

Озера

1. Понятие, условия образования озер
2. Типы озерных котловин.
3. Морфометрические характеристики озер.
4. Классификация озер по условиям питания водных организмов.

Понятие, условия образования озер

Озеро – водоем с замедленным водообменом в природном углублении на поверхности суши. Это углубление называется *озерной котловиной*.

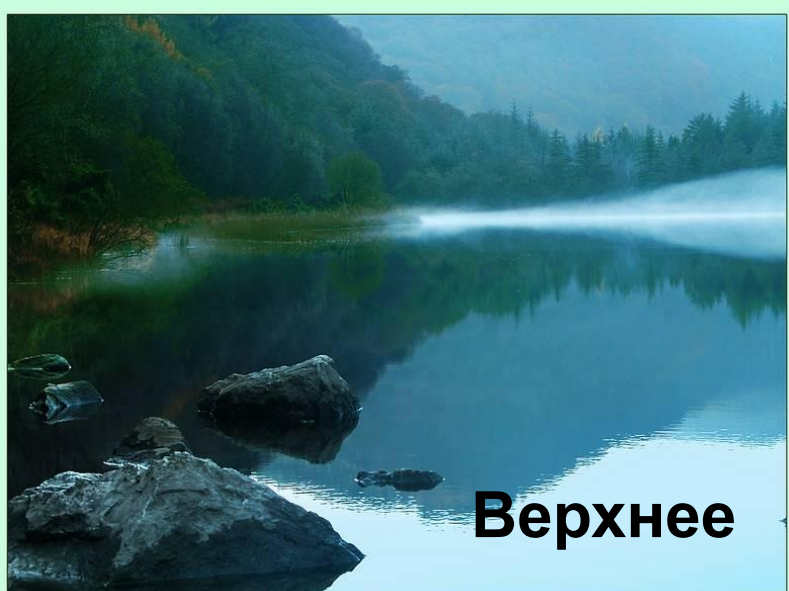
Общая площадь озер на земном шаре более 2,0 млн км².

Самое большое озеро Каспийское – 376 тыс. км². В геологическом плане оно является типичным морским бассейном – с океаническим типом земной коры в южной его котловине, с морской соленой водой. Это остаток океана Тетис, «отрезанный» от Мирового океана в неогене при столкновении Евроазиатской и Африкано-Аравийской литосферных плит.



Самое большое пресное озеро – Верхнее – 82,4 тыс. км².

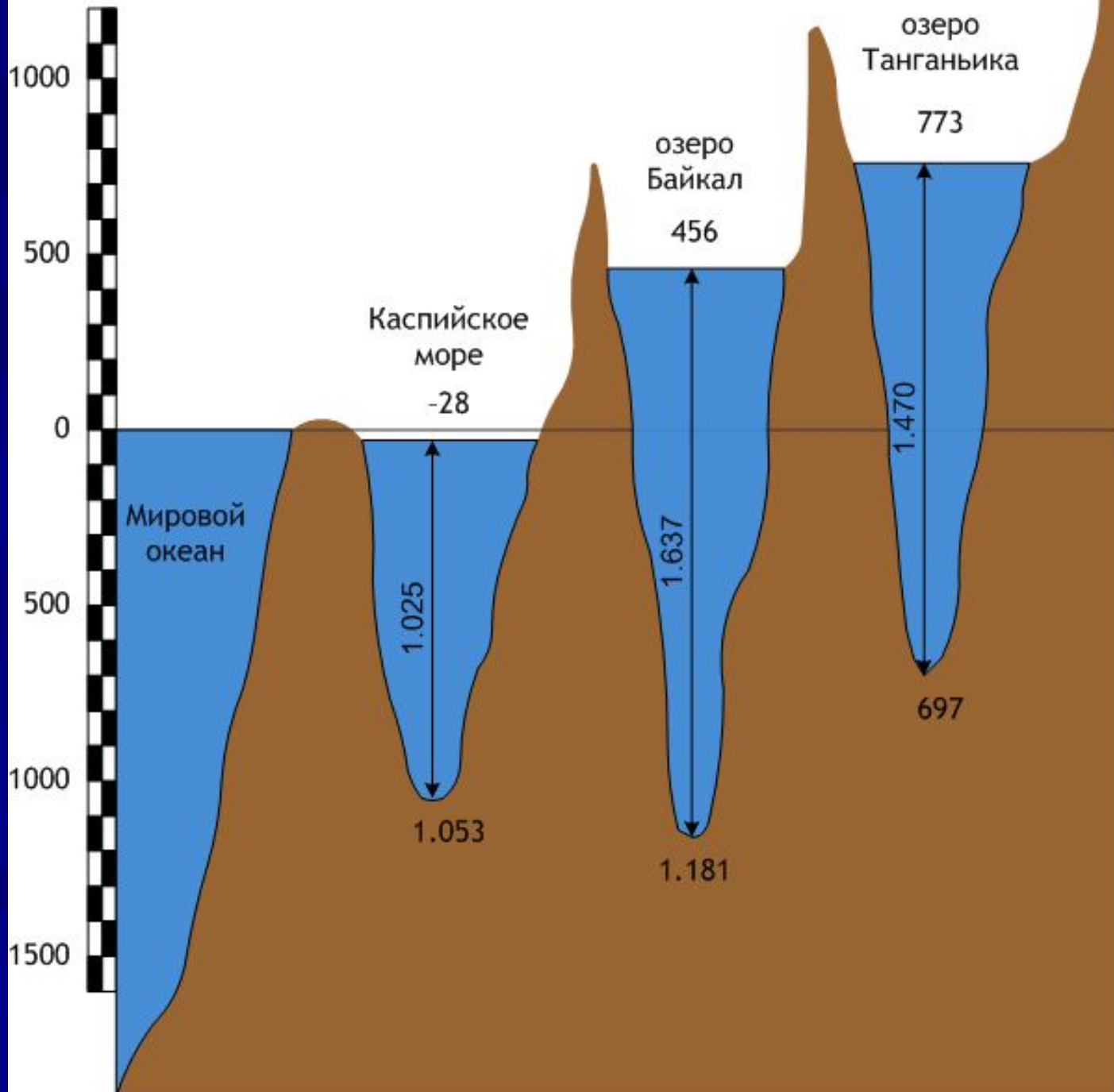
Самое глубокое – озеро Байкал – 1620 м.



Верхнее



Байкал



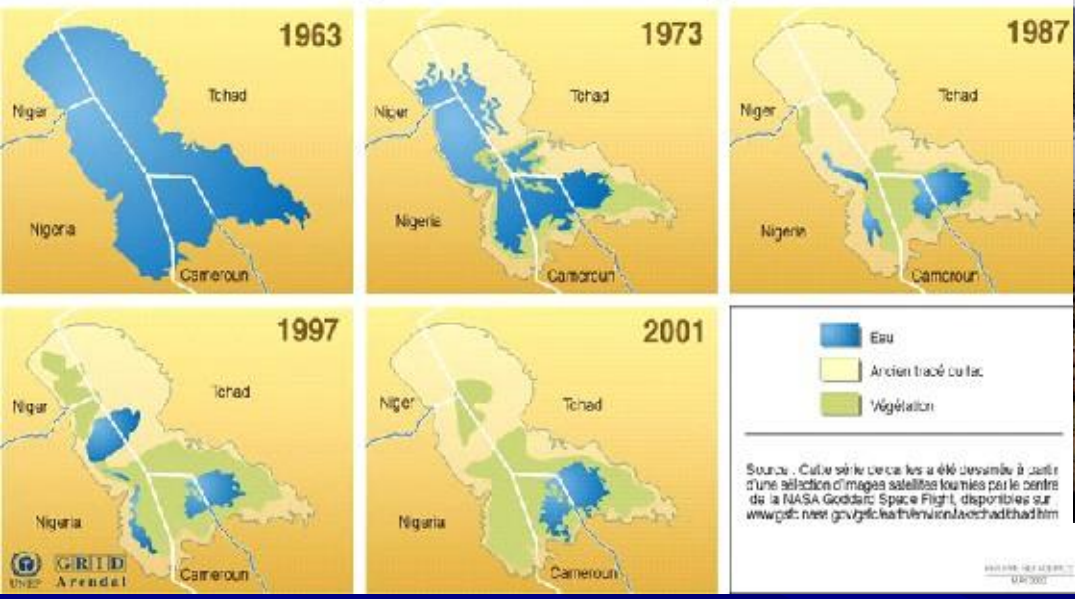
Происхождение озерных котловин

Озерные котловины могут быть как *эндогенного*, так и *экзогенного происхождения*, что самым существенным образом отражается на их размерах, форме, водном режиме.

