

ПРИРОДА

№ 4, 2005 г.

С.И. Рянжин

Много ли на земле озер?

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

Много ли на Земле озер?



С.В.Рянжин

Рациональное использование водных ресурсов и, в частности, озер — общемировая проблема, которая будет обостряться в условиях возможного изменения глобального климата. Естественные, или природные озера содержат значительный запас доступной воды, который меняется как в течение года (годовые или сезонные колебания), так и от года к году (долгопериодные или межгодовые колебания).

Однако большинство оценок суммарной площади и объема озерной воды были получены более 20—30 лет назад и требуют обновления. Наши знания об озерах меняются. За прошедшие годы появились новые сведения о батиметрии таких крупных озер, как Ладожское, Онежское, Верхнее, Большое Медвежье. По разным причинам значительно изменились площади и объемы других крупных озер — Каспийского, Аральского, Чад, Эйри, Чаны и др., а некоторые, например казахстанское Каждаг Сор, китайское Манаси Ху и многие другие, и вообще исчезли. Можно вспомнить и о недавно открытом в Антарктиде огромном подледном озере Восток. Правда, это озеро еще предстоит исследовать, и только большой оптимист мо-



Сергей Валентинович Рянжин, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института озероведения РАН (Санкт-Петербург). Область научных интересов — физическая лимнология и гидрофизика озер. В последние годы занимается закономерностями изменения морфометрических и термических характеристик озер мира и оценкой запасов воды в них. Инициатор создания компьютерной базы данных по озерам мира WORLDLAKE.

жет считать его воду легко доступной.

Так сколько же на Земле озер, какова их общая площадь, много ли в них воды и что будет с озерами, если изменится климат? Для ответа на эти и другие глобальные вопросы возникла необходимость сбора и обобщения данных о земных озерах. Они разбросаны по обширной научной литературе, опубликованной за последние 40—50 лет. На основе анализа этих материалов нам удалось создать не имеющую аналогов компьютерную базу WORLDLAKE, помещающуюся на компакт-диске. Здесь собраны подробные географические, морфометрические, гидрологические, климатологические и другие сведения для более

чем 46 тыс. природных озер и 7.4 тыс. водохранилищ, расположенных в 157 странах мира. (При создании базы было просмотрено примерно 5.5 тыс. публикаций и организована соответствующая база ссылок.)

Неудивительно, что страны мира сильно различаются по числу озер, о которых в литературе имеется какая-либо информация. На рис.1 показано их распределение по наиболее «информационно покрытым» базой WORLDLAKE странам. Отчетливо видно, что сведения об озерах России, США, Канады, Казахстана, Польши и Германии доминируют (примерно 61% от всех содержащихся в базе).

Первые же анализы данных из базы показали, что на Земле

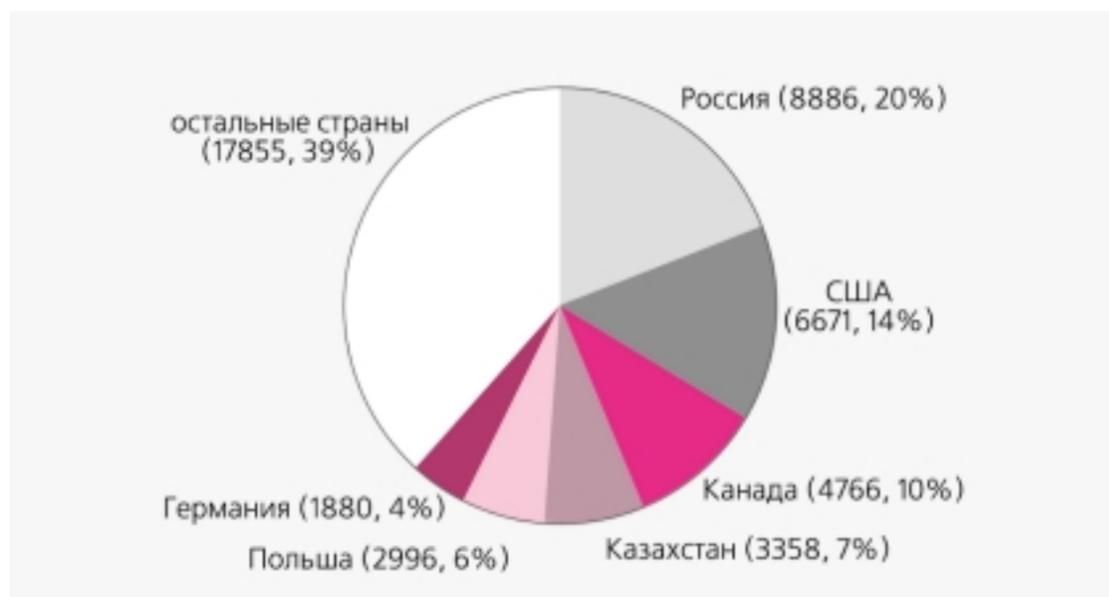


Рис.1. Распределение озер в базе WORLDBASE по наиболее «информационно покрытым» странам. Числа показывают количество озер и их долю в общем числе.

2465 природных озер площадью не менее 50 км² (если брать максимальные в течение года площади). Условно мы их будем далее называть «крупнейшими». Но сначала нужно, видимо, выяснить, что такое озеро и при каких условиях оно существует?

