

НОВОЕ
В ЖИЗНИ



НАУКЕ
ТЕХНИКЕ

XII СЕРИЯ • ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ • 1963

6

Б.Б. БОГОСЛОВСКИЙ

ЗАГАДКИ ОЗЕР



Кандидат географических наук
Б. Б. БОГОСЛОВСКИЙ

ЗАГАДКИ ОЗЕР

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Всесоюзного общества по распространению
политических и научных знаний
Москва 1963

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Что такое озеро | 3 |
| Свидетели далекого прошлого | 7 |
| В одном озере разные воды | 11 |
| Причуды озерного льда | 15 |
| Кочующие и исчезающие озера | 18 |
| Озера под землей | 23 |
| Озера-исцелители | 26 |
| Рыба в озерах | 29 |

Автор

Борис Борисович Богословский

Редактор **В. М. Андрианова**

Техн.-редактор **А. С. Назарова**

Корректор **Н. Н. Огородникова**

Сдано в набор 6/II 1963 г. Подписано к печати 13/III 1963 г. Изд. № 67.
 Формат бум. 60×90^{1/16}. Бум. л 1,0. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,8.
 А 04062. Цена 6 коп. Тираж 27.000 экз. Заказ 400.
 Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

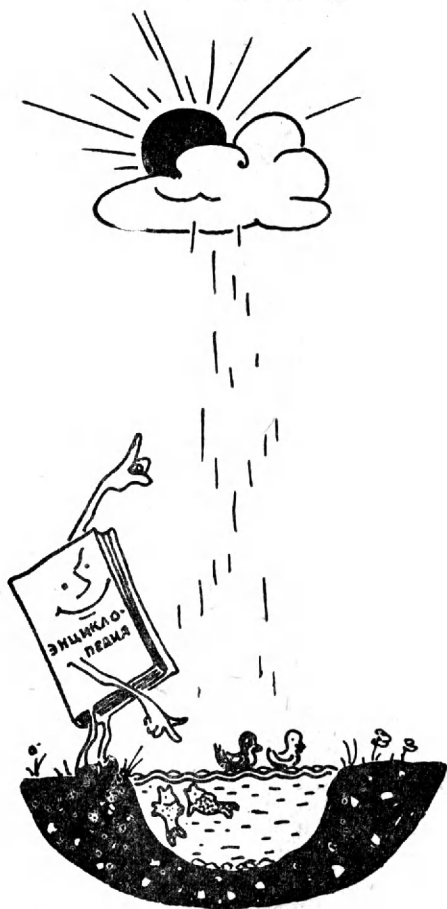
Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

ЧТО ТАКОЕ ОЗЕРО

Энциклопедия отвечает на этот вопрос кратко: впадина на поверхности суши, заполненная водой. Под это определение подходит и малюсенькое озерко, затерявшееся в лесной чаще, и огромное Каспийское море; какое-нибудь степное «блюдец», у которого слой воды измеряется несколькими десятками сантиметров, и озеро Байкал с почти 2-километровой глубиной; озера, лежащие на сотни и тысячи метров над уровнем моря, и такие, поверхности которых ниже уровня моря.

Многообразие озер объясняется тем, что они образовались под действием различных факторов. Появление одних озерных котловин связано с вулканической или тектонической деятельностью, других — с выветриванием и разрушением горных пород, третьих — с водной или ледниковой эрозией, четвертых — с просадкой грунтов. Происхождение вод, заполняющих котловины, также различно. Это может быть и сток с окружающей территории, и накопление атмосферных осадков, и выход подземных вод. Бывают озера и с морской водой. Это так или иначе отделившиеся от моря бывшие заливы.

Объем воды в озере определяется водным балансом озера, т. е. соотношением поступления и потерь воды. Если приходная часть баланса (поверхностные и подземные воды, стекающие в озеро, и атмосферные осадки, выпадающие на его по-



верхность) больше расходной (испарение, поверхностный и подземный сток из озера), то озеро увеличивается, уровень воды в нем поднимается. Когда же преобладают потери, то озеро мелеет, уменьшается и может совсем пересохнуть.

В зонах влажного климата воды в озера поступает значительно больше, чем испаряется, и многие из них дают начало рекам. В засушливых районах наблюдается обратная картина. Большинство озер степей, полупустынь и пустынь бессточны — испарение с их поверхности настолько велико, что воды для образования рек не хватает; многие из этих озер пересыхают.

С водным балансом озера связан и его солевой баланс. В озерах районов влажного климата поступление солей компенсируется выносом их с водой вытекающих рек; соленость вод этих озер не меняется. Иначе обстоит дело с озерами засушливых районов, ведь они теряют воду на испарение, при котором соли остаются в воде, и она становится все более соленой. В озере образуется раствор высокой концентрации — рапа. С еще большим повышением концентрации часть солей выпадает и накапливается на дне и берегах озера. Такое озеро называется самосадочным.

В озерах нет постоянного течения, как в реках, нет и непосредственного обмена воды с океаном, как в морях. Водообмен в них происходит очень медленно; волны и течения вызываются ветром. Размеры волн, скорость и глубина распространения течений зависят от скорости ветра, от размеров озера, его глубины и протяженности.

Ветровые течения, перемещая воду захваченного ими слоя, вызывают у того берега, куда они направлены, скопление переместившейся воды и подъем уровня — нагон. У противоположного берега, от которого вода переместилась с течением, происходит понижение уровня — сгон. После прекращения ветра, вызвавшего нагон, вода озера, стремясь прийти в равновесие, испытывает колебания — сейши. Сейши могут возникать при различии атмосферного давления над отдельными участками озера.

Все эти движения сопровождаются вертикальным перемешиванием воды, которое проникает тем глубже, чем сильнее вызвавшее его движение. Кроме ветрового перемешивания, в воде озер происходит и другой вид перемешивания — конвективное, связанное с разной плотностью воды в верхних и нижних слоях. В случае, если частицы воды, находящиеся в поверхностном слое озера, становятся в результате охлаждения, увеличения солености или мутности более плотными, они опускаются на глубину и замещают там менее плотные частицы, которые, в свою очередь, поднимаются к поверхности.

При перемешивании вместе с частицами воды перемещаются содержащиеся в них тепло, растворенные вещества и газы. Вся вода озера до дна перемешивается только в отдельные,

сравнительно короткие, промежутки времени, а в наиболее глубоких озерах или в озерах, соленость воды которых не одинакова по глубине, перемешивание захватывает только верхний слой. Поэтому в большинстве озер тепло распределяется по вертикали большую часть года неравномерно. В целом ряде минерализованных озер неравномерно и распределение растворенных веществ. В глубинных слоях накапливаются воды с высокой соленостью, ближе к поверхности располагаются воды, распресненные стоком рек и атмосферными осадками. Различие в солености, а следовательно, и плотности поверхностных и глубинных вод препятствует перемешиванию, в озере создаются вертикальные зоны, весьма резко отличающиеся друг от друга по составу вод, температуре и газовому режиму.

Озера с резким различием солености по вертикали называются анизотропными (от греческого *anisos* — «неравный» и *tropos* — «свойство»). Распределение тепла по вертикали в пресных, достаточно глубоких озерах, расположенных в районах с умеренным климатом, в течение года меняется по определенным закономерностям.

Наибольшую плотность пресная вода имеет при температуре 4°. Частицы поверхностного слоя становятся плотнее и опускаются, вытесняя вверх более легкие частицы. Такое перемешивание происходит до тех пор, пока вся вода не примет температуру 4°. При дальнейшем нагреве плотность воды верхнего слоя уменьшается и перемешивание, если нет сильного ветра, прекращается. Верхний слой продолжает нагреваться до значительных температур, в то время как температура нижнего слоя остается около 4°.

Такое распределение температуры, когда поверхностные слои теплее глубинных, называется прямой температурной стратификацией. В большинстве озер между нагретыми поверхностными и холодными глубинными водами лежит граница резкого изменения температуры (слой температурного скачка).

В результате осеннего охлаждения и перемешивания вся вода озера принимает температуру 4°. Охладившись ниже этой температуры, вода верхнего слоя становится менее плотной. Распределение температуры, при которой поверхностные слои холоднее глубинных, называется обратной температурной стратификацией. Подо льдом всегда сохраняется некоторый запас тепла. Донные отложения, получившие в течение лета тепло из воды, начинают отдавать его зимой. Этот теплопоток нагревает придонные слои воды. Лед имеет малую теплопроводность. Сохранение тепла подо льдом препятствует промерзанию озер до дна даже в суровых полярных районах.

В тропических озерах весь год сохраняется прямая температурная стратификация. Перемешивание в них происходит

не каждый год. Разница между температурой поверхностных и глубинных вод мала. Для полярных водоемов характерна обратная стратификация.

