

БАТИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТИХОГО ОКЕАНА ПО ЦИФРОВЫМ ДАННЫМ ЕТОРО 2'

Б.А. Казанский

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

Новые результаты статистического анализа распределения глубин Тихого океана на основе цифровых данных ЕТОРО 2' представлены в форме батиграфических и батиметрических кривых и поверхностей с интервалом 100 м по глубине для всего океана и для различных его частей, а также по 5-градусным широтным и 10-градусным долготным зонам. Отмечается крайнее разнообразие и отсутствие корреляции типов распределений глубин по широтным зонам. Выявлено два стиля эволюции рельефа дна Тихого океана, соответствующих океанической коре мезозойского и кайнозойского возраста, отличающихся характером распределения глубин и определяющих широтную и долготную асимметрию Тихого океана.

Ключевые слова: рельеф дна, батиграфическая кривая (поверхность), батиметрия, средняя глубина, асимптотически-предельная глубина, модальная глубина, распределение глубин, асимметрия, Тихий океан.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ распределения глубин (батиметрический анализ) в океане является непременной составляющей в геолого-геофизическом анализе. Но приводимые в Атласе [1] морфометрические данные по Тихому океану уже существенно устарели, а в новом геолого-геофизическом атласе Тихого океана [12] статистические батиметрические данные вообще не приводятся. Существующие общедоступные цифровые базы данных по топографии земной поверхности (ЕТОРО) позволяют анализировать батиметрию океанов более детально, чем это было возможно по картам [1, 2, 11]. Однако построенная, например, по данным ЕТОРО 30' гистограмма плотности вероятности распределения высот для всей поверхности Земли с интервалом высот 50 м [14] обнаруживает явную несоразмерность между размерами расчетных площадок (30' × 30') и выбранным интервалом высот, сопоставимым с точностью осреднения высот на таких площадках. В итоге, на полученной гистограмме имеется несколько «выбросов» на отдельных интервалах глубин в океанах, не отражающих реальное их распределение. Гистограммы же плотности вероятности распределения глубин в океанах, рассчитанные Дэвидом Вёлкером (David Völker) по данным ЕТОРО 5' с интервалом глубин

250 м, представленные на сайте <http://userpage.fu-berlin.de>, недостаточно детальны для современного батиметрического анализа, к тому же в данных ЕТОРО 5' были обнаружены ошибки. В связи с изложенным, автором был выполнен батиметрический анализ океанов на основе данных ЕТОРО 2' [7], результаты которого, относящиеся к Тихому океану, излагаются в данной статье.

МАТЕРИАЛЫ И ПРОГРАММЫ ДЛЯ БАТИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Экспериментально установлено, что для адекватного представления распределения высот (при сложном рельефе) соотношение между интервалом высот и длиной стороны квадратной сетки (расчетной площадки) не должно быть меньше 1–2%. Поэтому нами для батиметрического анализа Тихого океана были выбраны данные ЕТОРО 2', ранее использованные В. Смитом и Д. Сэндвеллом (W. Smith, D. Sandwell) при построении известной карты “Measured and Estimated Seafloor Topography” масштаба 1:31 млн (по экватору) [13]. Данные, полученные для трапеций 5° × 5° и 5° × 10° с помощью Data Acquisition Form сайта <http://topex.ucsd.edu> для равномерной сетки в меркаторской проекции (2' × 2' в районе экватора) для широт от 72° с.ш. до 72° ю.ш., были пересчитаны в равноплощадные с интервалом

глубин 100 м, достаточным для построения непрерывных графиков распределения вместо традиционных гистограмм. Общее число точек равноплощадной сетки с глубинами от -1 м (нулевые отметки высот в данных ЕТОРО 2' крайне редки) в пределах использованных границ Тихого океана составило 13155809. Акватория Тихого океана почти полностью (исключая часть моря Росса) вписывается в широтные границы данных ЕТОРО 2'. Представленные ниже иллюстрации сделаны на основе полученных результатов (имеющихся, естественно, и в табличной форме). Значения площадей поверхности дна на приводимых иллюстрациях даются количеством точек равноплощадной сетки, каждой из которых соответствует площадь $\sim 13,7 \text{ км}^2$ (несферичность Земли не учитывалась).