Самые крупные озерные котловины *тектонического происхождения*. Они расположены либо в простых тектонических структурах –

- в *синеклизах* на равнинах (Ильмень, Чад),
- в предгорных и межгорных *прогибах* (Балхаш),
- в *грабенах-рифтах* (Байкал, Ньяса, Танганьика).

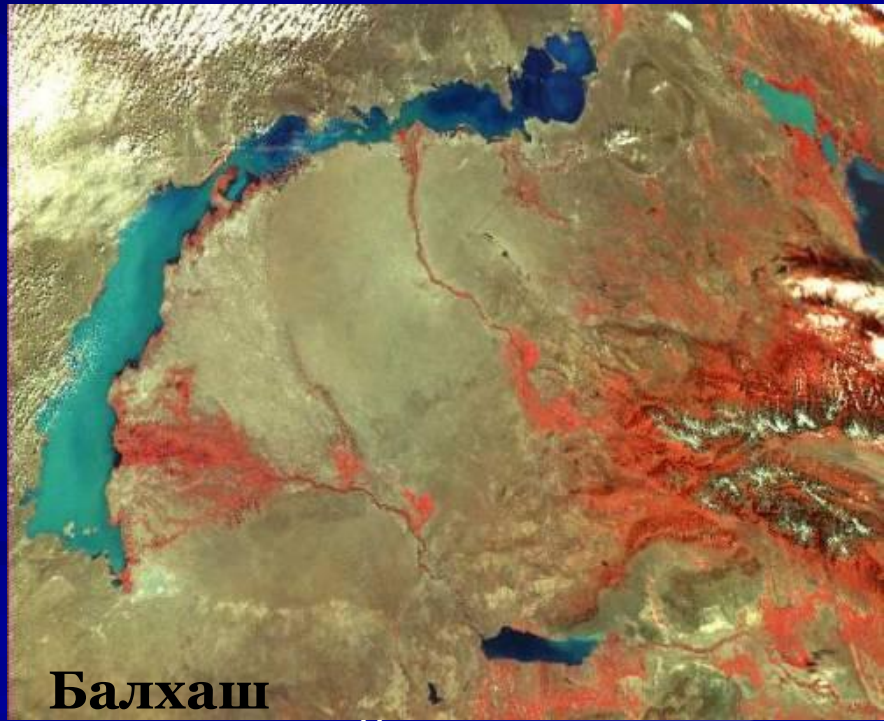
Disparition du lac Tchad en Afrique



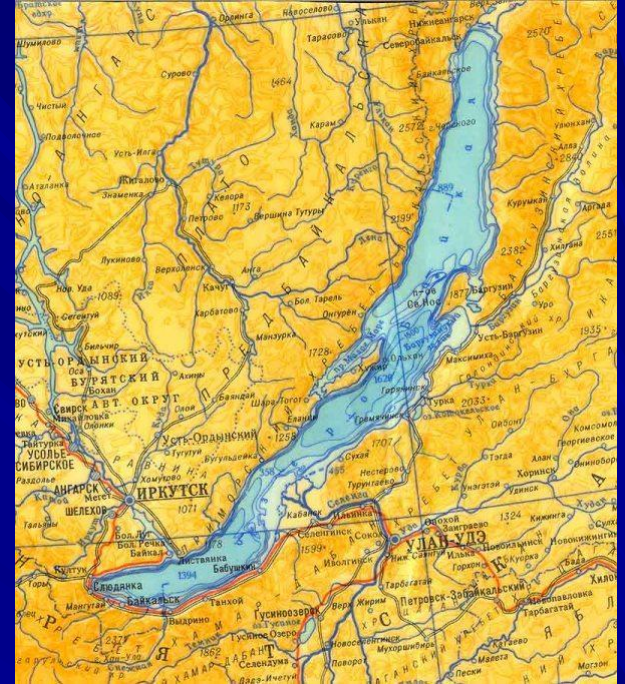
Чад



Ильмень



Балхаш



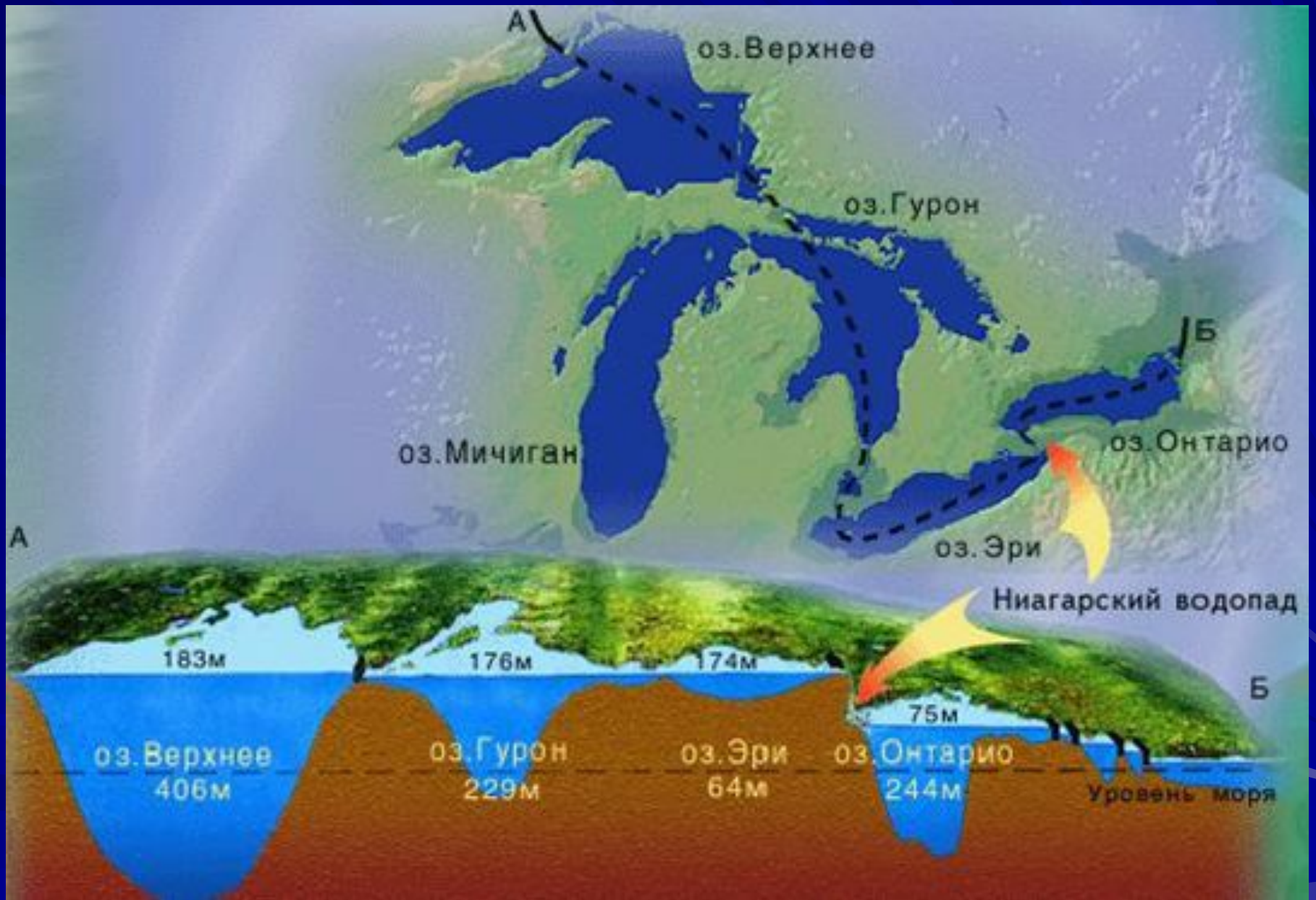
Танганьика

Ньяса

Большинство крупных озерных котловин имеет *сложное тектоническое происхождение*, в их образовании участвуют как вогнутые складки, так и разрывы земной коры (Иссык-Куль, Виктория).