Что такое озеро и что нужно для его существования?

В конце XIX в. швейцарский ученый Ф.Форель, основатель современной лимнологии — науки об озерах, определил природное озеро как «...массу стоячей устойчивой воды, расположенную в земной депрессии и не имеющую прямого сообщения с морем». Очевидно, что очень многие озера не подпадают под это определение, например Ладожское и Лох-Несс, из которых вытекают впадающие в море реки Нева и Несс. И, наоборот, стоячие устойчивые лужи перед домом, не имеющие прямого сообщения с морем, при таком определении вполне могут считаться озерами, поскольку Форель никак не ограничил размеры объекта исследований. Можно ли считать озерами не имеющие связи с морем водоемы, устойчиво из года

в год появляющиеся весной при таянии снега в одних и тех же углублениях поверхности в центральных районах Казахстана и полностью испаряющиеся к концу лета? Кроме того, озеро, как и любой природный объект, в своей жизни проходит все стадии существования, включая рождение, старение и смерть. Например, болото, или, как теперь еще говорят, увлажненная территория — часто последняя стадия существования озера. Но граница между озером и болотом также не определена и весьма условна. Тем не менее, ставшее классическим определение Фореля включено во мно-

гие гидрологические справочники и учебники, а также в Британскую энциклопедию. Так что озера — природные объекты, не имеющие строгого научного определения. В географических науках это не единственный пример. Так, «безбрежные» Саргассово и Тасманово моря исторически относят к морям, а сравнимые с ними по размерам, но имеющие гораздо более четкие границы Мексиканский и Гудзонов заливы считают заливами.

Впрочем, условия существования озер известны. Применительно к озеру фундаментальный закон сохранения массы часто формулируется как водный баланс, или водный бюджет озера, который состоит из приходной и расходной частей (рис.2). Первая включает в себя атмосферные осадки P и речной приток I , вторая — испарение E и речной сток O . Кроме того, имеется еще подземный сток (или приток) U — чрезвычайно плохо определяемая составляющая водного баланса. Размеры озера не меняются, если приходная и расходная части уравновешивают друг друга, иными словами, если

$$(P + I) - (E + O) \pm U = 0.$$

Если сумма составляющих водного баланса отрицательна, озеро сокращается в размерах, если положительна — растет.



Рис.2. Водный баланс озера включает в себя приходную (осадки и речной приток) и расходную (испарение и речной сток) части, а также плохо определяемый подземный сток (или приток).

Однако увеличение приходной части водного баланса часто компенсируется увеличением речного стока из озера. Озера, из которых вытекают реки, причисляются к проточным озерам, а те, из которых не вытекают, — к бессточным или замкнутым.

На Земле имеются территории с избыточным увлажнением, где атмосферные осадки преобладают над испарением. Это почти вся Фенноскандия, Ньюфаундленд, экваториальная Африка, Новая Гвинея, Новая Зеландия, Амазония, Британские и Индонезийские о-ва и др. Здесь доминируют пресные проточные озера и очень редки бессточные. И любое бессточное озеро можно «заподозрить» в том, что у него имеется подземный сток.

Но на нашей планете есть и огромные территории с недостаточным увлажнением, где испарение доминирует над осадками: вся равнинная часть Средней Азии, Ближний Восток, Монголия и прилегающие районы Китая, почти все центральные части Австралии и Мексики, юго-запад США, север Африки, Патагония и др. Это царство накапливающих соли бессточных озер (кстати, неизвестны соленые озера, из которых бы вытекали реки).

И, конечно, для существования озера, кроме подходящего водного баланса, необходим соответствующий рельеф земной поверхности. Ведь озеро не сможет возникнуть даже на свехувлащенной, но гладкой наклонной территории — воде здесь не за что «зацепиться».

Очевидно, что составляющие водного баланса, а следовательно, размеры и качество воды озера меняются, как уже упоминалось, не только в течение года, но и от года к году. Поэтому возможные колебания климата, а значит, и изменение составляющих водного баланса могут повлиять не только на общее число и размеры озер, но и на качество воды в озерах мира.

Сколько на Земле озер?

Прежде чем ответить на этот вопрос, надо определить минимальный размер озер, которые мы будем учитывать в своих расчетах. Поскольку во многих странах мира (например, в Польше, Болгарии, Румынии, Японии, Германии) в национальные кадастры озера с площадью меньше 0.01 км^2 (1 га) не включают, мы остановимся на этом размере. По оценкам М.Мейбека (Университет Сорбонна), на Земле примерно 8.45 млн природных озер с площадями $\geq 0.01 \text{ км}^2$ [1]. Однако уровень знаний об этих озерах существенно различается (рис.3). Примерно 6.65 млн озер включены в национальные и региональные кадастры. Об этих озерах известно, по крайней мере, их административное местоположение, координаты и площадь зеркала. Такие озера можно условно назвать географически установленными. Существование остальных 1.8 млн озер экстраполировано для плохо изученных и не покрытых кадастрами регионов. К ним отно-

сятся Амазония, северо-западные территории Канады, центральная Африка, высокогорные районы Южной Америки, Китая и Индии и некоторые другие.