Минимальный набор программ для выполнения данной работы включал программы Maple 9, Surfer 8, MS Office 2003, Bred 2, CorelXara 2. Математическая программа Maple использовалась для аналитических и статистических вычислений, построения графиков, гистограмм и 3-мерных поверхностей, программа Surfer использовалась для вычисления статистических характеристик распределений глубин по трапециям (более 10 различных характеристик одновременно), для сортировки данных в файлах базы данных по долготе или высоте (изначально данные ЕТОРО 2' отсортированы по широте) и для графических построений. Из офисных программ, помимо, естественно, текстового редактора Word, наиболее широко использовался табличный редактор Excel, на листах которого создавались таблицы-сводки частот и статистических характеристик распределений глубин океанов по 5-градусным широтным и 10-градусным долготным зонам, на основе которых стандартными средствами самой программы рассчитывалось и строилось большинство статистических графиков и диаграмм, иллюстрирующих данную работу.

Частоты распределения глубин, заносимые в таблицы Excel, определялись с помощью текстового редактора Bred 2, удобного тем, что он работает без разбивки на страницы и не имеет (в отличие от офисных программ) ограничений на длину файлов. Поэтому количество точек до заданной глубины в расчетной трапеции определялось по положению курсора (номеру строки, отображаемому в информационной строке), совмещаемого с последней точкой диапазона глубин, отсортированных в порядке увеличения с исключением высот $>0 \text{ м}$.

Графический редактор CorelXara использовался для оформления всех иллюстраций данной работы.

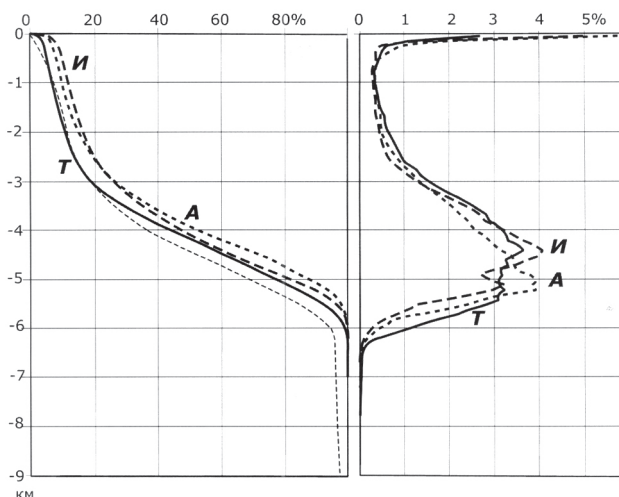


Рис. 1. Рассчитанные по данным ЕТОРО 2' с шагом 100 м батиграфическая (слева) и батиметрическая (справа) кривые Тихого (*T*) океана в сопоставлении с аналогичными кривыми Атлантического (*A*) и Индийского (*I*) океанов.

Тонким пунктиром показана батиграфическая кривая Тихого океана, приводимая в Атласе океанов [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ БАТИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

На рис. 1 представлена новая батиграфическая кривая (график интегральной или кумулятивной функции распределения глубин, $S(h)$) Тихого океана в сопоставлении с новыми батиграфическими кривыми других океанов (рассчитанных по тем же данным) и с батиграфической кривой Тихого океана, приведенной в Атласе океанов [1], а также батиметрические кривые (графики дифференциального распределения или плотности вероятности распределения глубин, $f(h) = -dS/dh$) трех океанов. Как видно из рис. 1, прежние представления о глубинах Тихого океана давали существенно завышенные значения, в основном, видимо, за счет хуже изученной южной части Тихого океана, на которую экстраполировались представления о более глубокой северной части океана. Полученная нами расчетная средняя глубина ложа Тихого океана (без окраинных морей) равна 4108 м, тогда как в Атласе океанов 1974 г. приводится величина 4334 м, а в [11] – 4273 м; средняя глубина Тихого океана с окраинными морями получена равной 3897 м (соответственно 3984 в [11]). Сопоставление новых батиметрических кривых трех океанов на рис. 1 показывает, как и ранее, существенно большую глубину Тихого океана (средние глубины Атлантического и Индийского океанов получились, соответственно, 3708 и 3629 м). Двувёршинность

(бимодальность) распределений глубин во всех океанах выявлена впервые, хотя для Тихого океана еще в работе [11] отмечено уменьшение площади ступени 4500–5000 м по сравнению с соседними (4000–4500 м и 5000–5500 м). Примечательно, что максимальные значения плотности вероятности распределения глубин во всех океанах примерно одинаковы, а формы кривых свидетельствуют об общем для всех океанов законе распределения глубин.