Все тектонические озера отличаются большими размерами и значительными глубинами, а рифтовые – вытянутой и узкой формой в плане, очень большой глубиной, крутыми склонами. Днища многих глубоких озер лежат ниже уровня Мирового океана, имея зеркало воды выше уровня, – это *криптодепрессии* (Байкал, Ладожское и др.).

В расположении тектонических озер наблюдаются определенные закономерности: они сосредоточены вдоль разломов земной коры (Сирийско-Африканская и Байкальская рифтовые зоны) либо обрамляют щиты: вдоль Канадского щита расположились Большое Медвежье, Большое Невольничье, Виннипег, Атабаска, Великие Северо-Американские озера; вдоль Балтийского щита – Выгозеро, Сегозеро, Онежское, Ладожское и др.





Иссык-Куль

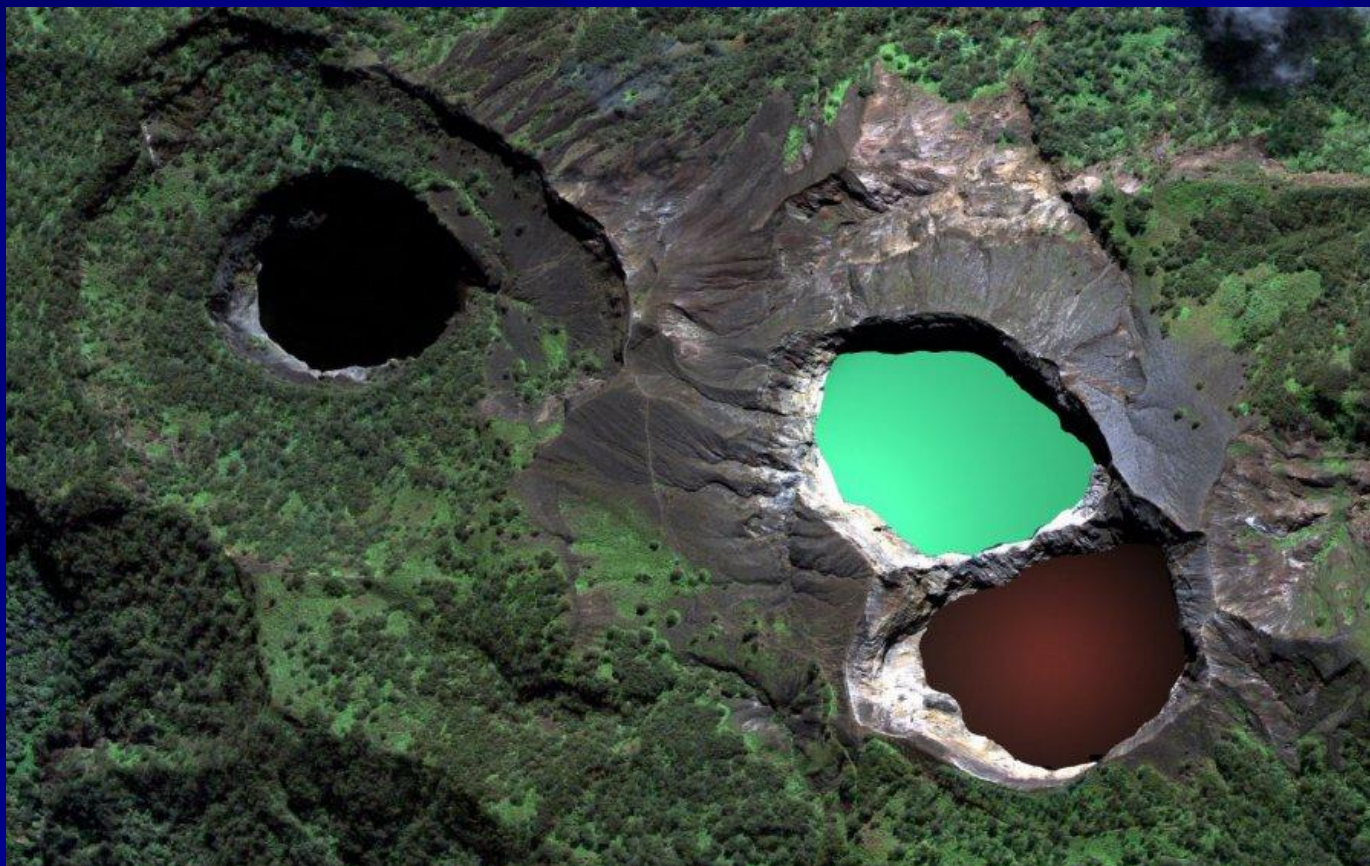


Виктория



Кроноцкое

Вулканические озера занимают кратеры и кальдеры потухших вулканов или углубления на поверхности застывших лавовых потоков (Кроноцкое озеро на Камчатке, озера Явы, Новой Зеландии).



Разноцветные озера на вулкане Келимуту (остров Флорес, Индонезия)

Национальный парк Озеро Крейтер (США, штат Орегон). Основной достопримечательностью парка является озеро Крейтер. Парк был основан 22 мая 1902 г. (пятый нац. парк в США). На территории парка расположена кальдера потухшего супер-вулкана Маунт-Мазам в которой образовалось озеро. Самая глубокая точка озера находится на глубине 597 м, озеро Крейтер является самым глубоким в США и седьмым по глубине в мире. Края кальдеры расположены на высоте от 2100 до 2400 м над уровнем моря, средняя высота самого озера 1883 м. В озеро не впадают и не вытекают реки или ручьи. Вода озера очень часто имеет завораживающий голубой оттенок.



Наряду с озерными котловинами, созданными внутренними процессами Земли, весьма многочисленны озерные ванны, образовавшиеся вследствие *экзогенных процессов*.

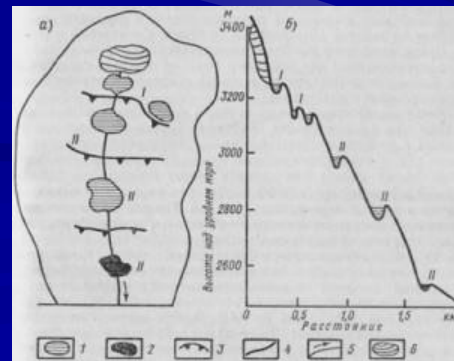
Среди них наиболее распространены *ледниковые (моренные) озера* на равнинах и в горах, как в котловинах, выпаханных ледником, так и в понижениях между холмами при неравномерном отложении морены. Разрушительной деятельности древних ледников обязаны своим происхождением озера Карелии и Финляндии, которые вытянуты по направлению движения ледника с северо-запада на юго-восток вдоль тектонических трещин (фактически они смешанного ледниково-тектонического происхождения, как и Ладожское, Онежское и некоторые другие озера по периферии Балтийского и Канадского щитов).

К ледниковым котловинам в горах относятся многочисленные небольшие **каровые озера** в чашеобразных углублениях на склонах гор ниже снеговой границы (в Альпах, на Кавказе, Алтае) и **троговые озера** – в корытообразных долинах в горах (Женевское, Боденское).

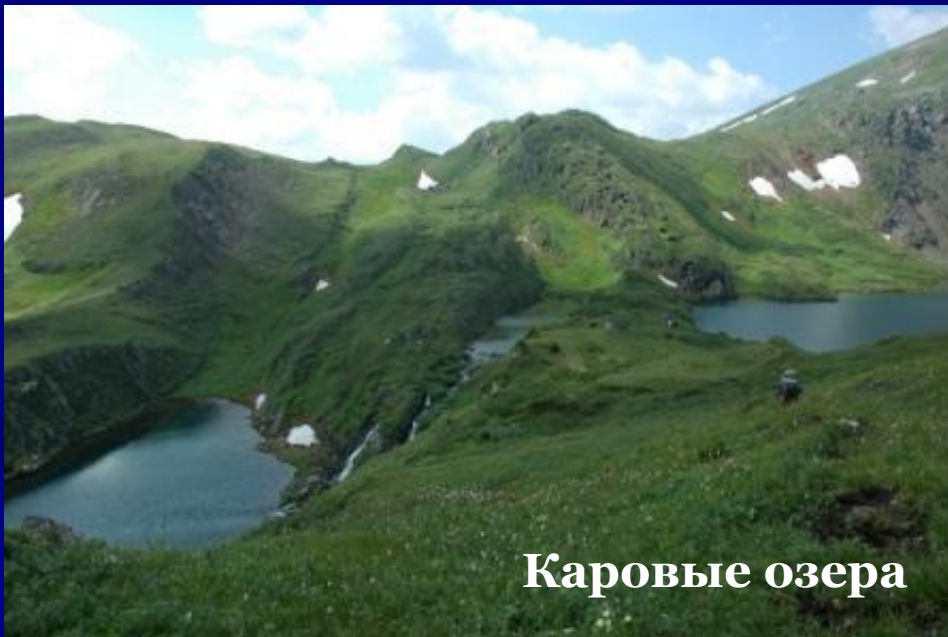
С неравномерной аккумуляцией ледниковых отложений связаны озера среди холмистого моренного рельефа: на северо-западе Восточно-Европейской равнины, особенно на Валдайской возвышенности, в Прибалтике, Польше, Германии, Канаде и севере США. Эти озера обычно неглубокие, широкие, с лопастными берегами, с островами (Селигер, Валдайское и др.).