Далее оказывается, что далеко не для всех географически установленных озер известны максимальная и средняя глубины, и, следовательно, объем воды V , поскольку последний определяется произведением площади A и средней глубины H_{avg} : $V = A \cdot H_{\text{avg}}$. Таких озер (с известным объемом), которые мы называем батиметрически измеренными, насчитывается всего 300–400 тыс., т.е. 3–4% от общего числа земных озер. В России же к этой категории относятся лишь 129 из 326 крупнейших (с площадью не меньше 50 км^2) озер. Даже в такой озерной стране, как Канада, батиметрические съемки проводились лишь в 136 из 744 крупнейших озер.

Но в еще меньшем числе географически установленных озер — примерно в 50 тыс. (<1% от всех озер) — когда-либо проводились какие-нибудь специальные лимнологические измерения. Например, для озер, ко-

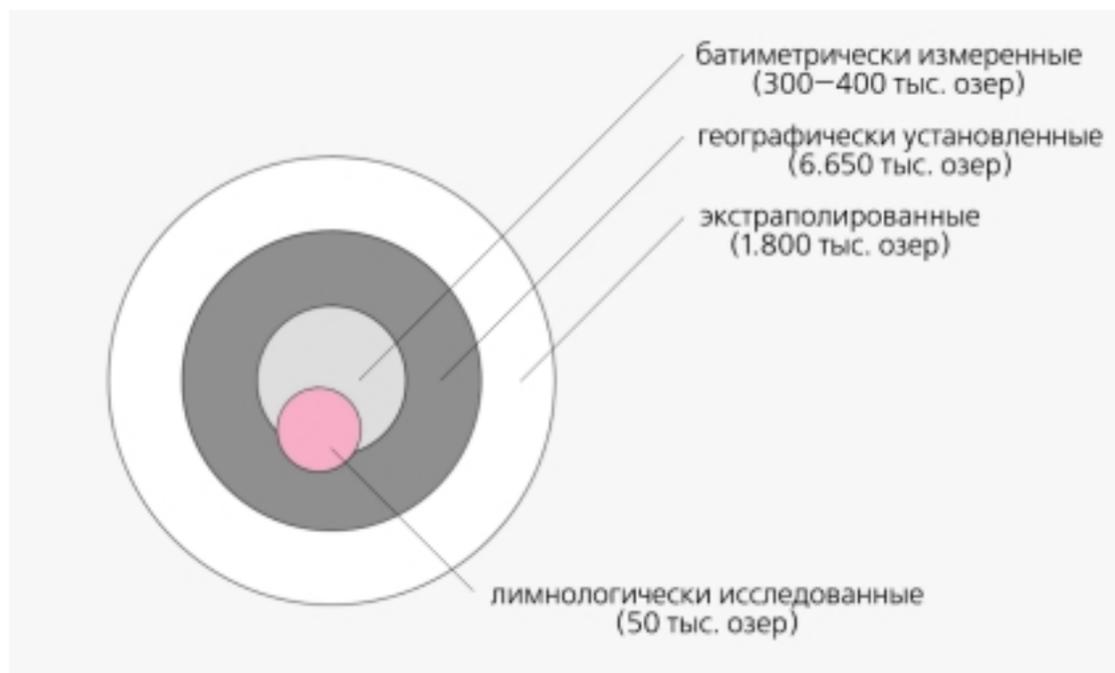


Рис.3. Распределение естественных озер мира с площадями не меньше 0.01 км^2 (1 га) по категориям. 6.65 млн — число озер, включенных в национальные и региональные кадастры (географически установленные озера), 1.8 млн — число озер, экстраполированных для регионов, не покрытых кадастрами; 300–400 тыс. — число озер, батиметрически измеренных (с известными объемами) и 50 тыс. — число озер, лимнологически исследованных.

торые мы условно называем лимнологически исследованными, могут быть известны такие характеристики, как максимальная в годовом цикле толщина льда, прозрачность и кислотность воды, максимальная температура поверхности озера и т.д. Кстати, именно такие озера преимущественно включались в базу данных WORLDLAKE. Примечательно также, что не все лимнологически изученные озера одновременно батиметрически измеренные (рис.3). Иначе говоря, в озере с неизвестными глубинами иногда проводились специальные лимнологические измерения. Например, в 1980—1990 гг. норвежские ученые проводили интенсивные вертолетные экспресс-съемки прозрачности и кислотности воды нескольких сотен озер. Однако в большинстве из них никогда не проводились измерения их глубины и объема.

При анализе наших данных из базы WORLDLAKE обнаружилась интересная тенденция: с уменьшением размеров озер доля батиметрически измеренных в общем количестве мировых озер данной площади уменьшается. Например, известны объемы для всех 20 озер мира с площадями, превышающими 10 тыс. км² (табл.1), однако из упоминавшихся выше 2465 крупнейших по площади мировых озер — лишь для 34% — 838 (рис.4). Похожая тенденция характерна для лимнологически изученных озер.

Как рассчитывались суммарные площадь и объем озер мира?