Облик озера складывается в значительной мере под влиянием развивающейся в нем жизни. Это происходит по-разному в различных географических условиях. Воды глубоких горных озер, лежащих среди трудно размываемых скальных пород, содержат мало питательных веществ, необходимых для развития водных организмов и растений, прогреваются плохо, и жизнь в них развита слабо. Вода содержит мало органических веществ и взвесей, и поэтому имеет голубой или синий цвет.

Лесные озера богаче питательными веществами, летом они сильно прогреваются и жизнь в них развивается интенсивно. В воде много органических веществ, цвет ее зеленовато-желтый или бурый. Летом в нагретых верхних слоях развивается масса мелких водорослей — фитопланктон. Они придают воде различную окраску: зеленую, сине-зеленую и др., это «цветение озера». Растения фотосинтезируют — выделяют при свете кислород, создавая благоприятные условия для дыхания обитателей озера. В прибрежных участках разрастается высшая водная растительность — тростник, камыш, кувшинки. Многочисленные организмы — от простейших до таких сложных, как рыбы, населяют толщу воды и дно. Остатки отмерших растений и животных медленно погружаются в воду и осаждаются на дне.

По мере накопления донных отложений глубина озера уменьшается и прибрежная растительность приближается к его центральной части. Постепенно озеро мелеет, зарастает и превращается в болото. Заращение озер идет различно, в зависимости от их величины, колебаний уровня, движения воды, проточности. В крупных озерах оно ограничивается обычно прибрежной полосой.

Озера широко используются в народном хозяйстве. По крупным водоемам проходят важнейшие внутренние водные пути. Многие, не только большие, но и малые озера славятся своими рыбными богатствами. Они снабжают водой предприятия, города и поселки, питают оросительные системы. Используются и донные отложения: торф — в качестве топлива, сапрпель — как удобрение, соли — в промышленности и в быту, грязи — в медицине.

Все, что здесь было сказано, характерно для большинства озер. Но в озерах нередко происходят своеобразные явления, кажущиеся, на первый взгляд, загадочными и требующие специального объяснения. Рассмотрению некоторых из этих явлений и посвящена настоящая работа.

СВИДЕТЕЛИ ДАЛЕКОГО ПРОШЛОГО

Как мы видели, состав и количество воды, животный и растительный мир большинства озер тесно связаны с современной географической обстановкой, происходящие в них процессы обусловлены воздействием климата, вод, рельефа, геологического строения бассейнов. Но некоторые озера сохранили черты древних, более крупных водоемов, частью которых они когда-то были; остались в них и необычные, в других местах давно вымершие животные. Это озера — реликты.

Одну из таких загадок представляет собой «сибирское море» — озеро Байкал. Не случайно его называют и озером, и морем. Но это, конечно, озеро, потому что оно не имеет, как любое море, связи с океаном. Но почему тогда в пресном озере обитают потомки морских животных? И почему вообще из 1700 форм животных и растений Байкала около 1000 нигде, кроме него, не встречается? Почему здесь рядом с видами, близкими к обитателям южных вод, существуют жители полярных морей?

На все эти «почему» проливают свет геологические, биологические и палеонтологические исследования.

Давайте более детально рассмотрим это озеро.

Его глубина 1741 м — наибольшая среди озер мира; следующее за ним по глубине африканское озеро Танганьика (1435 м) на 300 м мельче. Котловина Байкала вмещает 23 тыс. км³ воды, т. е. столько же, сколько Балтийское море, в 23 раза больше Аральского и в 92 раза — Азовского моря.

Огромный водоем среди высоких горных цепей, своеобразие его животного мира издавна казались необычайными, удивительными. Монголы называли его Далай-нор — Великое



озеро, китайцы — Пехай — Северное море, эвенки — Лама — море.

Поразил Байкал и протопопа Аввакума, человека бывалого, много путешествовавшего и много видевшего. Он переплывал озеро по пути в ссылку в 1656 г. «Около его горы высокие, утесы каменные и зело высокие — двадцать тысяч верст и больше волочился, не видал таких нигде... Птиц зело много, гусей и лебедей по морю яко снег плавают. Рыба в нем — осетры и таймени, стерляди, и омули, и сиги и прочих родов много. Вода пресная, а нерпы... великие в нем; во океане море большим, живучи в Мезени, таких не видал. А рыбы зело густо в нем», — вспоминал он.

В Байкал несут свои воды более 300 рек, среди них такие крупные, как Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин.

Реки эти то разливаются в периоды дождей или таяния снега, то мелеют. Но Байкал, собирая их воды, дает равномерный сток через единственную реку Ангару.

Пресная, содержащая не более 0,1 г/л растворенных веществ, вода озера богата кислородом. В ее прозрачную толщу, через которую можно увидеть светлые предметы на глубине 25—30 м, проникает достаточно света, так необходимого для развития растительности. Растения прибрежной зоны и планктон — мелкие водоросли и простейшие организмы служат пищей более крупным обитателям озера. Флора и фауна Байкала чрезвычайно разнообразны.

Огромная масса воды в открытой части Байкала не успевает сильно прогреться за лето. Температура воды на поверхности озера в конце лета бывает 10—12°, редко — 15—16°; на глубине 20 м обычно 9—10°, на глубине 50 м до 7—8°, а на глубинах более 250 м весь год температура держится в пределах 3,2—3,6°. На мелководье, в заливах вода летом прогревается до 15—20°.

В прибрежной части и на мелководье обитают виды растений и животных, близкие к живущим в окружающих районах. В открытой части озера и на значительных глубинах живут преимущественно специфические байкальские формы, приспособленные к более суровым условиям.

Исследователь Байкала Г. Ю. Верещагин так описывает животный мир озера.

«На Байкале кажется, что попадаешь в совершенно особый мир животных. Людям, бывавшим на морях, кажется, что большинство байкальских животных — морские. Рассматривая их ближе, замечаешь, что зачастую это какие-то совсем особые, странные создания. Белые полупрозрачные рыбки с воздушными, точно сотканными из тончайшей паутины, плавниками... Или целые заросли полуметровых губок с прямыми, как свечи, ветвями; ярко-красные, ядовито-зеленые, лазурные, фиолетовые, кирпичные, с переливами всех цветов радуги,

рачки-бокоплавы. Многие из них одеты шиповатыми панцирями и кажутся ожившими древними окаменелостями».

Как уже говорилось, в Байкале насчитывается около 1700 форм различных животных и растений — больше, чем даже в тропических озерах. И что особенно интересно, 64% обитателей озера эндемики, т. е. нигде, кроме водоема, не встречаются. Здесь уживаются и организмы, близкие к обитателям теплых вод Центральной Азии, Каспия, и типичные жители полярных морей — омуль, тюлень-нерпа, и представители давно вымерших видов, о времени зарождения которых можно судить лишь по ископаемым останкам их предков в древних геологических слоях. «Жильцы» Байкала за долгий период существования озера видоизменялись под влиянием особых условий жизни в его водах, приспособились к ним и приобрели новые особенности.

Как же возник и развивался этот своеобразный водоем с его оригинальным населением?

Научные исследования пролили свет на эту загадку природы, хотя полностью она не разрешена еще и сейчас.

Много десятков миллионов лет назад, в юрский период мезозойской эры, морские воды в последний раз вступили с востока на территорию Забайкалья. Путь их проходил по широкому и длинному рукаву, захватывающему долины современных притоков Амура. Вскоре море отступило, оставив в Восточном Забайкалье обширные, постепенно опреснявшиеся водоемы. В этот же период были заложены основные черты современного рельефа Забайкалья. Тектонические процессы — разломы, сбросы, складкообразование сформировали обширные впадины, разделенные горными хребтами. По дну впадин текли реки, в углублениях возникали озера.

Горообразовательные процессы продолжались в Забайкалье и в третичный период кайнозойской эры. В результате этих процессов, сопровождавшихся вулканическими извержениями и землетрясениями, во второй половине третичного периода на месте Байкала появились обширные и глубокие озера. Они входили в систему крупных водоемов, связанных реками и проливами, протянувшуюся с юго-запада на северо-восток от Монголии до среднего течения Лены.

В конце третичного и в начале четвертичного периода окончательно сформировались окружающие Байкал горные системы. Тогда же еще более углубились и соединились в один водоем три, разделенные поднятиями впадины, хорошо видимые на дне современного Байкала. Котловина озера приняла современный облик. Тектонические движения байкальской котловины не прекратились и теперь.