В горах такие концевые озера возникли на месте бывших языков ледников (Комо, Гарда в Альпах).

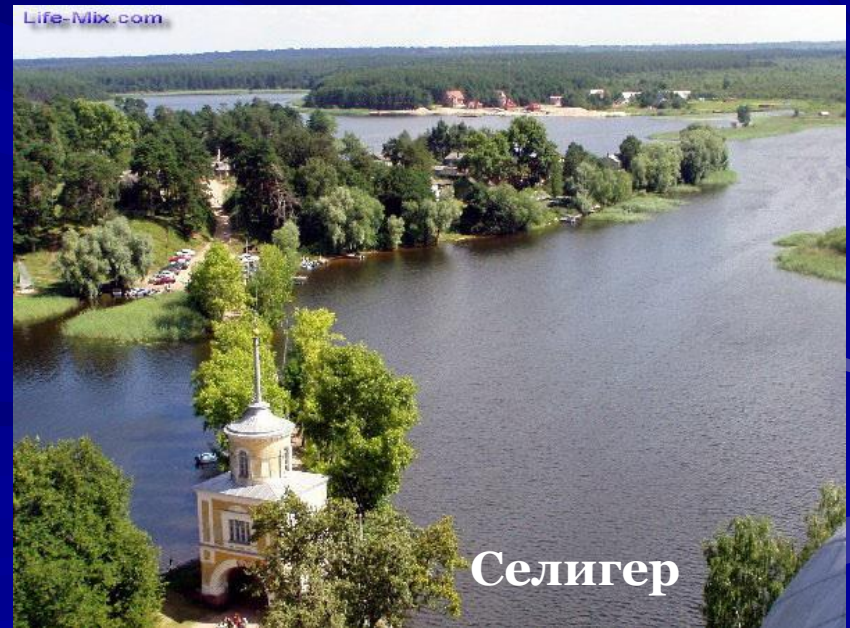
В областях бывших оледенений многочисленны озера в **ложбинах стока талых ледниковых вод** – они удлиненные, корытообразной формы, обычно небольшие и неглубокие (Долгое, Круглое на Клинско-Дмитровской гряде).



Женевское

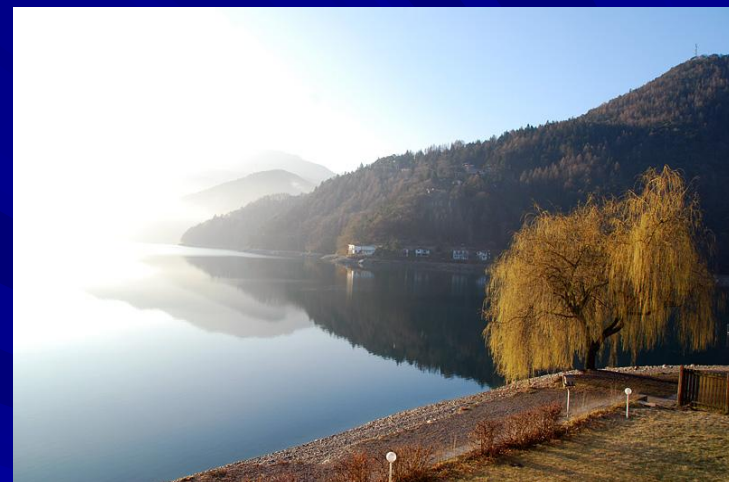


Каровые озера



Селигер

Озера Комо, Гарда, Караколь



Карстовые провальные озера образуются в местах выщелачивания горных пород (гипса, солей, известняков и др.) подземными и отчасти поверхностными водами, они глубокие, но небольшие, часто округлые по форме (в Крыму, на Кавказе, в Динарских горах).



Шан-Хурей (Северный Кавказ)



Подпрудные озера образуются в горах, часто после землетрясений, в результате обвалов и оползней, перегораживающих речные долины. Самое известное из них – Сарезское образовалось в 1911 г. после схода из-за землетрясения гигантского оползня, запрудившего реку Мургаб на Памире.



Сарезское



Суффозионные озера образуются в котловинах просадочного происхождения на месте интенсивного выноса подземными водами мелкоземистых минеральных частиц (на юге Западной Сибири).

Термокарстовые провальные озера возникают при протаивании многолетнемерзлого грунта или вытаяивании льда. Благодаря им Колымская низменность – один из самых озерных краев России. Много реликтовых термокарстовых озерных котловин находится на северо-западе Восточно-Европейской равнины в бывшей ледниковой и приледниковой зонах.

Эоловые озера возникают в котловинах выдувания (озера Теке, Селекты в Казахстане).



Колымская низменность

Юг Западной Сибири



В долинах равнинных рек самыми многочисленными являются пойменные *озера- старицы* характерной подковообразной формы, образующиеся в результате периодического спрямления излучин в руслах извилистых рек и их обособления от речных течений. При пересыхании рек их плесовые лощины сохраняются в виде бочагов – *речных озер*; в дельтах рек возникают мелкие *озера-ильмени* на месте протоков, часто поросшие тростником и камышом (ильмени Волжской дельты, озера Кубанских плавней).

На низменных побережьях морей характерны *прибрежные озера* на месте лиманов и лагун, если последние отделяются от моря песчаными намывными перемычками: косами, барами. К особому типу относятся *органогенные озера* среди болот и коралловых построек



Основные морфометрические характеристики озера

площадь озера – площадь зеркала воды;

длина береговой линии – длина уреза воды;

длина озера – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками береговой линии;

средняя ширина – отношение площади к длине;

объем озера – объем котловины, заполненной водой;

средняя глубина – отношение объема водной массы к площади;

максимальная глубина находится непосредственными измерениями;

изобаты – линии одинаковых глубин.

Водные массы и режим озер

По генезису водных масс выделяют два типа озер.

Одни имеют воду атмосферного происхождения: осадки, речные воды и подземные воды. Такие озера чаще пресные, хотя в аридном климате из-за большого испарения в конечном счете могут стать минеральными.

Другие озера когда-то были частью Мирового океана или соединялись с ним, поэтому сохранили реликтовую соленость (Каспийское, Аральское моря). Но и в таких озерах первичная морская вода может быть сильно преобразована и даже полностью вытеснена и замещена атмосферными водами. Так произошло в Ладожском и Онежском озерах, которые в позднеледниковый период (12–8 тыс. лет назад) некоторое время соединялись с Балтийским морем.

Водные массы и режим озер

В зависимости от водного баланса, т.е. по условиям притока и стока, озера разделяются на *сточные и бессточные*.

Озера, сбрасывающие часть своих вод в виде речного стока, называются *сточными*; частным случаем их являются *проточные озера*. В такие озера может впадать много рек, но вытекает, как правило, всегда одна (Ангара из озера Байкал, Нева из Ладожского озера и др.).

Озера, не имеющие стока в Мировой океан, – *бессточные* (Каспийское, Аральское, Большое Соленое).

Водный баланс определяет колебания уровня озер. При положительном балансе уровень озер повышается, при отрицательном – понижается. При этом меняются морфометрические характеристики озер и свойства их водных масс.