В табл.2 мы собрали оценки суммарной площади и объема воды в озерах мира. За исключением Г.П.Тамразяна [2] и частично М.Мейбека [1], авторы оценок

не описывают применяемых методов расчета. По-видимому, большинство оценок были получены как простые суммы площадей и объемов 20—30 крупнейших озер мира с некоторыми добавками, учитывающими остальные, меньшие по размеру. Для оценки общего объема озер такой подход, видимо, правомерен, поскольку, например, в трех крупнейших по объему озерах мира (Каспийское, Байкал и Танганьика) содержится не менее 60% всей озерной воды (табл.1). Однако, как видно из той же таблицы, суммарная площадь трех крупнейших по площади озер мира (Каспийское, Верхнее и Виктория) не превышает 20% от глобальной озерной площади. Кроме того, в обоих случаях не вполне неясно, какой вклад в глобальные суммы вносят озера с меньшими размерами. Поэтому в наших исследованиях применялся иной подход, основанный на анализе данных из

Таблица 1

Батиметрические сведения для 20 крупнейших по площади озер мира (конец 90-х годов, данные из базы WORLDLAKE)

| Озеро | Страна | Площадь озера, км ² | Максимальная глубина, м | Объем озера, км ³ |
|---------------------|--|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Каспийское | Азербайджан/Казахстан/Иран/Туркменистан/Россия | 386 400 ¹ | 1025 ¹ | 78 700 ¹ |
| Верхнее | Канада/США | 82 367 | 406 | 12 221 |
| Виктория | Кения/Танзания/Уганда | 76 000 | 92 | 2750 |
| Гурон | Канада/США | 59 570 | 228 | 3535 |
| Мичиган | США | 58 016 | 282 | 4871 |
| Танганьика | Бурунди/Танзания/Заир/Замбия | 32 600 | 1471 | 18 500 |
| Байкал | Россия | 31 500 | 1741 | 22 995 |
| Большое Медвежье | Канада | 31 153 | 446 ⁴ | 2236 ⁴ |
| Аральское | Казахстан/Узбекистан | 30 000 ^{1,2} | 36 ¹ | 231 ¹ |
| Малави | Малави/Танзания | 28 800 | 706 | 8400 |
| Большое Невольничье | Канада | 28 600 | 625 | 2088 |
| Чад | Чад/Камерун/Нигерия | 25 900 ^{1,3} | 11 ^{1,3} | 72 ^{1,3} |
| Эри | Канада/США | 25 821 | 64 | 458 |
| Виннипег | Канада | 24 510 | 18 | 371 |
| Балхаш | Казахстан | 19 996 ^{1,3} | 26 ^{1,3} | 106 ^{1,3} |
| Онтарио | Канада/США | 19 009 | 224 | 1638 |
| Ладожское | Россия | 17 882 ⁴ | 230 ⁴ | 838 ⁴ |
| Тонле Сап | Кампучия | 16 000 ³ | 12 | 65 ³ |
| Маракайбо | Венесуэла | 13 010 ³ | 60 ³ | 279 ³ |
| Патос | Бразилия | 10 140 ³ | 5 ³ | 19 ³ |

¹ По разным причинам значительно изменились за последние десятилетия.

² С середины 1950-х до середины 1990-х годов уменьшилась более чем в 2 раза.

³ Значительно меняются в годовом цикле.

⁴ Существенно уточнены за последние десятилетия.