Следов мезозойской фауны в Байкале не сохранилось. Вероятно, формирование его фауны началось в системе третичных озер. Это подтверждается тем, что некоторые виды, живу-

щие в Байкале, можно встретить и в других озерах, оставшихся от этой системы. Байкальский бычок и многощетинковый червь найдены в Ципинских озерах Забайкалья, а байкальские моллюски — в монгольском озере Хубсугул. Вначале все эти озера были сравнительно мелководны и их фауна была типична для неглубоких водоемов. По мере углубления озер байкальской системы условия жизни в их водах становились более суровыми, выжить в них могли далеко не все «старожилы», а только те, которые были приспособлены к прозрачной, холодной, богатой кислородом, воде.

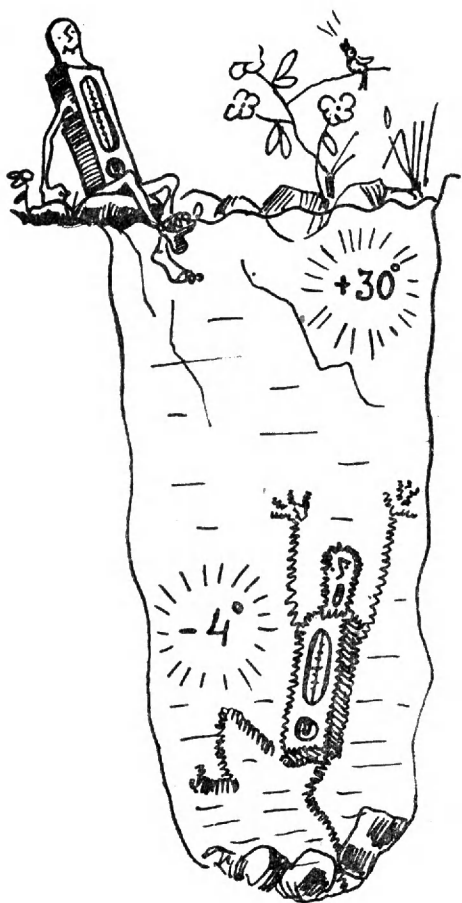
Многих представителей населения Байкала в водоемах Сибири не встречается. Близкие к ним виды можно найти в таких удаленных местах, как Каспий, Причерноморье, Балканы.

Предки этих животных в конце третичного периода обитали в континентальных озерах и реках Европы, Азии и Америки. В суровых условиях ледникового периода они почти везде вымерли и сохранились только в крупных озерах Азии и Юго-Восточной Европы, где режим больших водных масс менялся медленнее. Такие представители полярной фауны, как ценнейшая рыба омуль и тюлень-нерпа, проникли в озеро Байкал во время ледникового периода, когда воды Северного Ледовитого океана подходили ближе к Байкалу, а более многоводные, чем теперь, реки Енисей и Ангара могли служить хорошим путем для этих «переселенцев». До сих пор не выяснено происхождение байкальских бычков.

Байкалу бесспорно принадлежит первое место по обилию и разнообразию эндемиков. Но и в других древних озерах земного шара сохранились представители животного и растительного мира прежних геологических эпох. Таково Охридское озеро на Балканском полуострове. В нем обитают губки, малощетинковые черви и близкие к байкальским брюхоногие моллюски, некоторые моллюски, родственные каспийским, эндемичные черви и моллюски — остатки третичной фауны Балкан.

В африканском озере Танганьика также много эндемиков. В нем обитают как древние пресноводные виды, переселившиеся из окружающих рек и озер, так и потомки обитателей древних морей. Видообразование в Байкале и Танганьике шло разными путями. В Танганьике нет бокоплавов, мало ресничных и многощетинковых червей, но зато значительно больше, чем в Байкале, видов рыб.

В ОДНОМ ОЗЕРЕ РАЗНЫЕ ВОДЫ



Описывая свои впечатления от путешествия по Армении, в частности восхождение на Арагац, писательница Мариэтта Шагинян вспоминает о том, как поразило ее одно горное озеро, когда она взглянула на него сверху: «Озеро светилось двойным светом — розовым и голубым. Его кривые края пылали розоватым, очень нежным лучистым пламенем, а в розоватой ободке сияла глубокая одноцветная бирюза». Но озеро не таило в себе ничего необъяснимого, и вода, наполняющая его, повсюду была одинаковой: у берегов, где было мелко, просвечивало красноватое вулканическое дно.

Сравнивая свойства воды на различных глубинах или в разных частях озера, нередко можно столкнуться с поразительным явлением — в одном водоеме рядом существуют разные воды: теплые и холодные, соленые и пресные, мутные и прозрачные. Естественно, что и жизнь в этих водах различна.

Взглянем на тот же Байкал, который по прозрачности своих вод занимает первое место в мире. Если на середине Байкала вода прозрачна на 30 м, то у берегов ее прозрачность значительно меньше. Почему? Да только потому, что в прибрежной воде больше частиц размытого грунта, вода теплее, следовательно здесь больше и планктона.

Вблизи Кольского полуострова на острове Кильдин находится небольшое озеро Могильное. Вода, наполняющая его,

делится на три слоя, которые никогда не смешиваются: сверху пресная вода с пресноводной фауной, ниже солоноватый слой, который населяют морские организмы, самый нижний слой настолько насыщенный сероводородом, что жизни в нем нет.

А вот не менее странное явление. Оказывается, на земле есть озера, у которых даже в жаркое лето на дне смерзается ил, хотя расположены они далеко от зоны вечной мерзлоты. Бывает и наоборот — придонные слои некоторых озер гораздо теплее воды на поверхности.

Как все это объясняется?

Изоляция отдельных масс воды, их несмешиваемость объясняются в первую очередь различием их плотности. Плотность озерной воды меняется с изменением температуры, солености или мутности. Озера с соленой водой в глубине и распресненной на поверхности встречаются в разных географических зонах. Их объединяет одна особенность — плотность воды глубинных слоев настолько велика, что перемешивание не может захватить эти слои, они застойны.

К таким озерам относятся и подпитываемые со дна минерализованными водами глубокие карстовые озера (Черное-Кучеер в Марийской АССР, Беловодь во Владимирской области), водоемы с выходами соленых ключей на дне (озеро Соленое у города Сольвычегодска), солоноватые озера, в верхнем слое которых накапливаются пресные воды поверхностного стока (озеро Шира в Хакасии).

Резкие различия солености между верхними и глубинными слоями воды часто бывают в озерах морских побережий. Эти водоемы в недавнем прошлом были морскими заливами, в глубинах которых сохранилась соленая морская вода, а в поверхностном слое распресненная. Большое различие в солености и, следовательно, в плотности слоев препятствует их перемешиванию.

Вот, например, уже упоминавшееся прибрежное озеро Могильное на острове Кильдин вблизи Кольского полуострова. Небольшое (площадь $0,1 \text{ км}^2$), но сравнительно глубокое (17,5 м) озеро отделено от моря перемычкой из песка, гравия и камня. Морская вода просачивается через перемычку. Об этом помимо повышенной солености глубинных слоев свидетельствуют приливно-отливные колебания уровня озера.

Его уровень на 25—45 см выше уровня моря за счет пресных вод, стекающих с берегов. В Могильном как бы три водоема, расположенные один над другим. Верхний 5,5—6,5 м — слой распресненной воды, населенный пресноводной фауной, типичной для водоемов Арктики (ветвистоусые рачки, дафния, хидорус) с представителями населения морской литорали. Для слоя от 5,5—6,5 до 11—13 м характерно резкое увеличение солености, морская фауна и флора, например медузы, морские рачки и особая форма трески. Ниже этого слоя лежат

воды с еще большей соленостью, в которых из-за отсутствия обмена с атмосферой быстро исчезает кислород и появляется в большом количестве губительный для жизни сероводород. Это «мертвый» слой, в котором обитают только некоторые бактерии. На верхней границе этого слоя вода массой пурпурных бактерий окрашена в розовый цвет.

Другой пример гидрохимической неоднородности — некоторые озера пустынь.

Как правило, бессточные озера засушливых районов отличаются высокой соленостью, но неожиданно встречаются озера и с малой соленостью, существование которых на первый взгляд загадочно. К ним принадлежат крупные озера — Балхаш и Аральское море. Существование относительно пресного Балхаша среди пустынь академик Л. С. Берг назвал «географическим парадоксом». Балхаш интересен и тем, что соленость его вод различна. Восточная часть озера засолена в 4 раза больше западной.

Исследования показали, что водный баланс западной и восточной частей озера различен. При одинаковом испарении приток речных вод в западную часть озера, куда впадает мощная река Или, значительно больше, чем в восточную. Он создает избыток воды, устремляющейся в виде сильного течения из западной половины озера в восточную. Западная часть становится проточной, распресняющейся. Из восточной части озера стока нет, при испарении вода здесь засоляется. Следовательно, распреснение одной половины озера связано с засолением другой. Но почему тогда соленость восточной части постоянна?