- Колебания уровня озер могут быть *периодическими и непериодическими*. Ярче всего выражены периодические сезонные колебания, которые подчинены закону зональности.
- В *экваториальном поясе* они незначительны.
 - В *субэкваториальном поясе* с муссонным климатом уровень озер выше летом.
 - В *тропическом поясе* в сухом климате он заметно снижается летом из-за увеличения испарения.
 - В *субтропическом поясе* он увеличивается зимой на западе материков в средиземноморском климате (больше осадков, меньше испарения) и увеличивается летом на востоке материков в муссонном климате.
- Уровень озер в *умеренном поясе* наиболее сложный. В континентальном, гумидном климате он выше всего весной после таяния снегов. В континентальном аридном он ниже летом из-за увеличения испарения, в муссонном – выше летом.
- В *субарктическом поясе* уровень озер выше в весенне-летнее время за счет таяния снега при отсутствии просачивания воды в грунт в условиях многолетней мерзлоты. Зимой там озера находятся на «голодном пайке», так как нет подземного питания.

Колебания уровней озер большой продолжительности обусловлены многолетними колебаниями климата, вызывавшими трансгрессии и регрессии. Такие колебания уровня озер лучше проявляются в бессточных озерах в аридных районах, например на Каспии. По ним изучают длительные циклы увлажнения и засушливости климата.

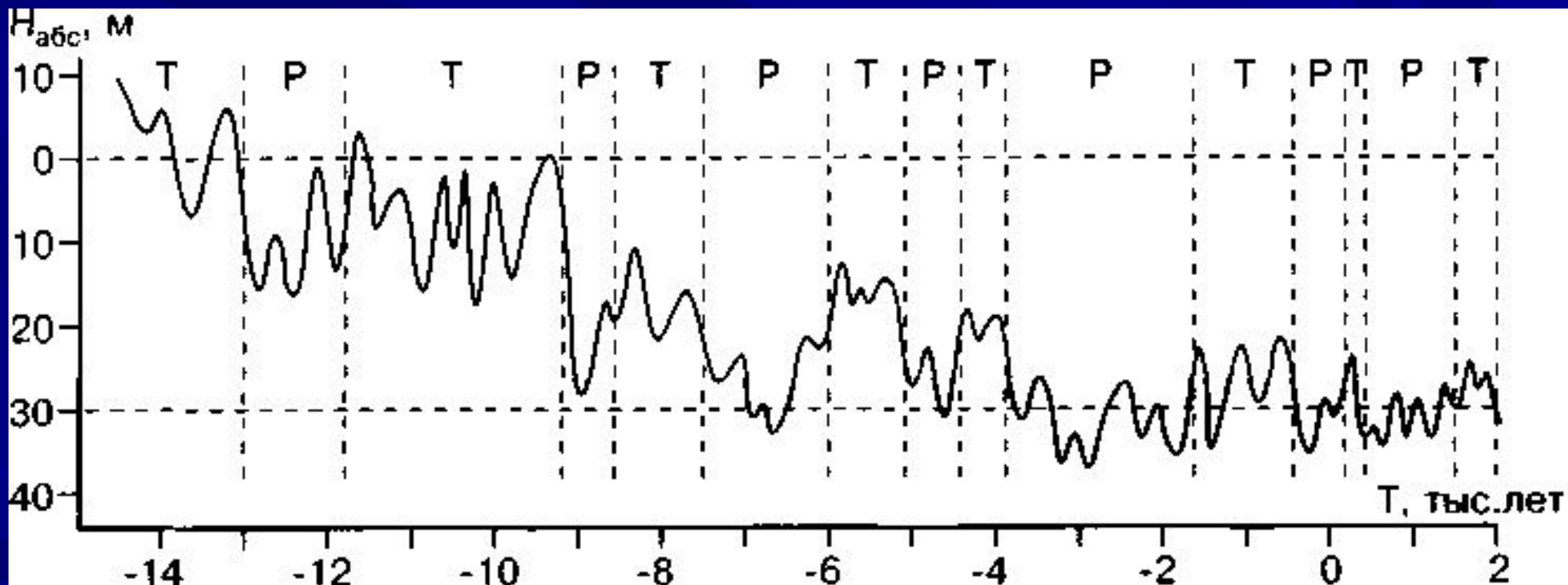


Рисунок - Изменения уровня Каспийского моря в послеледниковое время и его трансгрессивные (Т) и регрессивные (Р) фазы (по 2006 К. Клиге и др.)

Химизм озер

Воды озер, как и другие природные воды, характеризуются различным химическим составом и разной степенью минерализации.

По составу солей (по преобладающему аниону) воды озер подразделяют на три класса:

- *гидрокарбонатные и карбонатные,*
- *сульфатные,*
- *хлоридные.*

В каждом классе по преобладающему катиону выделяют три группы:

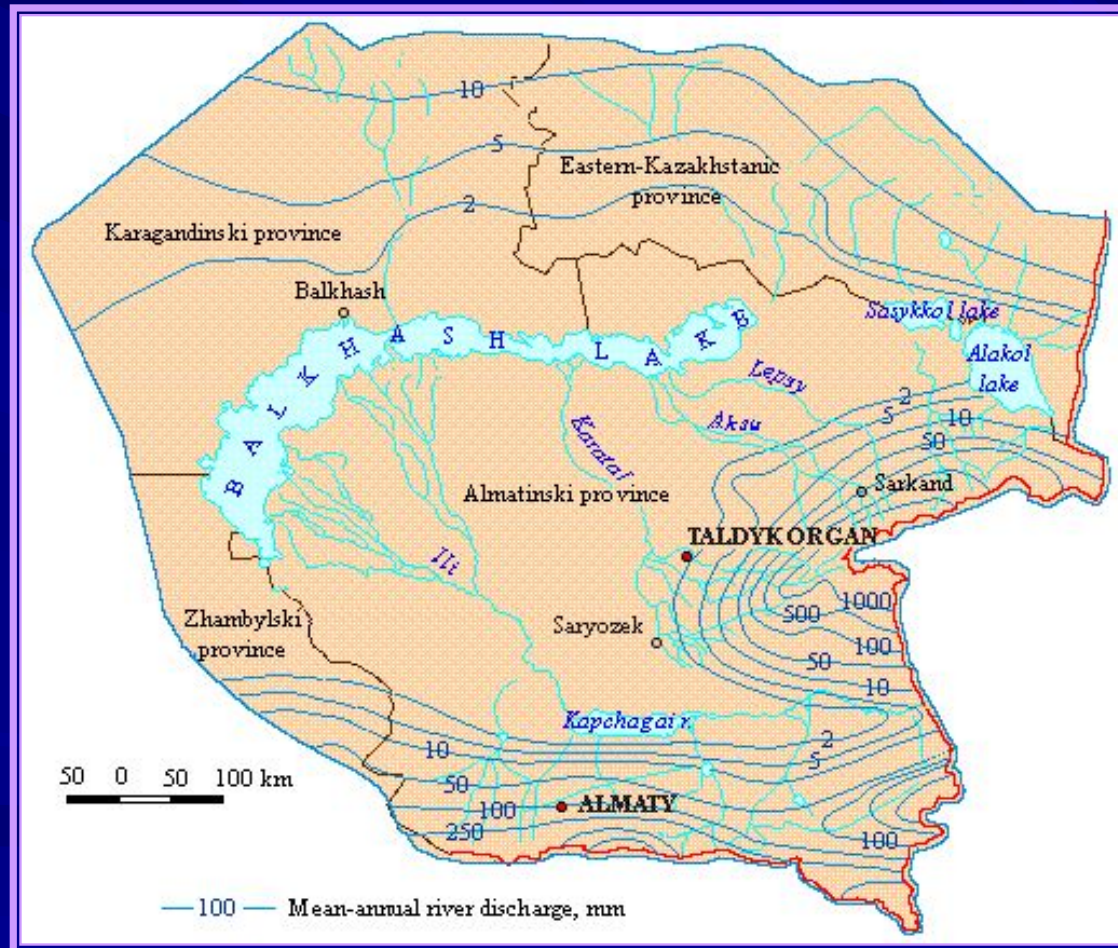
- *кальциевая,*
- *магниевая*
- *натриевая.*

В распределении озер по химическому составу прослеживается географическая зональность, обусловленная условиями увлажнения.

По степени минерализации озера подразделяются на

- *пресные (S менее 1‰), Байкал – 0,1‰,*
- *солончатые (1–24,7‰), Каспийское – 12–13‰,*
- *соленые (24,7 – 47‰)*
- *минеральные (более 47‰) Большое Соленое – 137–300‰, Мертвое море 260 – 270‰, в отдельные годы до 310‰).*

Степень минерализации озер может быть различной в разных частях: пониженной соленостью отличаются те части озера, в которые впадают реки. Так, в бессточном озере Балхаш, расположенном в аридной зоне, в западной части, куда впадает река Или, вода пресная, а в восточной части, которая соединяется с западной лишь узким (4 км) неглубоким проливом, вода солоноватая.