Наиболее информативными в оценке распределений глубин в океанах являются, видимо, модальные значения распределений (глубины, соответствующие локальным максимумам или пикам плотности распределения) и асимптотически-предельная глубина $H_{пр}$, определяемая по пересечению касательной к нижней ветви батиметрической кривой с осью глубин. Значения этих глубин в меньшей мере подвержены искажениям из-за влияния подводных окраин континентов и островов, а также глубоководных желобов, чем обычно используемая средняя глубина (статистическое среднее или математическое ожидание).

Как видно по рис. 1, асимптотически-предельная глубина максимальна в Тихом океане ($H_{пр} = 6300$ м) и минимальна в Индийском. Средняя высота рельефа дна (равная разности между средней и предельной глубинами) получается равной 2192 м при прежней оценке в 2070 м [2]. “Запредельные глубины” – глубины больше $H_{пред}$, приходящиеся в основном на глубоководные желоба (аномальные отрицательные формы рельефа дна), – занимают менее 1% площади Тихого океана, при этом площади 100-метровых батиметрических ступеней в глубоководных желобах сокращаются примерно вдвое на каждые 100 м увеличения глубины. Максимальная глубина в Тихом океане, 10799 м, зафиксированная в данных ЕТОРО 2', расположена в его юго-западной части, в желобе Тонга (23,28° ю.ш. и 185,25° в.д.), несколько меньше максимальная глубина (10747 м) в северо-западной части Тихого океана, в Марианском желобе (11,37° с.ш. и 142,58° в.д.). Среднеквадратичное отклонение σ глубин Тихого океана получилось равным 1327 м, меньше, чем в Атлантическом (1640 м) и Индийском (1441 м) океанах.

Бимодальность распределения глубин Тихого океана связана с его ярко выраженной асимметрией как относительно экватора, так и меридиональной, как морфологической, так и возрастной, что отражают и батиметрические кривые, рассчитанные попарно для двух его частей (рис. 2, *С* и *Ю*, *В* и *З*), разделенных экватором или меридианом 150° з.д., почти

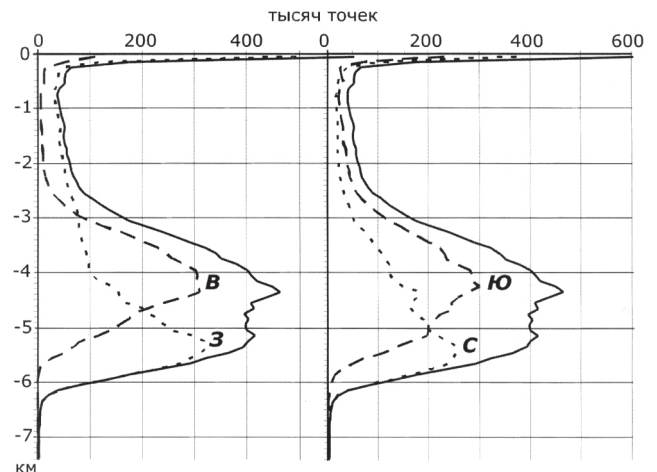


Рис. 2. Иллюстрация батиметрической асимметрии Тихого океана относительно экватора и меридиана 150° з.д.

С – батиметрическая кривая северной половины Тихого океана, *Ю* – батиметрическая кривая южной половины Тихого океана, *З* – батиметрическая кривая западной половины Тихого океана (западнее 150° з.д.), *В* – батиметрическая кривая восточной половины Тихого океана в сопоставлении с суммарной батиметрической кривой. Кривые построены в абсолютном масштабе количества точек (площадок 13.7 км²), приходящихся на 100-метровый интервал глубин.