Разрешить этот вопрос помог анализ водного и солевого баланса озера. Сопоставляя приток речных вод и атмосферных осадков с испарением, можно установить, что в озеро поступает больше воды, чем испаряется с ее поверхности. Единственный путь, которым эта вода может уходить из водоема, — подземный сток. Геологическое строение южного побережья свидетельствует о том, что такой сток возможен. Зная количество поступающих солей и среднюю соленость озера, можно рассчитать, сколько воды и солей уходит под землю. Кроме того, часть воды из Балхаша поступает в прибрежные озера-соры, где испаряется. Соры действуют как природные испарители, подобно Кара-Богаз-Голу, заливу Каспия.

Вначале мы рассмотрели типичное для большинства озер распределение температуры по вертикали. Но есть озера и с необычным температурным режимом. В одних из них придонные слои в холодное время имеют высокую температуру, в то время как на поверхности вода близка к температуре замерзания. В других, наоборот, у дна в течение всего года температура отрицательная, грунт дна мерзлый. Местные жители нередко объясняют такое распределение температуры выхо-

дами горячих или холодных ключей на дне. На самом деле эти явления значительно сложнее.

Хорошо известно озеро Развал, возникшее на Южном Урале, в районе Илецкой Защиты в 1906 г., на месте затопленных рекой Песчаной соляных копей. Это небольшое (около 7 га), но сравнительно глубокое (21 м) озеро не замерзает из-за высокой концентрации рапы. Самой интересной особенностью его воды является громадная амплитуда колебаний температуры поверхностного слоя, достигающая 60° — от минус $21,5^{\circ}$ зимой до плюс $38,5^{\circ}$ летом и отрицательная температура глубинных слоев воды в течение всего года.

Такая температурная аномалия обусловлена высокой минерализацией рапы и резким увеличением солености глубинных слоев. Берега и дно озера Развал сложены пластами каменной соли, растворение которой и повышает соленость его вод. В суровые зимы вся вода озера охлаждается до низких отрицательных температур. Летом же ветровое и конвективное перемешивание не может охватить всего озера, и в глубинных, наиболее соленых слоях вода всегда имеет отрицательную температуру. Илы и соляные донные отложения смерзаются, образуя так называемую «многолетнюю озерную мерзлоту».

С анизотропностью минеральных озер связано и другое своеобразное термическое явление — обратная температурная стратификация летом или в течение всего года.

Летом в соляных озерах пустынь и полупустынь придонные слои рапы и донные илы часто нагреваются гораздо сильнее, чем поверхностный распресненный слой. Так, температура рассолов минеральных озер в Крыму, в Кулундинской степи, в Кара-Кумах на $25\text{--}30^{\circ}$, а температура илов на $30\text{--}40^{\circ}$ выше температуры покрывающего их слоя пресной воды.

Такой сильный нагрев рассолов и илов связан, с одной стороны, с их меньшей, чем у пресных вод, теплоемкостью, с другой — с парниковым эффектом, который создает слой пресной воды.

В некоторых анизотропных озерах, даже при незначительной глубине, резкое различие солености верхних и глубинных слоев препятствует перемешиванию. Озеро Шунет в Хакасии, глубина которого не превышает 4 м (соленость поверхностного слоя 18 г/л, а придонного — 80 г/л), летом 1957 г. имело одинаковую температуру — от $18\text{--}20^{\circ}$ от поверхности до дна. Осенью того же года, в то время как поверхностный слой охладился до 3° , вода придонного слоя, не охваченная перемешиванием, сохранила температуру 15° .

ПРИЧУДЫ ОЗЕРНОГО ЛЬДА

Зима. Озеро покрыто слоем толстого льда. Кажется, что до весны оно останется неизменным. Так ли это?

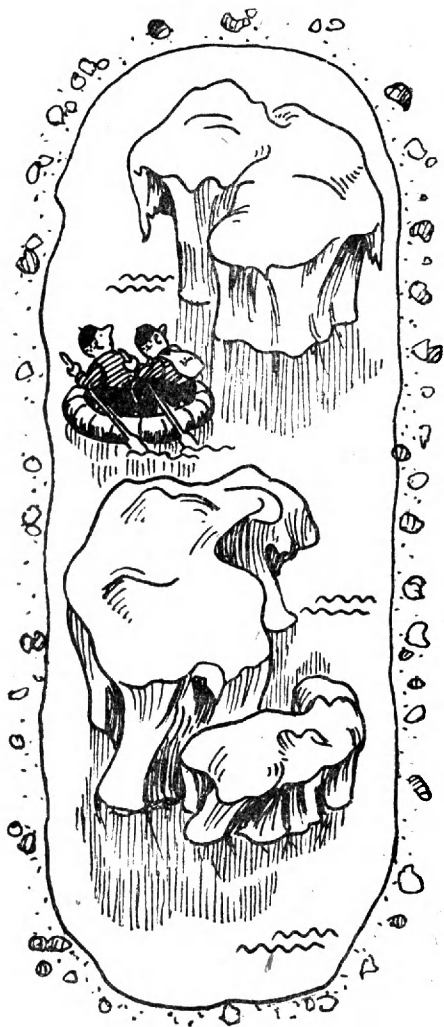
«В морозную ночь все озеро наполнено непрерывным треском, напоминающим отдаленную ружейную стрельбу, временами в эти звуки врываются более сильные удары, напоминающие удары колокола, — это образуются более крупные трещины.

Подхватываемые эхом соседних гор звуки приобретают характер подземного гула и бульканья, и местные жители объясняют их, как удары пузырей воздуха, попавших под лед и ищущих выхода из-под него». Так вспоминает о зиме на Телецком озере один из его исследователей — О. А. Алекин.

А вот слова летописца о Ростовском озере: «Ставься озеро Ростовское нача выти, бысть того по две недели, и ночи людем по граду не дае спати».

Откуда этот шум? Действительно ли воздух стремится выйти из-под льда? Почему во льду образуются трещины?

Лед отличается малой теплопроводностью, поэтому температура его нижнего слоя близка к температуре замерзания. Температура поверхности тем ближе к температуре воздуха, чем тоньше слой снега, покрывающего лед. При внезапно на-



ступающих морозах верхний слой льда, охлаждаясь, сжимается, при оттепелях расширяется; ледяной покров стремится изогнуться соответственно вниз или вверх. Возникает напряжение, разрывающее лед и дающее трещины. В зависимости от колебаний температуры в поверхностном слое возникают или мелкие трещины, или крупные, разрывающие всю толщу льда до воды. Но лед меняется не только под воздействием температуры воздуха. На него могут влиять процессы, происходящие и на дне озера.

Своеобразные формы льда наблюдал А. Г. Немчинов на озере Балыктах в Усть-Алданском районе Якутии. Зимой на ледяном покрове появились полые ледяные столбы высотой более 2,5 м. Они существовали до апреля, когда обрушились под влиянием потепления и ветра. На их месте остались груды пористого грязно-желтого льда с запахом сероводорода. В местах выхода газа были видны желтоватые пятна—лунки, заполненные рыхлым снегом. При расчистке из них вырывался фонтан воды и газа с запахом сероводорода.

Газы, с силой вырываясь из глубин, увлекают с собой частицы воды, которые, попав в морозный воздух, моментально замерзают, образуя столбы.

В горах Тянь-Шаня, у массива Хан-Тенгри, между ледниками Северный и Южный Иныльчек, лежит озеро Мерцбахера, названное так по имени начальника открывшей его в 1903 г. экспедиции. Исследователей поразили вид этого озера. На нем, будто в каком-нибудь полярном море, плавали ледяные громады айсбергов.

«Айсберги, искрясь в лучах южного солнца, плавали в воде, — описывал озеро один из участников экспедиции. — Ледяные замки и башни, опущенные снегом и горящие на солнце мириадами снежных кристаллов, полупрозрачные горы на поверхности айсбергов, свисавшие сталактиты, играющие всеми цветами радуги, — все это создавало сказочное впечатление».

Через 10 лет после этой экспедиции здесь работали военные топографы. На их глазах айсберги с шумом и плеском всплывали из глубин озера.

В 1930—1931 гг. озеро Мерцбахера исследовали московские альпинисты. Они спустились по почти отвесному берегу к воде и обошли озеро на надувной лодке. Тогда-то и были выяснены особенности режима этого озера.

Питают его талая вода ледника Северный Иныльчек, язык которого спускается к озеру. Ледяная перемычка Южного Иныльчека подпруживает водоем. К концу лета от таяния и под напором воды перемычка разрушается. Вода озера устремляется в долину реки Иныльчек и через 10—15 дней полностью уходит из котловины. За зиму перемычка смерзается, и весной талая вода вновь начинает наполнять озеро. Айсберги

падают в воду, отламываясь от растрескавшегося языка Северного Иньльчека. Те из них, которые не успевают растаять за лето, осенью садятся на дно и смерзаются с ним. Летом они подтаивают и всплывают.