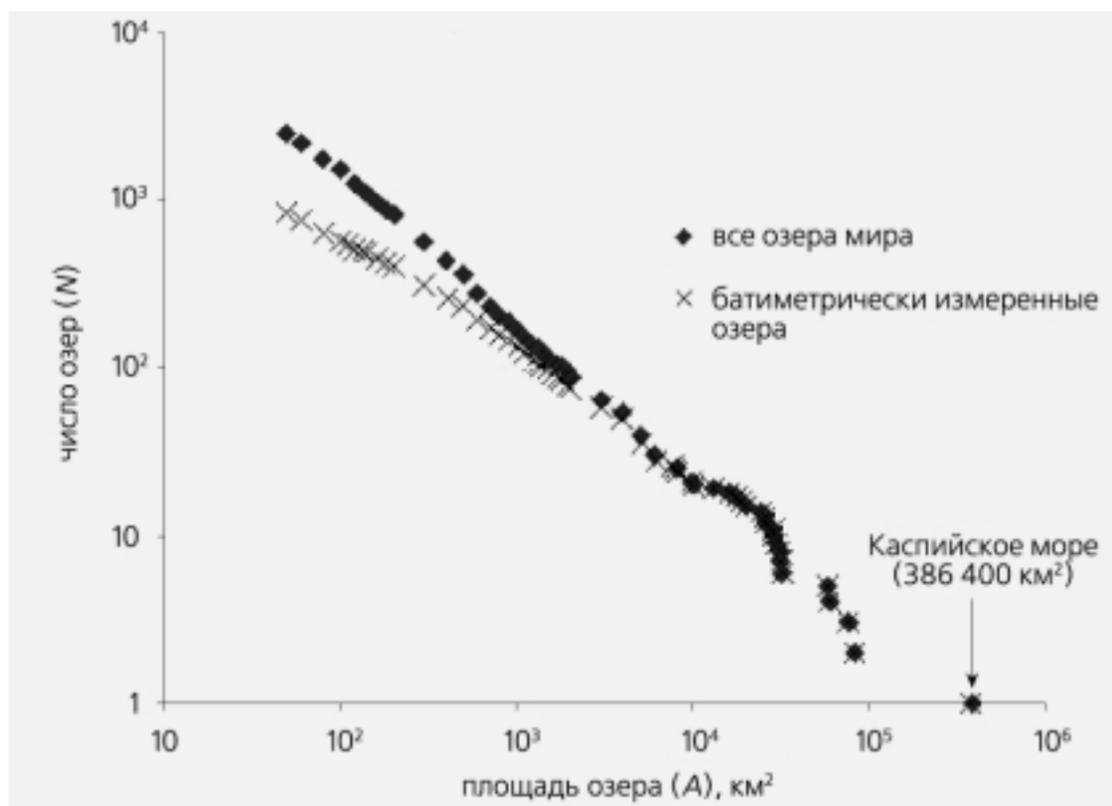


Рис. 4. Статистическое распределение площадей 2465 крупнейших (с площадью не меньше 50 км²) озер мира, а также тех 838 из них, для которых известны объемы (batimетрически измеренные озера). N — общее число озер с площадью не меньше A . Координаты графика логарифмические. Отчетливо видно, что с уменьшением площади озера доля батиметрически измеренных озер в общем числе мировых озер данной площади быстро уменьшается. Рассчитано по данным из базы WORLDAKE.

базы WORLDAKE и некоторых литературных сведениях.

Прежде всего, для оценки суммарной площади озер была рассчитана статистическая функция распределения озер мира по площадям. Для этого мы воспользовались данными по

распределению 2465 крупнейших мировых озер, а также оценочным распределением числа мировых озер с площадями от 0.01 км² до 50 км², полученным М. Мейбеком [1]. «Склеив» эти два распределения в «размерном» виде, мы получили следующую

функцию для озер с площадями от 0.01 км² до Каспийского моря (386 400 км²) (рис.5):

$$N(\geq A) = C_1 \cdot A^{C_2}. \quad (1)$$

Здесь A — площадь озера, км²; N — число озер мира с площадью не меньше A ; $C_1 = 1.1 \cdot 10^5$, $C_2 = -0.925$ — рассчитанные эмпирические коэффициенты.

Эта простая степенная функция показывает, что число мировых озер быстро возрастает с уменьшением площади озера. Из этой функции следует, что на Земле должно быть примерно 110 тыс. озер с площадями не меньше 1 км² и примерно 13 тыс. — не меньше 10 км². Кроме того, функция распределения (1) показывает, почему отвечая на вопрос об общем числе озер мира, необходимо уточнять минимальный размер озера.

После несложных преобразований из функции распределения (1) можно рассчитать суммарную площадь озер мира с размерами от 0.01 км² до 50 км². Она оказывается равной 856 тыс. км². Если сложить ее с 1.845 млн км² — суммой площадей 2465 крупнейших озер из базы WORLDAKE — получим суммарную площадь озер мира, равную 2.701 млн км².

В лимнологии применяется еще одна важная характеристика — измеряемый в процентах или долях единицы коэффициент озерности: отношение суммарной площади озер к площади территории, на которой эти озера расположены. Гипотетически озерность может меняться от нуля для «безозерной» территории до 100% или 1, когда вся она состоит из сплошного озера. Фактически же максимальные значения озерности не превышают 20–25%, например, для Финляндии, Карелии и некоторых районов Канады. Используя рассчитанную нами суммарную площадь озер мира и площадь суши, равную 149.1 млн км², для глобальной средней озерности получим значение 1.81%.

В табл.2 и на рис.6 собраны глобальные значения площади

Таблица 2

Глобальные площадь и объем озер мира, а также средний коэффициент озерности* по разным источникам

| Источник | Глобальное значение | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | Площадь озер, млн км ² | Объем озер, тыс. км ³ | Коэффициент озерности, % |
| Пенк А. 1894 [4] | 2.5 | — | 1.68 |
| Нейс Р. 1969 [5] | 1.525 | 230 | 1.0 |
| Львович М.И. 1974 [6] | — | 275 | — |
| Тамразян Г.П. 1974 [2] | 2.7 | 166 | 1.81 |
| Будыко М.И. 1980 [7] | 2.1 | — | 1.41 |
| Мулхолланд П., Эллууд Дж. 1982 [9] | 2.0 | — | 1.34 |
| Лосев К.С. 1989 [8] | — | 280 (180–750) | — |
| Шикломанов И.А. 1993 [3] | 2.1 | 176 | 1.41 |
| Мейбек М. 1995 [1] | 2.6 | 179 | 1.74 |
| Наши данные | 2.69 | 179.6 | 1.81 |

* Отношение суммарной площади озер к площади суши, взятой как 149.1 млн км².