совпадающим с возрастным рубежом 65 млн лет. Вся мезозойская океаническая кора сосредоточена в западной половине Тихого океана (точнее – в северо-западном секторе) со средней глубиной 3915 м ($\sigma = 1545$ м), примерно половина площади которой приходится на Западно-Тихоокеанскую зону перехода, а вся восточная половина Тихого океана со средней глубиной 3873 м ($\sigma = 1000$ м) имеет кору только кайнозойского возраста. Незначительное различие средних глубин восточной и западной половин Тихого океана при существенном различии модальных значений (порядка 1 км) объясняется влиянием мелководных окраинных морей, снижающих значение средней глубины западной части Тихого океана. Распределение глубин восточной части Тихого океана симметрично относительно средней глубины, тогда как распределение глубин в западной половине резко асимметричное. Аналогичны им распределения глубин в северной и южной частях океана со средними глубинами 4093 и 3727 м, соответственно. Как видно по рис. 2, два пика батиметрической кривой (локальные максимумы) Тихого океана, приходящиеся на интервалы глубин 4300–4400 и 5200–5300 м, соответствуют максимумам батиметрических кривых его асиммет-

ричных половин. Попарное подобие батиметрических кривых В-Ю и 3-С свидетельствует о наличии линии симметрии Тихого океана с направлением СЗ-ЮВ. Такая линия (и соответствующая ей плоскость симметрии) выделена автором еще в 1983 г. и названа Тектоническим экватором [3]. Плоскость Тектонического экватора является унаследованной плоскостью симметрии литосферы Земли [4, 5], к которой приурочены экстремальные высоты и глубины рельефа.

Поскольку на большей части площади северной и западной половин Тихого океана представлена кора мезозойского возраста, а на большей части восточной и южной половин – кайнозойского, различие форм распределений на этих площадях можно интерпретировать как различие процессов рельефообразования (стилей эволюции) Тихого океана в мезозое и кайнозое (подтверждаемое и двукратным различием дисперсий σ^2), а соответствующие модальные значения суммарной кривой можно с полным обоснованием именовать мезозойским и кайнозойским.

Приведенные выше кривые (рис. 1 и 2) и числа являются, можно сказать, традиционными (стандартными) характеристиками рельефа дна, но цифровые данные позволяют рассчитать не только традицион-

ные одномерные распределения глубин $S(h)$ и $f(h)$, отображаемые батиграфическими и батиметрическими кривыми, но и впервые, видимо, рассматриваемые здесь пространственные (двухмерные) распределения $S(h, \varphi)$, $S(h, \lambda)$ или $h(S, \varphi)$, $h(S, \lambda)$, т.е. в зависимости от широты или долготы, а также их частные производные по глубине, широте и долготе. Так, на рис. 3 приводится двухмерное распределение $S(h, \varphi)$ Тихого океана в проекции на координатную плоскость “ $S\varphi$ ” в относительном (в %) и абсолютном (в количестве точек равномерной сетки) масштабе площади дна, рассчитанные по 5-градусным широтным зонам (всего 28 зон от 65° с.ш. до 72° ю.ш.). Для сопоставления масштаба распределения абсолютных площадей, кривой ($\cos \varphi$) очерчено широтное распределение площади одного полушария Земли (на Тихий океан приходится 70 % площади полушария). Как видно по рис. 3, распределение площади Тихого океана асимметрично относительно географического экватора (как и распределение континентальной коры) со смещением максимума распределения в зону 10–15° с.ш. Минимум площади в распределении глубин почти на всех широтах приходится на интервал 1–2 км, который, видимо, следует считать *гипсо-*

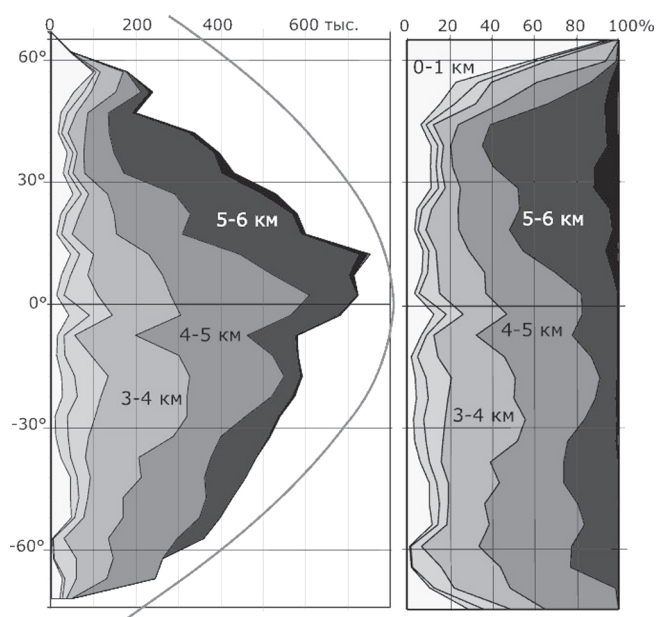


Рис. 3. Двухмерное распределение глубин (широтная батиграфическая поверхность) $S(h, \varphi)$ Тихого океана в проекции на координатную плоскость $S\varphi$ (слева); справа – нормированное распределение глубин океана в зависимости от широты.