На льду соляных озер в морозную погоду можно заметить причудливые скопления белоснежных кристаллов, напоминающие маленькие кустики или цветы. Это смесь кристаллов льда и выступивших из него солей — криогидрат, или «ледяные цветы». Как он образуется?

При замерзании минерализованной воды в лед превращаются только ее частицы. Содержащиеся в ней соли остаются между кристаллами льда в виде рассола. При постепенном похолодании озеро замерзает медленно, и значительная часть рассола успевает стечь в воду. Внезапные сильные морозы приводят к быстрому образованию толстого льда, в котором остается много солей. При дальнейшем похолодании начинают замерзать и рассолы, оставшиеся во льду.

При вымерзании часть рассола выдавливается на поверхность, и замерзая, дает с кристаллами льда криогидрат.

Температура замерзания растворов разных солей не одинакова. Из растворов, близких по составу к морской воде, первым при температуре несколько ниже температуры замерзания выпадает карбонат кальция. При температуре ниже 8° — сульфат натрия и, наконец, при температуре ниже 23° — хлориды. Эта особенность рассолов приводит к неоднородности солевого состава льда морей и минеральных озер по вертикали. В верхнем слое льда накапливаются выпадающие при сравнительно высоких температурах карбонаты и сульфаты, раствор же хлоридов стекает в нижний слой льда и частично в воду.

В марте 1958 г. был исследован лед минерального озера Ши́ра в Хакасии. Соленость льда достигала $9,5\%$ в верхнем слое и $4,8\text{—}4,9\%$ в слое $0,5\text{—}1$ м. Хлориды составляли 14% суммы ионов в поверхностном слое льда и 19% на глубине $0,5$ м. Далее количество их не менялось. Доля сульфатов уменьшалась от 84% на поверхности льда до 76% на глубине $0,5$ м и 75% на глубине 1 м. Соль на поверхности льда содержала 85% сульфатов, 12% карбонатов и только 3% хлоридов.

Скопления криогидрата, называемые гуджи́ром, добываются со льда некоторых минеральных озер с гидрокарбонатной водой.

Раствор хлоридов, концентрирующийся в нижнем слое льда, выдавливается вниз, в воду, и придает ей повышенную соленость.

КОЧУЮЩИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ОЗЕРА



При взгляде на спокойные воды озера обычно думаешь об устойчивости, неизблемости водоема. А ведь на земле есть озера, котловины которых то совершенно высыхают, то вновь наполняются водой.

Встречается и еще более странное явление — «кочующие» озера, вода которых появляется периодически то в одной котловине, то в другой, расположенной нередко на большом расстоянии от первой.

В 1876—1877 гг. великий русский путешественник Николай Михайлович Пржевальский совершал свое второе путешествие по Центральной Азии. После долгих странствий по пустыне Такла-Макан, лежащей между хребтами Куэнь-Луня и Тянь-Шаня, экспедиция вышла к озеру Лоб-Нор. Исследование этого озера давно входило в планы Пржевальского. Озеро Лоб-Нор еще в VII веке появилось на древних китайских картах, но ни один европейский путешественник до Пржевальского в районе его расположения не был.

Экспедиция несколько месяцев исследовала Лоб-Нор и его окрестности, изучала жизнь и быт местного населения, наблюдала весенний массовый перелет птиц. Огромное, заросшее тростником озеро с полосой чистой воды у южного берега служило отличным местом отдыха уток и гусей на их пути из Индии в Сибирь. Пржевальский установил местоположение озера и нанес его на карту.

Эта карта и статья Пржевальского о Лоб-Норе в среде географов вызвали споры. Дело в том, что местоположение Лоб-Нора на карте Пржевальского не совпадало с тем, что было на древних китайских картах. Больше того, китайские географы свидетельствовали, что вода в озере соленая, экспедиция же Пржевальского установила, что вода в Лоб-Норе пресная, лишь слегка солоноватая у берегов. Что же следует считать правильным? Некоторые из современников Пржевальского склонны были считать, что он ошибся и принял за Лоб-Нор другое озеро. Чтобы разрешить этот спор, к Лоб-Нору отправлялась одна экспедиция за другой. И все-таки загадка Лоб-Нора была разрешена значительно позже...

Лоб-Нор лежит среди песков и солончаков центрально-азиатской пустыни Такла-Макан. Талые воды ледников Тянь-Шаня и Куэнь-Луня, низвергаясь бурными потоками по крутым склонам, вливаются в реку Яркенд-Дарью. В среднем течении эта река, называемая уже Таримом, несет свои мутные воды по пустынной равнине, разветвляясь на рукава, часть которых оканчивается в песках, образуя мелкие озера. Ниже города Чиглык от Тарима отходит крупный левый рукав — Конче-Дарья. Водами Тарима, Конче-Дарьи и небольшой реки Черчен, текущей с запада, и питается озеро Лоб-Нор.

Исследователи, побывавшие в пустыне Такла-Макан после Пржевальского, находили озеро то на месте, соответствующем древним китайским картам, то там, где его обнаружил русский путешественник.

Блуждает ли только одно озеро Лоб-Нор, или перемещение водоемов закономерно для пустынь Центральной Азии? Этот вопрос, так же как объяснение самого явления «кочевки» озер, долгое время занимал географов.

По мере исследования труднодоступных пустынных районов обнаруживались все новые и новые, ранее неизвестные, «кочующие» озера.

Среди пустынных равнин Джунгарии лежит озеро Телли-Нор (Айран-Куль). Его питают воды самой крупной реки Джунгарии—Манаса, начинающейся в горах восточного Тянь-Шаня. По описаниям М. В. Певцова (1895 г.) и В. А. Обручева (1906 г.), озеро было постоянным и имело сток по реке Хол (Купыр) в котловину на месте солончака Хара-Дабасун-Нор. Обследования района озера в период с 1928 по 1954 г. показали, что водоем пересох, а питавшая его река Манас отклонилась на восток. Но в 1950 г. к северо-востоку от прежнего озера был обнаружен новый водоем Ихэка, лежащий на месте прежнего солончака. Хорошо сформированная котловина этого озера и высокая соленость его вод говорят о том, что водоем здесь периодически появлялся и раньше.

Кочующие озера Бон-Цаган и Адаган-Цаган существуют в «долине озер» в Монгольской Народной Республике. Есть

кочующие водоемы и среди Сарыкамышских озер в полупустыне Нижнего Поволжья.

Почему же «кочуют», перемещаются по бескрайним сухим равнинам даже такие крупные водоемы, как Лоб-Нор?

Некоторые ученые пытались связать непостоянство озер с тектоническими движениями земной коры, изменяющими рельеф, а вместе с ним и направление питающих озера рек. Но, как показывают наблюдения, озера в течение сравнительно коротких периодов (50—100 лет) несколько раз меняли свое положение, в то время как направление тектонических смещений гораздо более постоянно, поднятия или опускания участков земной коры продолжаются веками в одном и том же направлении.

Существование кочующих озер определяется географическими особенностями сухих пустынных областей, специфическим режимом их рек. Эти реки начинаются в горах. Во время летнего таяния ледников и вечных снегов массы талых вод бурными потоками выносятся на соседние сухие равнины. Уклоны здесь ничтожны, скорость течения быстро уменьшается, энергия потока недостаточна для преодоления встречающихся на пути препятствий, часть воды теряется на испарение и уходит в грунт. Количество воды в реках в течение года меняется — летом они многоводны, в холодное время, когда прекращается таяние ледников, мелеют, а нередко и пересыхают. Русла среди неустойчивых песчаных отложений ветвятся на многочисленные протоки, часто меняют направление, изливая свои воды то в одну бессточную котловину, то в другую. Таким образом, одна и та же река может образовывать озеро в различных понижениях в зависимости от того, куда переместится ее русло.

Вернемся к «загадочному» Лоб-Нору. В Лоб-Норской впадине лежат две котловины — первая на северо-востоке, в устье Конче-Дарьи, вторая на юго-западе, в устье Тарима. В зависимости от перераспределения вод между этими реками, озеро возникает в той или другой котловине. В годы, когда сток системы Тарим — Конче-Дарьи идет в северо-восточном направлении, по руслу Конче-Дарьи, в ее устье образуется соленое озеро. Это Лоб-Нор древнекитайских карт. Оно вновь возникло в 1923 г., когда Конче-Дарья устремила свои воды по старому руслу, известному под названием Кум-Дарья (Песчаная река) или Курук-Дарья (Сухая река), на восток, в пустыню. Низовья Тарима, а вместе с ними и озеро Лоб-Нор, виденное Пржевальским и известное также под именем Лобуху, стали усыхать. Вод реки Черчен не хватало для питания озера, и оно высохло. К 1950 г. пересохли обе котловины. Устья Тарима и Конче-Дарьи заносились песком. Но Лоб-Нор вновь было обнаружено в 1952 г. в виде мелкого водоема совершенно других очертаний, чем прежде.