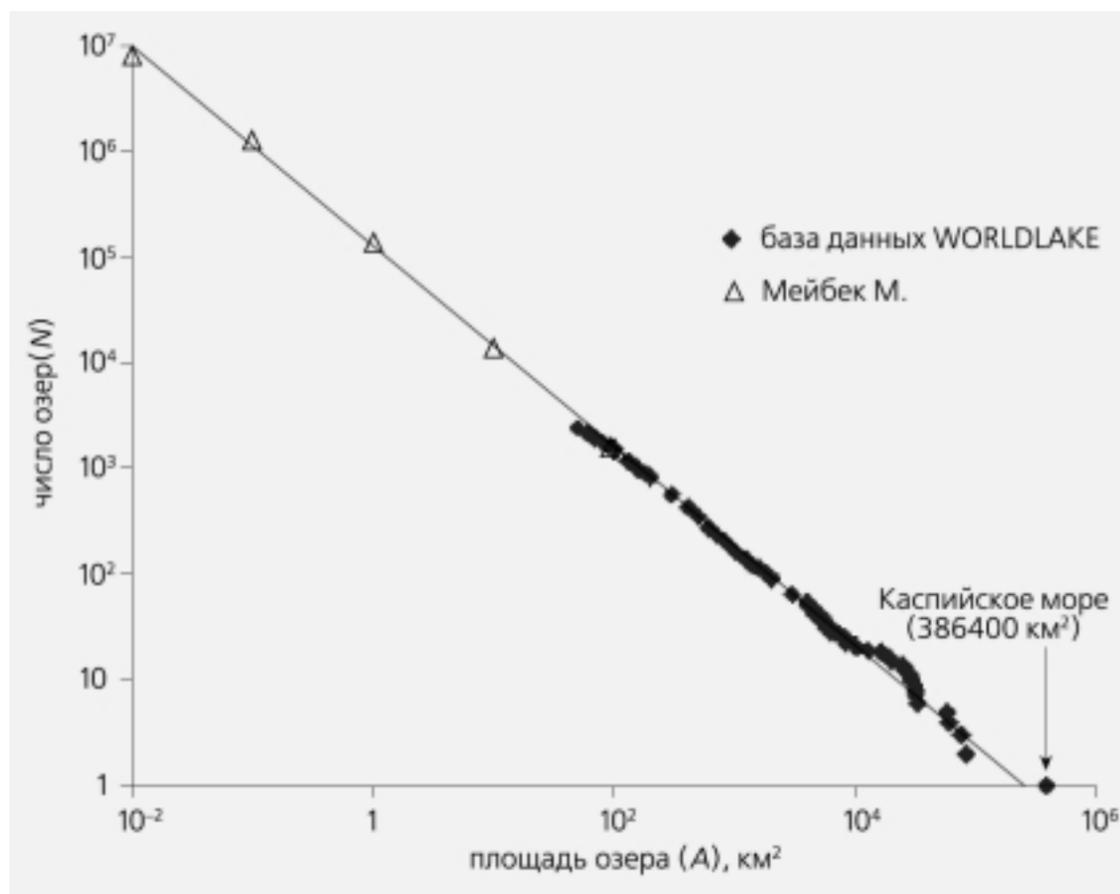


Рис.5. Статистическое распределение озер мира по площадям (с размерами от 0.01 км² до 386 400 км² — Каспийское море) и рассчитанная зависимость (1). N — общее число озер с площадью не меньше A . Координаты логарифмические.

и объема озер, а также коэффициенты озерности по данным разных исследователей. Заметим, что различия в значениях, опубликованных разными авторами в разные годы, не следует объяснять долгопериодной изменчивостью климата. Скорее они связаны с уже отмеченными нами различными и не всегда ясными подходами, применяе-

мыми авторами для расчетов. Нетрудно заметить, что «наша» суммарная площадь озер мира близка к оценкам, сделанным Г.П. Тамразяном [2] и М. Мейбеком [1], однако заметно больше, чем у других авторов. Аналогичные особенности обнаруживает рассчитанный нами коэффициент глобальной средней озерности.

Сколько воды в озерах?

Для оценки общего объема земных озер из базы WORLDAKE были выбраны все имеющиеся для примерно 15.6 тыс. естественных озер мира пары значений площади и объема, которые меняются на более чем восемь порядков: от Каспийского моря до маленьких горных озер (тарнов) с площадью в несколько квадратных метров (рис.7). По ним была рассчитана в «размерном» виде регрессия, показывающая, что большие по площади озера имеют тенденцию содержать большие объемы воды:

$$V = A \cdot H_{\text{avg}} = C_3 \cdot A^{C_4}, \quad (2)$$

где H_{avg} — средняя глубина озера, км; A — площадь, км²; V — объем, км³; $C_3 = 0.0034$ и $C_4 = 1.134$ — рассчитанные регрессионные коэффициенты.

На первый взгляд, зависимость (2) выглядит тривиальной, поскольку, как уже отмечалось, объем озера определяется произведением его площади и средней глубины. Тем не менее, она позволяет грубо оценить объемы озер по сравнительно легко доступной (например, с применением дистанционных методов) информации о площадях озер и избежать трудоемкой и дорогостоящей батиметрической съемки. Несмотря на значительный разброс значе-



Рис.6. Глобальные значения площади и объема озер по данным разных авторов.