Изолинии глубин представлены через 1 км при линейной интерполяции с шагом 5° по широте. Кривой синусоиды показано широтное распределение площади поверхности для одного полушария Земли.

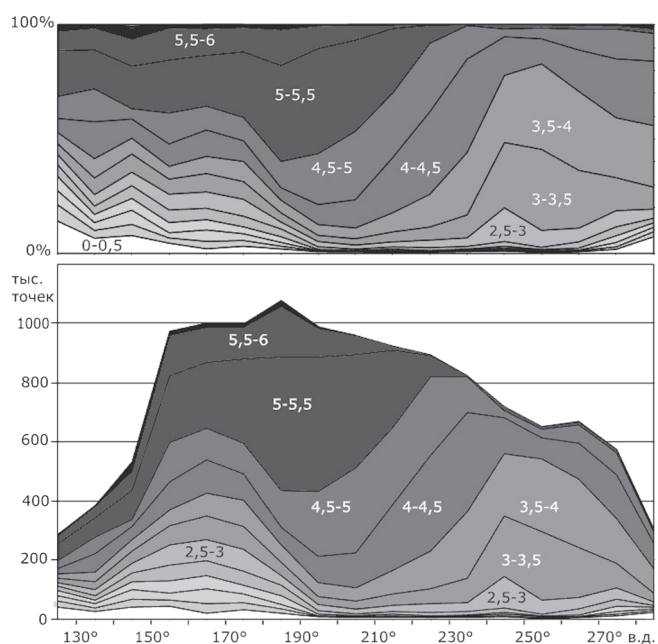


Рис. 4. Двухмерное распределение глубин (долготная батиграфическая поверхность) $S(h, \lambda)$ Тихого океана в проекции на координатную плоскость $S\lambda$ (внизу);верху – нормированное (относительное) распределение глубин океана в зависимости от долготы.

Изолинии глубин представлены через 0,5 км при линейной интерполяции с шагом 10° по долготе.

метрической границей раздела континентальной и океанической коры. Максимальные глубины (> 6 км) сосредоточены, в основном, в северной части Тихого океана с наиболее древней океанической корой.

Долготное распределение $S(h, \lambda)$ глубин Тихого океана по семнадцати 10-градусным долготным зонам представлено на рис. 4 аналогичными проекциями батиграфической поверхности на координатную плоскость “ $S\lambda$ ”.

Из сравнения рис. 3 и 4 видно, что асимметрия Тихого океана в долготном распределении проявляется более четко, чем в широтном, что связано с распределением океанической коры по возрасту.

Дифференциальное распределение глубин по 5-градусным широтным зонам Тихого океана в абсолютном и в относительном масштабе показано на рис. 5 в виде “диаграмм областей с нарастанием” офисной программы MS Excel, отображающих как изменение общей суммы, так и изменение вклада отдельных значений. Обращает на себя внимание равномерность относительного широтного распределения глубин до 5 км при крайней неравномерности распределения больших глубин.

Из диаграммы для абсолютных значений плотности распределения видно, что бимодальность рас-

пределения начинает проявляться в широтном распределении только южнее 5° с.ш., выделенном на рис. 5 белой линией.

Дифференциальное распределение глубин Тихого океана по 10-градусным долготным зонам с востока на запад (аналогичное широтным распределениям рис. 5) в абсолютном и в относительном масштабах показано на рис. 6. Небольшие различия в абсолютных значениях рис. 5 и 6 связаны с тем, что на последнем не учтены площади мелководья Тихого океана западнее 120° в.д., куда попадают Южно-Китайское и Яванское моря. Бимодальность в долготном распределении начинает проявляться западнее 210° в.д. (т.е. от меридиана 150° з.д., который и послужил ранее линией для раздела Тихого океана на западную и восточную половины). В отличие от широтного распределения в долготном равномерность не просматривается и относительное распределение оказывается подобным абсолютному из-за того, что абсолютные размеры площадей долготных зон различаются существенно меньше, чем широтных.