На судьбу Лоб-Нора влияет и то обстоятельство, что по течению Тарима и Яркенд-Дарьи, выше котловин озера Лоб-Нор, расположено несколько оазисов, орошаемых водами этих рек.

Развитие хозяйства Китайской Народной Республики требует расширения посевных площадей, и в бассейне Тарима все более возрастает интенсивное орошение, которое будет отнимать все больше воды у Лоб-Нора. И когда-нибудь, по словам известного географа Э. М. Мурзаева, только карты, книги да следы блуждающих рек и озер в пустыне Лоб расскажут о замечательной истории Лоб-Нора и его удивительных загадках.

Нас не удивляет, когда пересыхают небольшие озера в пустынях, исчезают оттого, что из них испаряется воды больше, чем приносят реки и дожди. Но как можно объяснить периодические исчезновения озер в лесистых местах, во влажном климате?

Давайте перенесемся из пустынь Центральной Азии на северо-запад Европейской части СССР.

Обонежье — это озерный край, лежащий между Онежским и Белым озерами. Здесь, на плоской водораздельной возвышенности в бассейнах рек Мегры, Ковжи и Шолы, расположены группы периодически исчезающих озер. В верховьях реки Мегры находятся связанные между собой протоками озера Долгое, Грязное и Шимозеро. Между Мегрой, Ковжей и Шолой лежит обособленное Куштозеро и соединенные Каицское, Ундозеро и Лухтозеро. Восточнее Ковжи находится периодически мелеющее Алмозеро. Самые большие из этих озер — Куштозеро (20—22 км²) и Шимозеро (10—12 км²).

В строении котловин обонежских озер много общего. Берега и дно неровны, причудливо изрезаны; водоемы как бы соединены из нескольких частей. В этих озерах есть глубокие воронкообразные ямы, по-местному «пучины». Они прорезают дно на глубину 20—25, а в Шимозере даже на 40—42 м. Сквозь прозрачную воду ясно видно и неровное дно, и пучины на всю их глубину. Пучины и служат путями ухода вод из озер.

Вода заполняет Шимозеро и связанные с ним водоемы всего на полтора-два месяца в конце весны — начале лета, а затем устремляется в пучину. К августу вода остается только там. Уровень ее колеблется, то поднимаясь, то опускаясь. По образуному местному выражению — «пучина дышит». Убыль воды продолжается и зимой, лед опускается, трескается и садится на дно. Весной озеро вновь заполняется талыми водами.

Так же периодически уходит и появляется вода и в других озерах. Куштозеро лишается воды через 3—4, иногда через 2—3 года. В «безводные» годы на дне косят выросшие там травы; однажды посеяли даже хлеб и сняли хороший урожай.

Рыба частью втягивается в воронки вместе с водой, частью бьется в мелких лужах на дне и становится добычей рыбаков.

Более тщательные наблюдения за исчезновением воды сделаны на сравнительно небольшом (площадь около 8 км^2 , глубина в среднем 4—6 м) озере Сямго. Расположено оно в бассейне реки Емцы, в Архангельской области. Вода уходила из него через расположенную в восточном углу воронку глубиной 20—22 м через 4 года, реже через 2, а однажды через 7 лет.

Очевидно, озеро связано под землей с холодными ключами, бьющими из высокого известкового берега реки Шелексы в 12—15 км от Сямго. Перед исчезновением воды из озера ключи иссякают, что служит рыбакам «сигналом» для выхода на лов рыбы в мелеющем озере.

Вода уходила из озера в конце зимы, перед таянием снега. Лед ломался и оседал на дно, под ним оставалось много рыбы, которую извлекали пришедшие рыбаки. Оставшаяся в воронке вода «дышала». Обычно через две недели озеро вновь наполнялось талой водой.

Описанное явление не редкость. Много исчезающих озер и в Горьковской, Новгородской, Ленинградской областях. Есть они и в Западной Европе — в Греции, Италии, Югославии и других странах.

Все эти озера находятся в районах современного или древнего карста, где распространены легко растворимые водой горные породы — известняки, доломиты, гипсы.

Воды рек и временных потоков, стекая по этим породам, растворяют их, создают глубокие рытвины и воронки, по которым проникают вглубь. В толще пород воды продолжают свою работу, образуя пустоты, пещеры, кровли которых часто обваливаются. Когда воронки забиваются грунтом и перестают пропускать воду, они превращаются в озера¹. Такие озера могут пополняться не только водой, стекающей по поверхности земли, но и подземными водами, выходящими на их дне.

Уход воды из таких озер возможен при понижении уровня подземных вод в окружающем районе, особенно, если закупоривающий отверстия воронкам грунт размывается. При обильном поступлении талой, дождевой или подземной воды озера могут наполняться вновь.

¹ О карсте см. подробнее в брошюре Максимовича Г. А. «Карст», М., «Знание», 1960.

ОЗЕРА ПОД ЗЕМЛЕЙ

С явлениями карста связано и образование подземных озер. Представьте себе огромный зал. Пламя факелов освещает его стены и своды. Они, словно разрисованное морозом стекло, покрыты тончайшими причудливыми украшениями. Тут и цветы, сотканые из гипсовых игл, и веточки, похожие то ли на еловые лапы, то ли на перья сказочных птиц. Тишина, какая может быть только глубоко под землей. Длиннейшие узкие переходы, которые кажутся еще длиннее, от того, что двигаться приходится ощупью, порой по шее в воде. И как награда — еще один дворец, построенный великим художником — самой природой.

Спелеология — сравнительно молодая наука, изучающая подземные пещеры, гроты и пропасти, сделала уже много интересных открытий из самых разных областей знания (истории, археологии, географии). Ее развитие имеет большое значение и для современности (строительство гидросооружений, промышленных предприятий, дорог). Занятия этой наукой в какой-то мере представляют собой спортивный интерес. По трудности и увлекательности первооткрытий они, пожалуй, превосходят альпинизм.



Так как возникновение карстовых пещер и пропастей связано с работой воды, то естественно, что под землей находится множество рек и озер.

Протекая по закарстованным участкам, реки настолько интенсивно растворяют грунты своего ложа, что часто вся их вода уходит под землю. Выбывая себе подземное русло, река продолжает разрушительную работу. Склоны русла и нависающая над ним кровля обрушиваются, обломки породы уносятся быстрым течением. Возникает пещера, по дну которой струится поток.

Врезаясь в глубь пород, поток оставляет одну систему пещер и образует ниже другую; так возникают многоэтажные пещеры.

Подземные пещеры достигают огромных размеров. Величайшая пещера земного шара — Мамонтова, в штате Кентукки (США), тянется на 200 км. Отдельные пещеры-гrotы соединяются сложными и часто опасными переходами. В Мамонтовой пещере — три реки с восемью водопадами, есть озера.

Мчащаяся под землей река вырывает на своем пути котловины. В этих местах течение замедляется, вода накапливается и возникают озера. Они образуются и при запруживании подземной реки глыбами, обвалившимися с берегов и кровли. В Деветашской пещере Болгарии река проходит через 11 таких запрудных озер.

Часто озера в пещерах являются своеобразными «окнами» протекающей ниже, под их дном, реки. Часть ее вод, выбиваясь со дна в котловину озера, пополняет его. Врезаясь еще глубже, река оставляет озера. Обычно эти бьющие со дна озера воды — углекислые, часто теплые или горячие.

Уровень подземных озер колеблется в зависимости от насыщенности водой протекающих через них рек, от просачивания воды сверху. В маловодные периоды они могут пересохнуть, в многоводные — соседние мелкие озера сливаются в один большой водоем. В Озерном гроте известной Кунгурской пещеры на Урале большое озеро, существующее при обилии воды, в засуху распадается на 12 мелких.

Перенесемся мысленно в эту знаменитую пещеру и посмотрим на ее многочисленные и своеобразные озера. Протянувшаяся под землей почти на 5 км пещера состоит из многих гротов, соединенных неровными извилистыми проходами, по которым местами текут быстрые потоки. В гротах насчитывается 36 озер. Размеры их различны — от маленьких мелких озерков-воронок до Большого озера в гроте «Дружбы народов», занимающего около 700 м². Большое озеро, как и многие другие водоемы пещеры, связано через трещину с рекой Сылвой, в берег которой врезана пещера. Поэтому в половодье уровень озер растет, при низком уровне в реке они мелеют.