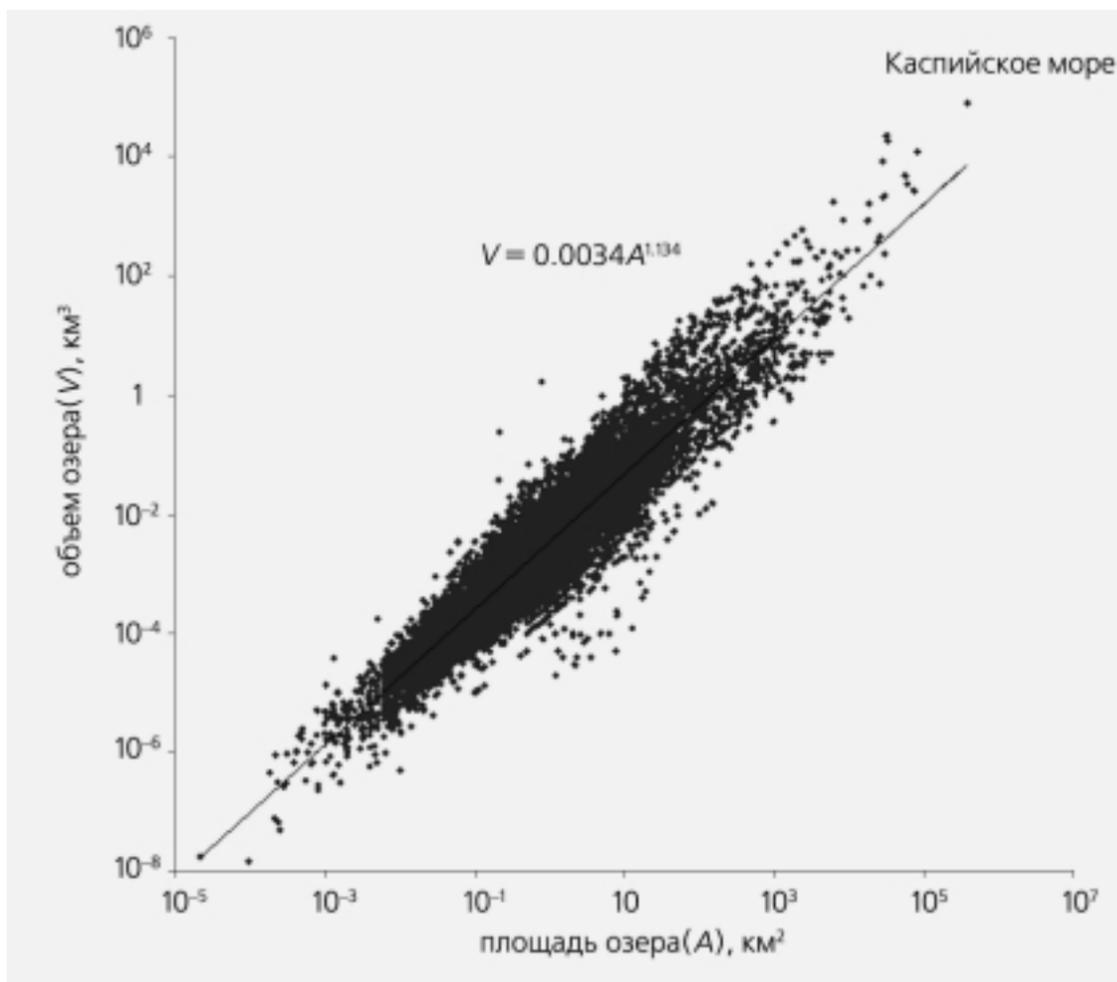


Рис.7. Зависимость объема озера от его площади для примерно 15.6 тыс. озер с площадями от Каспийского моря до маленьких горных озер (тарнов) размером в несколько квадратных метров (по данным из базы WORLDAKE). Показана также рассчитанная регрессионная зависимость (2). Координаты графика логарифмические.

ний, вызванный прежде всего различным происхождением озерных котловин, средние глубины озер имеют тенденцию к увеличению с ростом площади озера. Регрессия, например, предлагает разумные средние глубины: 3.4 и 4.6 м для озер с площадями 1 и 10 км² соответственно.

Ее комбинация с функцией распределения площадей озер мира (1) и последующие несложные преобразования дают простое выражение для суммарного объема всех озер мира с площадями из некоторого промежутка $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$:

$$V_{\text{total}} = - C_1 C_2 C_3 \int_{A_{\min}}^{A_{\max}} A^{C_2 + C_4 - C_1} da = - \frac{C_1 C_2 C_3}{C_2 + C_4} (A_{\max}^{C_2 + C_4} - A_{\min}^{C_2 + C_4}). \quad (3)$$

Наконец, после этих приготовлений мы можем рассчитать

оценку глобального озерного объема как сумму трех объемов:

$$V_{\text{glob}} = V_1 + V_2 + V_3 = 173\,874 \text{ км}^3 + 2670 \text{ км}^3 + 3094 \text{ км}^3 = 179\,638 \text{ км}^3.$$

Здесь $V_1 = 173\,874 \text{ км}^3$ — сумма объемов 838 батиметрически измеренных крупнейших (с площадью не меньше 50 км²) озер из базы WORLDAKE; $V_2 = 2670 \text{ км}^3$ — суммарный объем оставшихся 1627 батиметрически неизмеренных крупнейших озер, объемы которых рассчитаны по нашей регрессии (2). Наконец, $V_3 = 3094 \text{ км}^3$ — определенный по зависимости (3) суммарный объем остальных озер мира с площадями $0.01 \text{ км}^2 \leq A < 50 \text{ км}^2$.

Как видно из табл.2 и рис.6, полученный нами глобальный объем — $179.6 \cdot 10^3 \text{ км}^3$ — близок к значениям, опубликованным М.Мейбеком [1] и И.А.Шиклома-

новым [3] и превосходит оценку, рассчитанную Г.П.Тамразяном [2]. Однако наша оценка объема заметно меньше значений, полученных другими авторами.

Что будет с озерами, если изменится климат?