Диаграммы, подобные представленным на рис. 5 и 6, можно, естественно, строить для любых акваторий, разделенных на широтные или долгот-

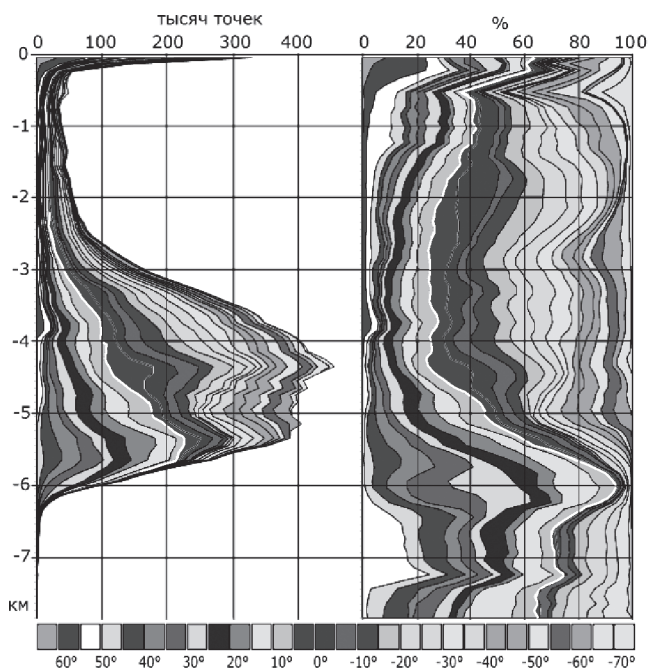


Рис. 5. Широтное дифференциальное распределение глубин (площадей 100-метровых батиметрических ступеней) Тихого океана по 5-градусным широтным зонам в абсолютном (слева) и относительном (справа) масштабах.

Белой линией маркирован 5° с.ш.

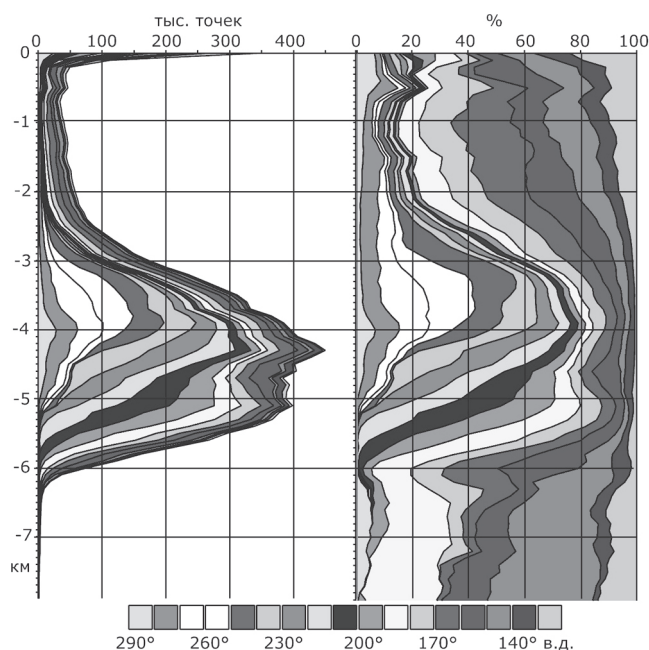


Рис. 6. Долготное дифференциальное распределение глубин (площадей 100-метровых батиметрических ступеней) Тихого океана по 10-градусным долготным зонам с востока на запад от 290° в.д. до 120° в.д. в абсолютном (слева) и в относительном масштабе.

ные зоны, а для каждой из этих зон, в свою очередь, строить “ортогональные” диаграммы, т.е. долготные для широтных зон и широтные для долготных, вплоть до минимальных областей, соответствующих исходным трапециям базы данных. Это создает богатые, совсем еще не реализованные возможности для батиметрического анализа океанов. Но подобные диаграммы искажают представления о характере распределения (или плотности распределения) глубин по отдельным областям диаграмм (кроме первой слева, наименее, как правило, информативной), поэтому для сравнительных характеристик рядов областей следует использовать раздельное представление батиметрических кривых для каждой области (долготной или широтной зоны). В качестве примера на рис. 7 представлены батиметрические кривые (графики плотности распределения глубин) двенадцати 5-градусных широтных зон северной половины Тихого океана, а на рис. 8 – кривые семнадцати 10-градусных долготных зон той же акватории. Кривые приведены в абсолютном масштабе с постоянным сдвигом и с отсечением верхних ветвей для глубин меньше 300 м, значения плотности для которых для некоторых зон выходят за пределы рисунка.