На температуру воды озера не влияют ни летняя жара, ни зимние холода, она весь год бывает 4—4,5°. Вода сульфатно-кальциевая с минерализацией около 2 г/л. В Кунгурских озерах есть жизнь, но обитают здесь лишь приспособленные к темноте организмы, например слепые рачки — кронгонисы.

Воды Большого озера настолько прозрачны, что при первом взгляде можно подумать будто воды нет и дно сухое. Это обманывает неосторожных экскурсантов, и они часто ступают прямо в воду. Впечатление нереальности, сказки оставляют и другие озера, разбросанные по гротам Кунгурской пещеры. В каждом из них чистейшая прозрачная вода, отражающая колеблющийся свет факелов и причудливые, искрящиеся от тончайших игл гипса будто покрытые изморозью стены грота.

Есть подземные озера и в других местах Урала, в Пермской области, в Башкирии. Известны подземные озера Кавказа, например углекислый водоем в Пятигорском Провале, с 10-метровой толщиной сине-зеленой воды, пополняемой со дна источником. Есть они в Крыму и в Уссурийском крае.

Подземные озера найдены в пещерах всех континентов. Интересна Зброшевская пещера в Чехословакии. В ней находится восемь озер, пополняемых бьющей со дна углекислой водой. Глубины озер достигают до 15 м, температура воды — 20—24°, в то время как температура воздуха всего 13°.

В подземных водоемах обитают своеобразные, приспособленные к постоянной тьме, организмы. Даже в таких неблагоприятных условиях живут 120 видов веслоногих рачков, более 100 видов бокоплавов. Значительно меньше подземных рыб: их 15 видов, населяющих в основном тропики и субтропики, амфибий всего 5 видов.

У большинства подземных обитателей нет глаз, отсутствие света обусловило бледную (белую или желтоватую) окраску. У них сильно развиты органы осязания и обоняния. Они медленно движутся во тьме, шевеля своими длинными чувствительными конечностями в поисках пищи.

Температура вод подземных водоемов почти не изменяется в течение года; поэтому в жизни обитателей подземных озер нет сезонной периодичности, они размножаются круглый год и растут с постоянной интенсивностью. Среди них много представителей видов, давно вымерших на поверхности земли. Вечная тьма пещер, помимо непосредственного воздействия на животных, ограничивает и их пищу, так как без света не могут развиваться зеленые растения, которыми питается весь животный мир на поверхности Земли.

ОЗЕРА - ИСЦЕЛИТЕЛИ

Мы часто говорим: «ему порекомендовали такие-то грязи», «он поехал на грязи», «грязелечение». С древнейших времен люди пользовались целебными свойствами речных и озерных отложений. Изображения на египетских памятниках и знаки на папирусах рассказывают, как лечились нагретым нильским илом в древнем Египте. О лечении илом упоминает и древнеиндийская «книга жизни» — «Аюрведа». Римский историк Плиний Старший в I веке н. э. писал, что в Крыму есть земля, «исцеляющая всякие раны». К XVI веку относятся

сведения о грязелечении на Тинакском озере близ Астрахани.

Многие широко известные современные курорты расположены на берегах озер. Озера лечат, и в этом лечении основную роль играют их донные отложения — грязи.

Грязелечебницы есть в разных районах нашей страны, в разных географических зонах. Используются грязи озер суровой Якутии, приморских озер и лиманов Крыма и заторфованных водоемов западной и средней полосы Европейской части СССР.

Какие же свойства объединяют грязи столь разных водоемов и есть ли в каждом из них свои особые черты, определяющие специфику воздействия на человеческий организм? От каких болезней исцеляет озерная грязь? На эти вопросы отвечает курортология.



Все разнообразные грязи, применяемые для лечения, объединяются под названием пелоидов (от греческого *pelos* — «ил» или «глина»).

Пелоиды образуются в естественных условиях при сложном и совокупном воздействии геологических, гидрологических, гидрохимических и биологических процессов.

По своему составу пелоиды делятся на две основные группы: неорганические и органические.

Неорганические грязи образуются при участии вод минеральных источников или отлагаются на дне морских заливов, лиманов, соляных континентальных озер. Соответственно они называются ключевыми, лиманными или озерными.

Среди органических грязей различают сопропели — илы мелкой структуры, отлагающиеся на дне озер и лиманов в удалении от берегов, и торфяные грязи более грубого строения, накапливающиеся в прибрежной части пресных озер и в болотах.

В состав грязи входят мелкие глинистые и песчаные частицы, составляющие как бы твердую основу, «скелет» ее, коллоидальные (размельченные до тысячных и миллионных долей миллиметра) частицы сернистого железа, гидратов окисей железа и алюминия, кремния, гумуса и других элементов и грязевой раствор, заполняющий пространство между частицами. С коллоидами связаны наиболее важные свойства грязей — пластичность, большая влагоемкость и тепловые особенности. Грязи, содержащие значительное количество (от 40 до 95%) воды, отличаются большой теплоемкостью. Теплопроводность же их намного меньше теплопроводности воды. С тепловыми свойствами грязей связан наиболее важный эффект их применения — нагрев кожного покрова без ожогов. В водяных ваннах благодаря быстрому конвективному переносу тепла «пограничный слой», прилегающий к телу, очень тонок и температура в нем всего на 1—1,5° ниже, чем в окружающей воде. Такой слой плохо защищает от ожога, и человек с трудом переносит ванну, нагретую до 40—42°. В грязевой ванне тело окружает слой в 4—5 см, в котором температура на 6—7° ниже, чем в окружающей грязи; такая ванна с температурой 46—48 и даже 50° переносится легко. Грязь дольше сохраняет тепло, чем вода. Нагрев вызывает расширение сосудов кожи, усиливает кровообращение, обмен веществ.

Адсорбирующая (погложительная) способность грязей благоприятствует очищению кожи, слизистых оболочек, ран. Содержащиеся в ней газы (особенно сероводород) проникают через кожу. Видимо, проникают в организм и некоторые органические вещества грязей (гуминовые, жирные кислоты, аммиак). В некоторых грязях содержатся антибиотики, бактериофаги. Все это дает положительный эффект при грязелечении.

Грязи образуются далеко не во всех озерах и лиманах. Для их накопления необходимо сочетание определенных условий. Минеральные грязи образуются на дне соляных озер и лиманов, в воде которых содержится значительное количество сульфатов. С берегов поступают мелкие глинистые частицы; необходимо и наличие железа. Помимо минеральных частиц, на дне отлагаются и органические вещества, образующиеся при отмирании водных растений и животных или приносимые с берегов. В донных отложениях развиваются микроорганизмы, преобразующие отложения и придающие грязям ряд важных свойств. С микроорганизмами связано выделение сероводорода, образование сернистого железа. Деятельность микроорганизмов происходит в анаэробной (бескислородной) среде, которая возникает в озерах с резкой неоднородностью плотности воды по вертикали, как правило, в соляных. Эти условия создаются в приморских озерах и лиманах или в континентальных бессточных озерах засушливых районов.

В грязевых озерах должен сохраняться слой воды, покрывающий донные отложения. При высыхании грязь твердеет, окисляется и становится непригодной для лечения. Колебания солености вод в бессточных озерах не мешают грязеобразованию. Образуются грязи и в озерах, минерализация которых связана с выходами соляных ключей (озеро Соленое у Сольвычегодска, некоторые озера Якутии).

Минеральные грязи — лучшие, и большая часть наших грязелечебниц расположена на озерах сухих континентальных районов или на лиманах.

Сапропели образуются в пресных водоемах увлажненной зоны, лежащих среди лесов или болот. В таких озерах интенсивно развивается жизнь, на дно опускается масса остатков водных растений и животных. Лечебный эффект органических грязей меньше, чем минеральных.

Когда-то грязелечение осуществлялось очень примитивно — больной погружался в грязь по шею, и такой сеанс продолжался по нескольку часов. Сильное действие грязи на организм далеко не всегда приносило нужный эффект, а иногда сказывалось и отрицательно. В современной медицине грязевые ванны применяются сравнительно редко, чаще больному делают аппликации — наложения небольшого слоя грязи на нужное место. Грязелечение проводится параллельно с применением пресных и минеральных ванн и климатическим воздействием. Время грязевых процедур ограничивается обычно до 15—20 минут. Такое комплексное лечение дает большой эффект и, умеряя сильное воздействие грязей на весь организм, сохраняет полезное влияние на пораженные болезнью органы.

РЫБА В ОЗЕРАХ

Много интересного можно найти не только в водах озер, но и в жизни их обитателей — рыб.