Поверхностный сток в озера Балхаш и Алаколь

При перенасыщении озер из рассола – рапы соли начинают выпадать в осадок, происходит их кристаллизация. Такие минеральные озера называют *самосадочными*, часто они представляют собой емкости, уже почти заполненные кристаллической солью (например, Эльтон, Баскунчак).

Минеральные озера, в которых откладываются пластичные тонкодисперсные илы, известны как *грязевые* (например, лечебные водоемы близ Евпатории и др.).



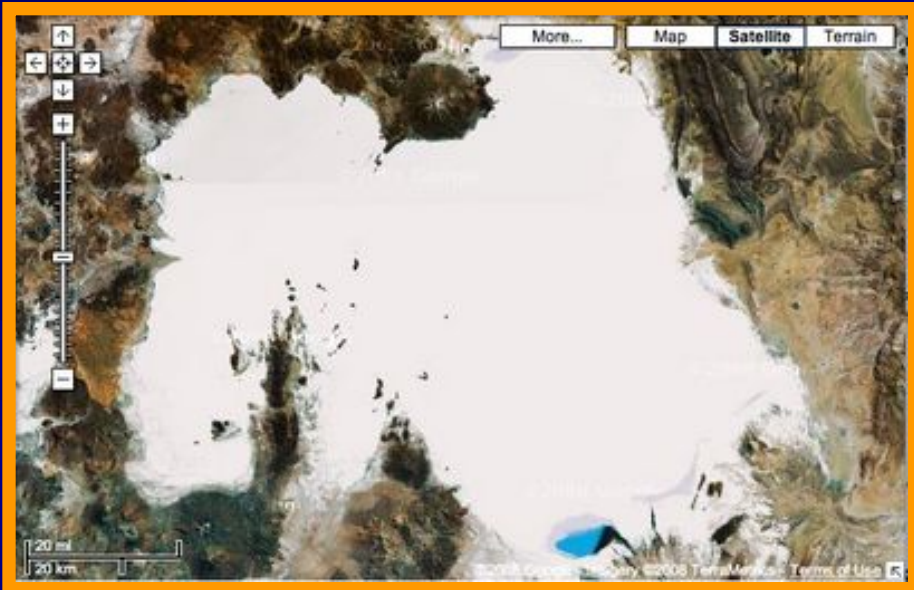
Эльтон



Салинас-Гранде



Уюни



Термический режим озер

Существует зональная термическая классификация пресных озер, разработанная Ф. Форелем. В ней выделены три типа озер в зависимости от длительности периода с температурой выше или ниже $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, что отражается на вертикальной циркуляции воды в озере:

- полярные,
- *субполярные*,
- умеренные,
- *субтропические*,
- тропические: влажных и сухих тропиков

Озера жаркого теплового пояса – *тропические* – характеризуются температурой поверхности $20\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ весь год, причем с глубиной она постепенно снижается. Такое распределение температуры по вертикали называется *прямой термической стратификацией*. Зимой в связи с понижением температуры воды на поверхности наблюдается сезонная циркуляция, более четкая в сухих тропиках, нежели во влажных.

Озера холодного теплового пояса – *полярные* – весь год обладают температурой поверхности ниже $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Большую часть года они замерзшие, и температура с глубиной повышается. Такое распределение температуры по вертикали называется *обратной термической стратификацией*. Период циркуляции один – летом.

Озера умеренного теплового пояса – *умеренные* – имеют температуру поверхности выше $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ летом, ниже $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ зимой. Они обладают переменной стратификацией по сезонам года: летом прямой, зимой обратной.

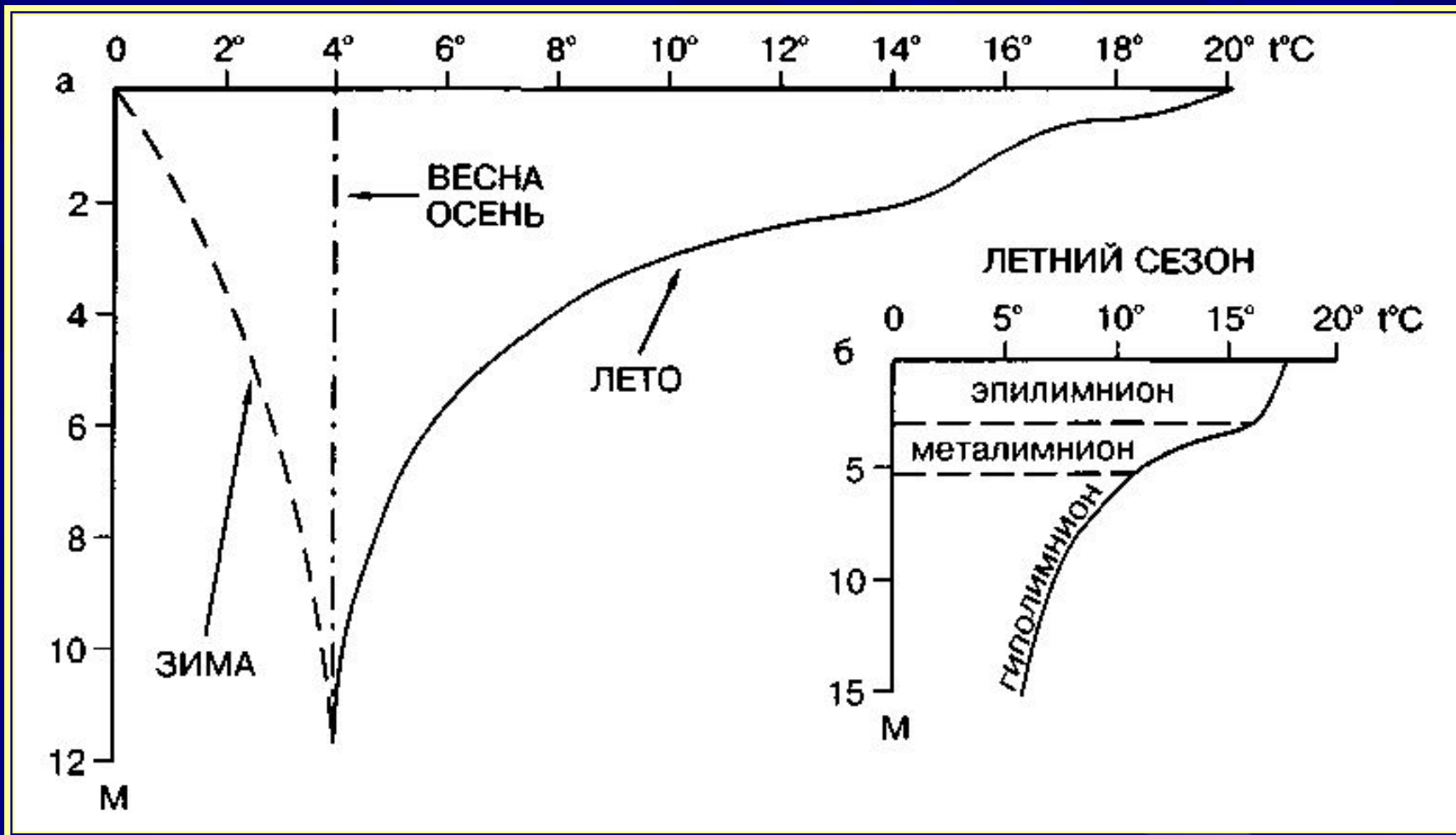
Весной и осенью наступают такие моменты, когда температура по вертикали одинаковая – $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на разных глубинах. Явление постоянства температуры по вертикали называется *гомотермией* (весенней и осенней).

Годовой термический цикл в озерах умеренного пояса разделяется на четыре периода:

- **весеннее нагревание** (от 0 до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$) осуществляется благодаря конвективному перемешиванию;
- **летнее нагревание** (от $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до максимальной температуры) – путем молекулярной теплопроводности;
- **осеннее охлаждение** (от максимальной температуры до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$) – путем конвективного перемешивания;
- **зимнее охлаждение** (от $+4$ до 0°C) – вновь путем молекулярной теплопроводности. Таким образом, в умеренных озерах два периода циркуляции – весной и осенью.



