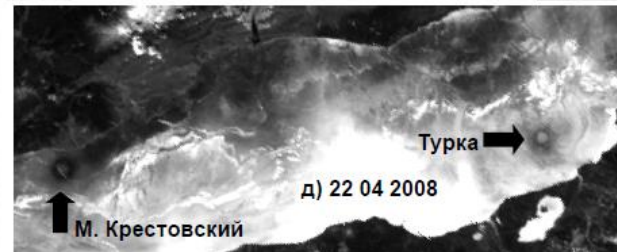
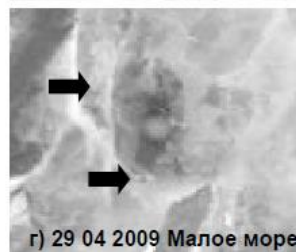
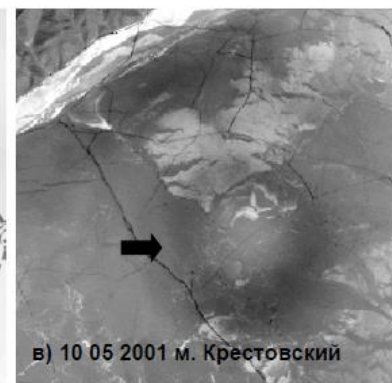
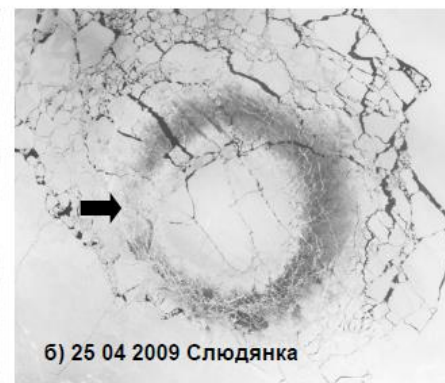
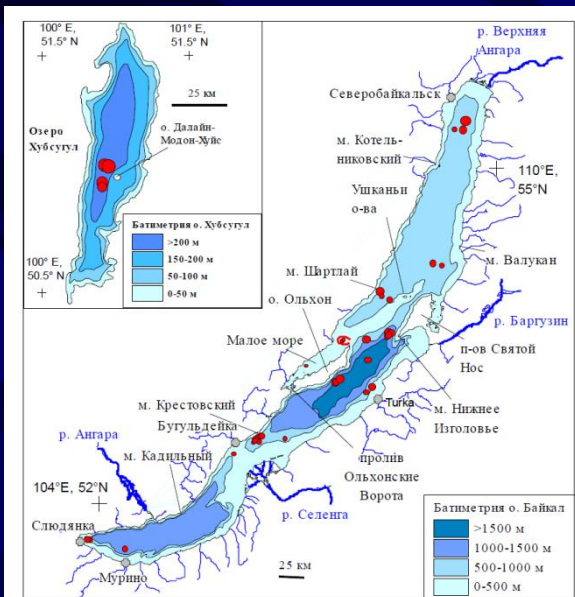




Байкал



Ледовые кольца на озерах Байкал и Хубсугул





www.icerings.org

Ледовый режим (озеро Плещеево)