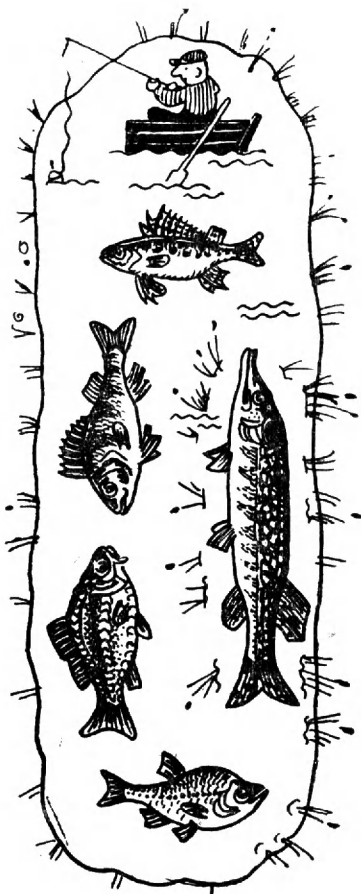
Разнообразен их вид, размеры. В зеленоватой толще воды то стремительно проносятся стайки мелких серебристых рыбок, то медленно проплывает огромный подводный хищник. Из одних озер добывают сотни тонн прекрасной рыбы, другие почти необитаемы.

В современной фауне насчитывается около 20 тыс. видов рыб. Ни в одной другой группе позвоночных животных нет такого обилия

видов. Рыбы обитают в быстрых водотоках и заболоченных водоемах, в горячих источниках с температурой до 50° и в полярных водах, в прибрежных мелководьях и на глубинах нескольких километров.

Большинство озер населено рыбами. Изменение видового состава рыб связано с географической зональностью. В озерах севера преобладают сиги, ряпушка, пелядь, чир, налим, гольцы, в озерах умеренной климатической зоны — карповые (плотва, лещ, язь, карась), окунь, щука, южнее встречаются сазан, красноперка и другие теплолюбивые виды.

Каждый, кто внимательно наблюдал за жизнью озерных рыб, мог заметить, что некоторые из них в определенное время появляются у берегов, в другое — уходят в открытую часть водоема или на глубины. Есть рыбы, уходящие из озер далеко вверх по рекам.



Чем вызваны такие, иногда весьма далекие «путешествия» рыб?

С момента выхода мальков из икры, рыба по мере своего развития проходит ряд этапов. Для ее жизни на каждом этапе необходимы определенные условия. Развитие икры происходит в одной обстановке, жизнь мальков и взрослых рыб — в другой. Поэтому-то рыбы и перемещаются (мигрируют) из одного участка озера в другой, а некоторые и за его пределы.

Рыбы откладывают икру в таких местах, где она может уцелеть и развиваться, где будут в безопасности мальки.

Многие виды рыб (щука, лещ, плотва и др.) нерестятся весной, откладывая икру на затопленной половодьем прибрежной растительности. Здесь достаточно тепла, света, кислорода и пищи для мальков. Другие рыбы (озерная нельма, ельцы) идут весной на нерест в реки.

Нерест некоторых рыб происходит осенью. Икра их остается в воде до весны. Для ее сохранности и развития необходим хороший обмен воды и кислород. Такие условия можно найти на каменистых и песчаных отмелях озер или на речных перекатах. К этим местам и приурочены нерестилища. Сиг лудога идет на нерест к каменистым мелям-лудам в открытом озере, ряпушка — на песчаные побережья. Озерный лосось, некоторые гольцы и сиги, байкальский омуль покидают озера и движутся на нерест вверх по рекам. Эти сильные рыбы, преодолевая быстрое течение, поднимаются далеко от устьев и откладывают икру на перекатах.

Мальки и молодь большинства рыб живут там, где они выходят из икры. Пищей им служит планктон, реже водная растительность или икра других рыб.

Каждая разновидность рыб предпочитает определенную пищу. Одни (бентофаги) питаются донной фауной (бентосом) побережья, например плотва, или глубинных участков — лещ, ерш, линь; другие (планктофаги) — ряпушка, снеток, уклей — планктоном открытой воды, третьи (хищники или ихтиофаги) — щука, сом, налим, крупный окунь — рыбой. В озерах существуют и эврифаги — рыбы, использующие различную пищу — чудской сиг, рипус, карась.

Пути кормовых миграций зависят от того, чем кормится рыба. Карп, лещ, сазан по мере роста перемещаются в глубины, ряпушка, снеток, некоторые сиги — в открытое озеро, хищники, охотясь за рыбой, мигрируют по различным участкам водоема.

Обычно после интенсивного летнего питания (нагула) рыбы идут на зимовку. Сазан, лещ опускаются в глубины, где температура зимой выше, и там в полуоцепенелом состоянии остаются до весны, довольствуясь малым количеством кислорода и не питаясь. Судак, щука, окунь также уходят в глубины, но в спячку не впадают и продолжают питаться, хотя и

менее интенсивно. Холодолюбивые рыбы (гольцы, сиги) сохраняют большую активность. Налим зимой питается интенсивно и нерестится в самое темное и холодное время.

Вкусовые качества и питательность различных видов рыб далеко не одинаковы. Наряду с такими ценными представителями ихтиофауны, как лосось, сиги, форель, лещ, озера населяют малоценные или сорные рыбы — ерш, плотва, мелкий окунь. Они часто потребляют ту же пищу, что и ценные рыбы, или поедают их икру, чем приносят вред рыбному хозяйству.

Во многих озерах, несмотря на обилие пищи и благоприятные условия, очень мало или нет вовсе ценных пород рыб.

Обеднение ихтиофауны многих водоемов нашей страны связано с суровыми условиями ледникового периода, когда многие рыбы погибли или переместились в южные районы. В других озерах сыграла отрицательную роль и неблагоприятная обстановка недавнего времени: заморы, падение уровня воды с обсыханием нерестилищ, хищнический лов.

Одна из задач рыбного хозяйства — заселение озер ценной рыбой и в случае необходимости подавление сорной. Рыб вселяют в водоемы в виде икры, мальков или взрослых особей. Вселение новых рыб целесообразно только при достаточном количестве пищи, не используемой уже живущими в них рыбами. Помимо этого, необходимо, чтобы и другие условия (температура, соленость, грунты, кислород) были приемлемы для жизни вселяемых рыб.

Первые попытки акклиматизации делались в нашей стране еще в прошлом веке. Систематические мероприятия по зарыблению и акклиматизации начали проводиться в конце 20-х — середине 30-х годов нашего века. С тех пор в различные озера вселено большое количество ценных рыб. В ряде водоемов акклиматизация дала хорошие результаты.

Интересна история одного из «переселенцев» — балхашского сазана. Впервые он был вывезен из реки Чу и помещен в пруд на одном из притоков реки Или в 90-х годах прошлого века. В наводнение 1905 г. он проник в реку Или, а оттуда в 1913—1914 гг. — в озеро Балхаш, где образовал местную форму. В 1932—1949 гг. на долю сазана приходилось до 70% общего вылова рыбы в озере. В дальнейшем балхашский сазан был акклиматизирован в системе Алакульских озер Казахстана. Он прижился как в пресных, так и в солоноватых озерах.

В озерах Урала и Зауралья акклиматизированы ладожский рипус и чудской сиг.

В ряде случаев рыбы, встретившие в новых водоемах благоприятные условия, растут и развиваются быстрее, чем в местах прежнего расселения. Так, сиги — лудога и чудской в Севане росли в 3 раза быстрее, чем в озерах северо-запада, рипус в озере Таватуй — в 1,5—2,5 раза быстрее, чем в Ладоге.

Акклиматизация может проводиться не только для повы-

шения продукции водоемов. Так, например, небольшая рыбка гамбузия была привезена из Италии и расселена по водоемам Кавказа, Средней Азии и Украины для борьбы с личинками малярийного комара.

Следует отметить, что не всегда вселение новых видов рыб целесообразно с точки зрения рыбного хозяйства. Вселенцы могут стать конкурентами для более ценных местных видов. Так, с акклиматизацией рипуса и сигов в кавказских озерах связано ухудшение развития форели, потребляющей ту же пищу. Окунь, вселенный в озеро Кенон, расположенное под Читой, в бассейне реки Ингоды, бурно развился там и не только подавил местных рыб, но при дальнейшем расселении представляет опасность для ценных рыб бассейна Амура. Серебряный карась, акклиматизированный в озерах Камчатки, является конкурентом более ценной нерки, молодь которой кормится в тех же озерах.

Эти примеры указывают на необходимость детального изучения водоемов и их населения при решении вопросов, связанных с акклиматизацией.

6 коп.

70075