Изменение температуры воды пресных озер с глубиной по сезонам года



а – изменение температуры воды пресных озер с глубиной по сезонам года;
 б – вертикальные термические зоны озер умеренного климатического пояса
 ЛЕТОМ

В зимнем периоде замерзающих озер выделяются те же три фазы, что и у рек:

- *замерзание,*
- *ледостав,*
- *вскрытие.*

Процесс образования и таяния льда у озер схож с реками. Небольшие мелкие озера замерзают раньше рек, большие глубокие – позже. Но и те и другие озера на 2–3 недели дольше покрыты льдом, чем реки региона, и вскрываются позже их. Термический режим соленых озер напоминает режим океанов и морей.

Озера, особенно крупные, оказывают смягчающее влияние на климат прилегающих территорий: зимой там теплее, летом прохладнее. Так, на береговых метеостанциях у озера Байкал температура зимой на 8–10°C выше, а летом на 6–8 °C ниже, чем на станциях, находящихся вне влияния этого озера. Влажность воздуха близ озера больше из-за повышенного испарения.

Динамика озер

К динамическим явлениям в озерах относятся течения, волнение и сейши.

Стоковые течения возникают при впадении рек в озеро и оттоке воды из озера в реку. В проточных озерах они прослеживаются на всем протяжении озера, в непроточных – на участках, прилежащих к устью или истоку реки.

Временные **ветровые** поверхностные течения вызывают изменение наклона водной поверхности и, как следствие, глубинные **компенсационные** течения, которые восстанавливают равновесие воды.

Волнение – колебания водной поверхности, обусловленные порывистым характером ветра. По сравнению с морями и океанами высота волн на озерах меньше, а крутизна больше.

Сейши – стоячие волны – это колебания массы воды с амплитудой обычно до 0,5 м без образования волн. Они весьма характерны для озер и вызваны резкими изменениями погоды.

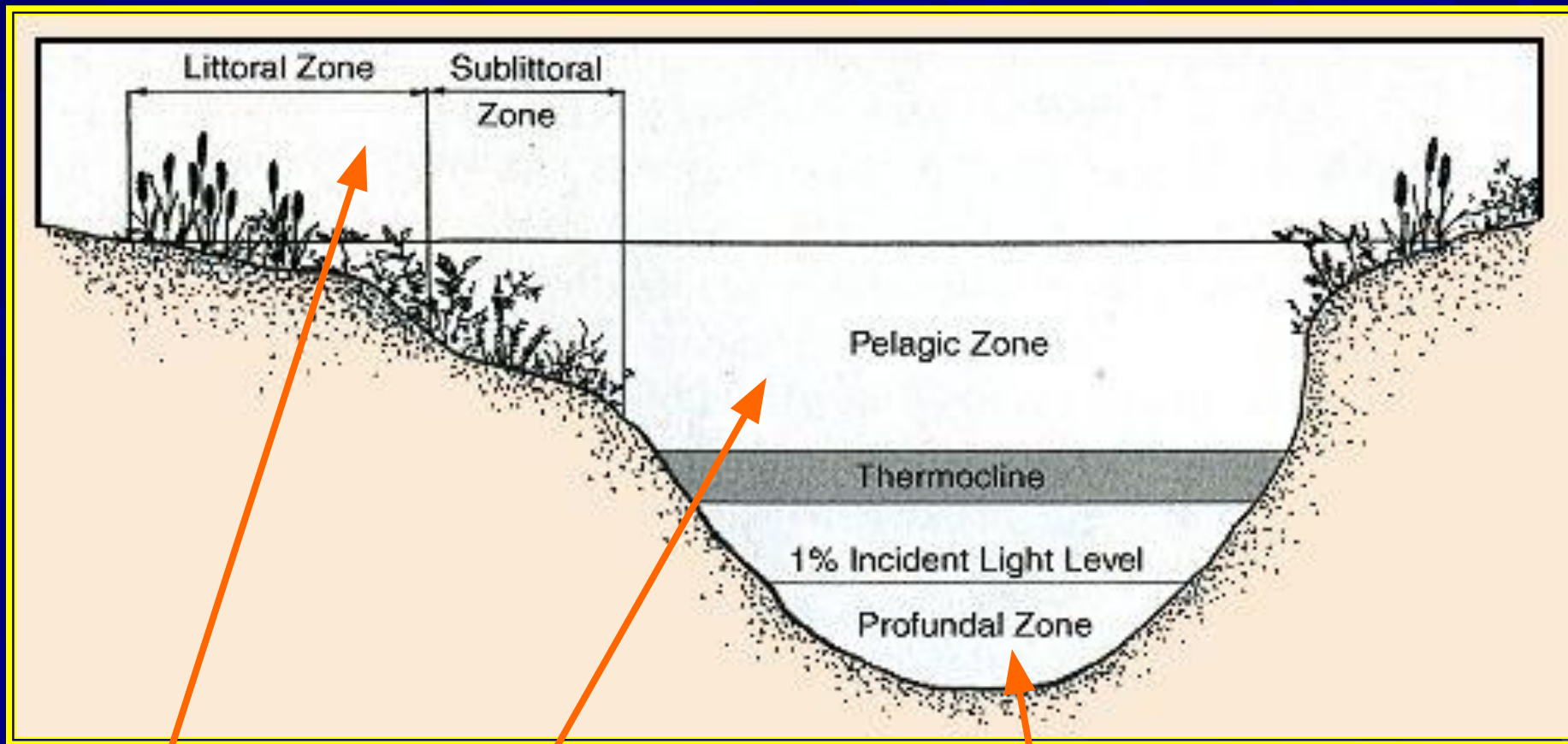
Движение воды в озерах наряду с вертикальной плотностной конвекцией способствует перемешиванию воды, проникновению кислорода в нижние слои, равномерному распределению питательных веществ, что важно для обитателей озер.

Органический мир

Органический мир озер весьма разнообразен. Как и в других водоемах, по образу жизни выделяют три группы организмов:

- *нектон*,
- *планктон*,
- *бентос*.

По условиям обитания в озере различают прибрежную мелководную часть дна – *литораль* и воды над ней получают много света, тепла, кислорода, характерны колебания температуры в течение года и суток. Растения и животные литорали весьма разнообразны; глубоководную часть дна – *профундаль* получает мало тепла и света, развиты иллюбивые животные, бактерии, рачки, а донной растительности нет. толщу воды – *пелагиаль* различна по вертикали, так что планктон и нектон своеобразны



литораль

пелагиаль

профундаль

40

По питательным свойствам водной массы (по трофности) и условиям развития жизни озера делят на четыре биологических типа:

Олиготрофные – большие глубокие прозрачные озера с зеленовато-голубоватой водой. Они отличаются обилием кислорода, поэтому органические остатки интенсивно минерализуются и ощущается нехватка питательных веществ – озера малопитательные. Из-за малого количества биогенных элементов эти озера бедны планктоном. Жизнь небогата, но есть рыба, ракообразные. Таковы многие горные озера, Байкал, Женевское.

Мезотрофные озера занимают промежуточное положение между олиготрофными и эвтрофными. К ним относится большинство среднеевропейских равнинных озер.

Эвтрофные озера неглубокие (10–15 м), хорошо прогреваемые, с буровато-зеленой водой. Содержание кислорода в них падает ко дну, из-за чего зимой бывают заморы рыбы и других водных животных. Дно торфянистое или илистое с обилием органических остатков, поэтому озерам свойственно большое содержание питательных веществ, особенно соединений азота и фосфора. Летом наблюдается «цветение» воды за счет сильного развития фитопланктона. В озерах богатый растительный и животный мир. Они наиболее распространены в зонах лесостепей и степей.