Климатологи считают, что в последние десятилетия он теплеет. Однако неясно, связано ли это с антропогенным увеличением концентрации парниковых газов или же с естественными колебаниями, которых в истории Земли было предостаточно. Кроме того, климат, видимо, изменится пространственно неравномерно: в некоторых регионах усилится аридность (засушливость), в других — увлажненность. Поэтому можно высказать лишь некоторые общие соображения о судьбе озер. В тех регионах, где усилится аридность, многие озера могут исчезнуть, другие из проточных превратятся в бессточные, а качество воды в них ухудшится. Там, где увеличится увлажненность, будут преобладать противоположные тенденции. Пока же имеющиеся лимнологические данные весьма противоречивы. Например, на последнем XXIX конгрессе Международного союза лимнологов были представлены данные, показывающие, что за последние 30—40 лет такие крупные озера, как североамериканское Тахо, африканское Танганьика, предальпийские Лугано и Женевское стали теплее. В то же время термический статус крупнейших новозеландских озер — Таупо, Те Анау и Ванак — не изменился. Вот другой непонятный пример. По данным Института водных проблем Севера (Карельский научный центр РАН), в последние десятилетия уровень Ладожского озера имеет тенденцию к падению, а расположенного в той же климатической зоне и тесно

связанного с ним Онежского — к увеличению.

Часто научное исследование порождает больше вопросов, чем дает ответов. Эта работа — не исключение. Полученные нами глобальные площадь и объем озер с помощью базы данных

WORLDLAKE — некоторые средние оценки. Как они меняются в течение года? Какова их межгодовая изменчивость? Противоположны ли изменения запасов воды в озерах Северного и Южного полушарий? Что будет с озерами при изменении климата? Ответы

на эти и на многие другие вопросы — дело будущего. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 98-05-65348 и 01-05-64851.

Литература

1. Meybeck M. Global distribution of lakes // *Physics and Chemistry of Lakes* / Eds A.Lerman, D.Imboden, J.Gat. Berlin-Heidelberg, 1995. P.1—36.
2. Tamrazyan G.P. // *Bull. Geolog. Soc. Finland*. 1974. V.46. №1. P.23—27.
3. Shiklomanov I.A. World freshwater resources // *Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources*. N.Y., 1993. P.15—20.
4. Penck A. *Morphologie der Erdoberfläche*. V.1. Stuttgart, 1894.
5. Nace R.L. World water inventory and control // *Water, Earth and Man* / Ed. R.J.Chorley. L., 1969. P.31—42.
6. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М., 1974.
7. Будыко М.И. Климат: настоящее и будущее. Л., 1980.
8. Лосев К.С. Вода. Л., 1989.
9. Mulholland P., Elwood J. The role of lake and reservoir sediments as sinks in the perturbed carbon cycle // *Tellus* 34(3). 1982. P.490—499.

Астрономия

Открытие астронома-любителя

Дж.У.Макнил (J.W.McNeil) — молодой астроном-любитель из городка Падука в американском штате Кентукки — «подарил» науке в начале 2004 г. неизвестный ранее небесный объект — «новую» туманность в созвездии Ориона. Международный астрономический союз закрепил за ней официальное название — Туманность Макнила.

Звездная вспышка, породившая этот объект, произошла около 30 лет назад, но до сих пор наблюдать его еще никому не удавалось.

Примечательно, что открытие сделано весьма скромными средствами: «на заднем дворе» у дома любителя с использованием всего лишь 3-дюймового телескопа, доступного каждому американцу. Важно отметить, что и сегодня астрономия не остается уделом лишь тех ученых, которые работают в знаменитых обсерваториях, поль-

зуются гигантскими телескопами, стоящими миллионы долларов, и получают весомые государственные гранты. Любитель — все еще заметная фигура в деле изучения Вселенной.

Science. 2004. V.304. №5672. P.821 (США).

Экология

Диклофенак и грифы

На протяжении последних 10 лет популяция азиатских грифов резко уменьшается¹. Их внесение в список видов, оказавшихся под угрозой полного исчезновения, оказалось малоэффективной мерой.

Первые признаки надвигающейся катастрофы заметили в начале 1990-х годов в национальном парке Индии «Кеоладео» (штат Уттар-Прадеш). За последующие 10 лет популяции грифов видов *Gyps bengalensis*, *G.indicus* и *G.tenuirostris* сократились на 95%. Американские и пакистанские специалисты при-

¹ См. также: Массовая гибель грифов // *Природа*. 2001. №6. С.31.

ступили к поиску подлинной причины столь бедственного положения и в результате выяснили, что массовую гибель птиц вызвал диклофенак. В теле мертвых грифов были обнаружены высокие концентрации этого сильного противовоспалительного средства, сами же симптомы болезни (тяжелые почечные поражения) воспроизводились в лабораторных условиях.

Диклофенаком в больших количествах пользуются в ветеринарии уже десяток лет для лечения скота в странах Южной Азии. Будучи птицами-падальщиками, грифы гибли от потребления в пищу трупов буйволов и овец, буквально напичканных этим препаратом.

К сожалению, эта подлинная причина была обнаружена слишком поздно. Почти полное исчезновение грифов нарушило экологическое равновесие: бродячие собаки стали активно размножаться, сбиваться в своры и осваивать зоны, лишенные их естественных санитаров.

Sciences et Avenir. 2004. №685. P.36 (Франция).