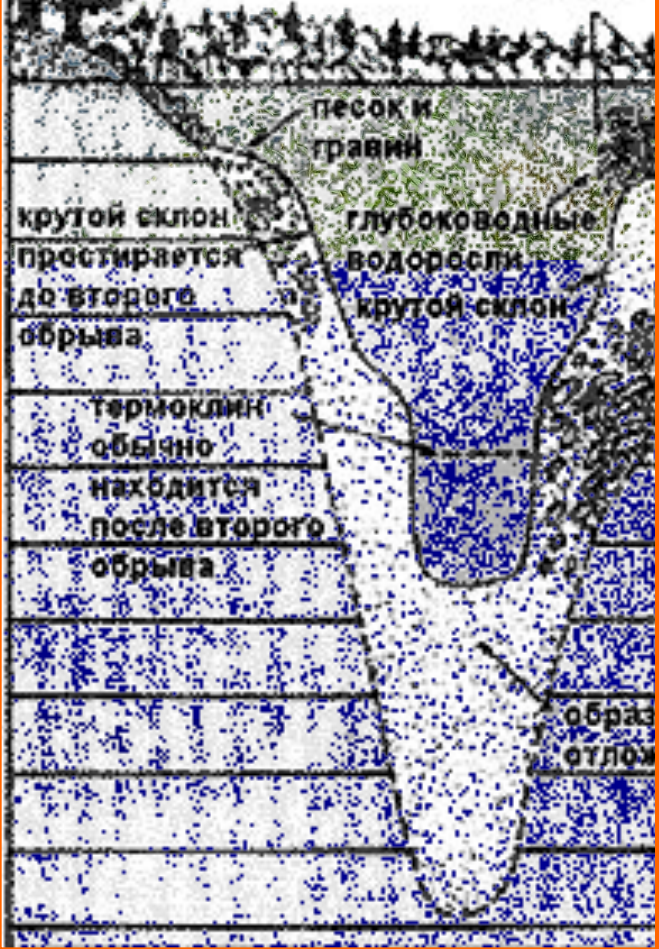
Дистрофные озера неглубокие, вода в них кислая, малопрозрачная, бурая из-за обилия гуминовых кислот. Они бедны питательными веществами и кислородом. Дно торфяное, фитопланктона и прибрежной водной растительности и животных мало. Распространены в сильно заболоченных местностях.

МЕЗОТРОФНАЯ СТАДИЯ

1-3 сосны, 2/3 —
жестколистные
деревья

характерные породы,
камни вдоль
береговой линии

характер
внутренн
и внешн
области



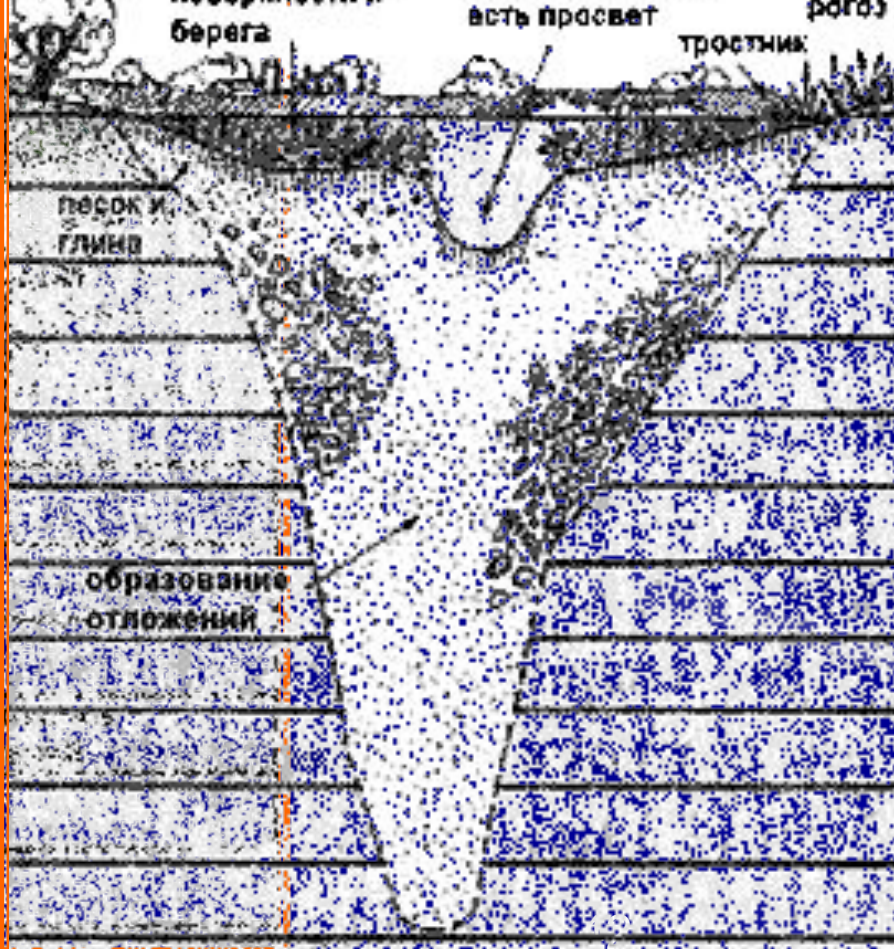
ЭВТРОФНАЯ СТАДИЯ

равнинная местность,
редкие жестколиственные
деревья

густые заросли
водорослей до
поверхности и
берега

озеро мелководно
и почти заросло
водорослями, но
весь просвет

рогоз
тростник



В последнее десятилетие в условиях повышенного поступления с полей соединений фосфора и азота, а также сброса сточных вод некоторых промышленных предприятий наблюдается эвтрофикация озер и водохранилищ. Первым признаком этого неблагоприятного явления служит сильное цветение сине-зеленых водорослей, потом в водоеме уменьшается количество кислорода, образуются плохо аэрированные илы, появляется сероводород. Все это создает неблагоприятные условия для жизни рыбы, водоплавающей птицы и др.

Эвтрофикация – это антропогенное загрязнение озер.

Эволюция озер

Эволюция озер во влажном и сухом климате происходит разными путями:
во влажном они постепенно превращаются в *болота*,
в сухом – в *солончаки*.

Во влажном климате ведущая роль в заполнении озера и превращении его в болото принадлежит растительности, отчасти останкам животных организмов, которые образуют органические осадки. Временные водотоки и реки приносят минеральные наносы.

Мелкие озера с пологими берегами зарастают путем надвигания растительных экологических зон от периферии к центру. В конечном счете озеро становится травяным низинным болотом.

Глубокие озера с крутыми берегами зарастают иначе: не с краев, а путем нарастания сверху *сплавина* – слоя из живых и отмерших растений. Основу сплавины составляют растения с длинными корневищами, а на сетке из корневищ поселяются другие травянистые растения и даже кустарники. Сплавина сначала появляется у берегов, защищенных от ветра, где нет волнения, и постепенно надвигается на озеро, увеличиваясь в мощности. Часть растений отмирает, падает на дно, образуя *торф*. Постепенно в сплавине остаются лишь «окна» воды, а потом и они исчезают, хотя котловина еще не заполнена отложениями, и только со временем сплавина смыкается со слоем торфа. На дне зарастающих озер, помимо торфа, образуются и озерные илы, среди которых преобладает *сапронель*, возникающий из отмершего планктона в анаэробных условиях; мощность его может достигать нескольких метров.



Схема зарастания озера за счет распространения зарослей по склону дна (по С. Г. Лепневой)

Экологические зоны: а – влаголюбивых растений (осоки, лютика и др.); б – земноводных растений (хвощи, ирисы и др.); в – зона камышей (камышы, тростники, рогозы); г – полупогруженных растений (кувшинки, кубышки и др.); д – погруженных растений (рдесты и др.); е – подводные луга (водяные мхи) до глубин 40–50 м

В сухом (аридном) климате озера в конце концов становятся солончаками, что заметнее на малых мелких озерах. Этому способствует ничтожное количество атмосферных осадков, интенсивное испарение, уменьшение речного стока, отложение твердых минеральных осадков, приносимых реками и пыльными бурями. В результате водная масса озера уменьшается, уровень понижается, площадь сокращается, концентрация солей возрастает, и даже пресное озеро может превратиться сначала в соленое озеро (например, Большое Соленое озеро в Северной Америке), потом в соленое болото («озеро» Торренс в Австралии), а затем и в сухой солончак («озера» Эльтон и Баскунчак в Прикаспии). Этот процесс сопровождается угнетением растительности и заменой гигрофитов *галофитами*, живущими на засоленных почвогрунтах (солерос, солянки, тамариск, полыни). Превращение озер в болота или солончаки – естественный процесс их развития, зависящий от климата и продолжительности существования.

Озера используются для водоснабжения населения и промышленных предприятий, орошения, добычи солей, получения лечебных грязей, сапропелей в качестве удобрения и химического сырья, а также в рыбохозяйственных, рекреационных и бальнеологических целях. Многие озера являются важными транспортными путями (например, Каспийское, Ладожское, Великие Северо-Американские озера и др.).