Графики рис. 7 отличаются разнообразием форм и отсутствием четкой корреляции между соседними зонами. Ни один из графиков не похож на сум-

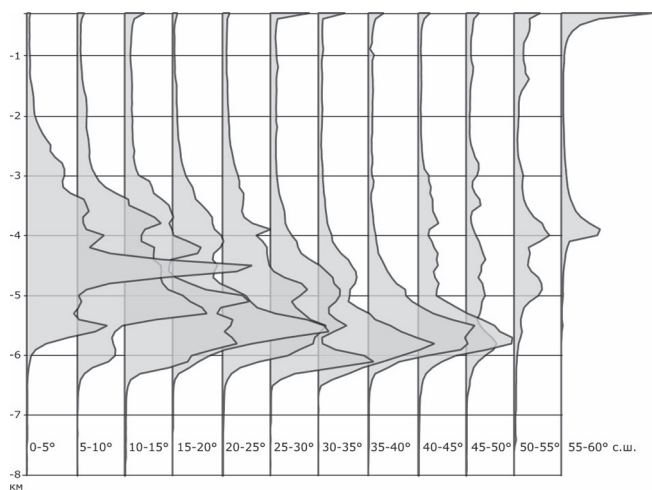


Рис. 7. Графики плотности распределения глубин по 5-градусным широтным зонам северной половины Тихого океана. Горизонтальный сдвиг между графиками соответствует 15000 точек в масштабе графиков.

Максимуму плотности в зоне 0–5° на глубине 4.5 км соответствует значение 67300 точек (9.12 % площади зоны), а на глубине 4.6 км – 62700 точек (8.5 %).

марную батиметрическую кривую Тихого океана, хотя большая часть широтных зон пересекает все возрастные границы океанической коры и все характерные структуры. Близкими для большей части графиков оказались только асимптотически-предельные глубины (порядка 6300–6400 м).

Максимум плотности на графике для широтной зоны 0–5° с.ш. является абсолютным максимумом для широтного распределения. Ему соответствуют самые выровненные площади океанического дна (с минимальной дисперсией глубин).

Графики рис. 8, напротив, характеризуются меньшим разнообразием форм и заметной корреляцией между соседними зонами. Асимптотически-предельные и модальные глубины показывают закономерное уменьшение с запада на восток по мере уменьшения возраста океанической коры. Но графиков, подобных батиметрической кривой Тихого океана, среди долготных зон не наблюдается уже по понятной причине: все долготные зоны северной половины Тихого океана практически параллельны возрастным границам океанической коры. Абсолютный максимум (49835 точек) среди представленных графиков находится в зоне 230–240° в.д.

На рис. 9 представлено долготное распределение для широтной зоны 0–5° с.ш., которое позволяет локализовать абсолютный максимум (самый ровный участок дна океана): этот максимум в долготном распределении с шагом 5° распадается на несколько максимумов для четырех трапеций 5°×5° в пределах Восточной котловины южнее разлома Клиппертон.

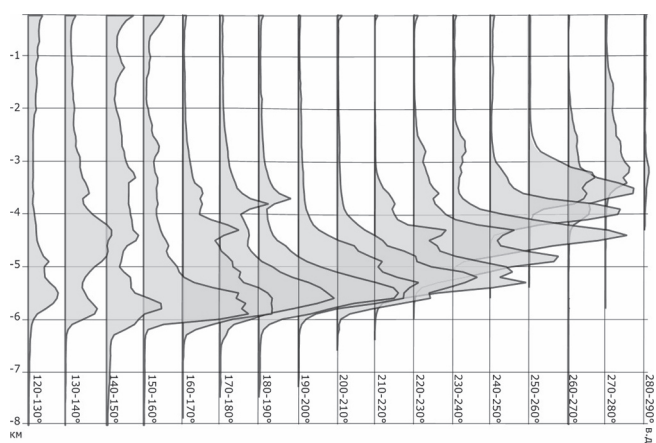


Рис. 8. Графики плотности распределения глубин по 10-градусным долготным зонам северной половины Тихого океана.

Горизонтальный сдвиг между графиками соответствует 10000 точек в масштабе графиков.

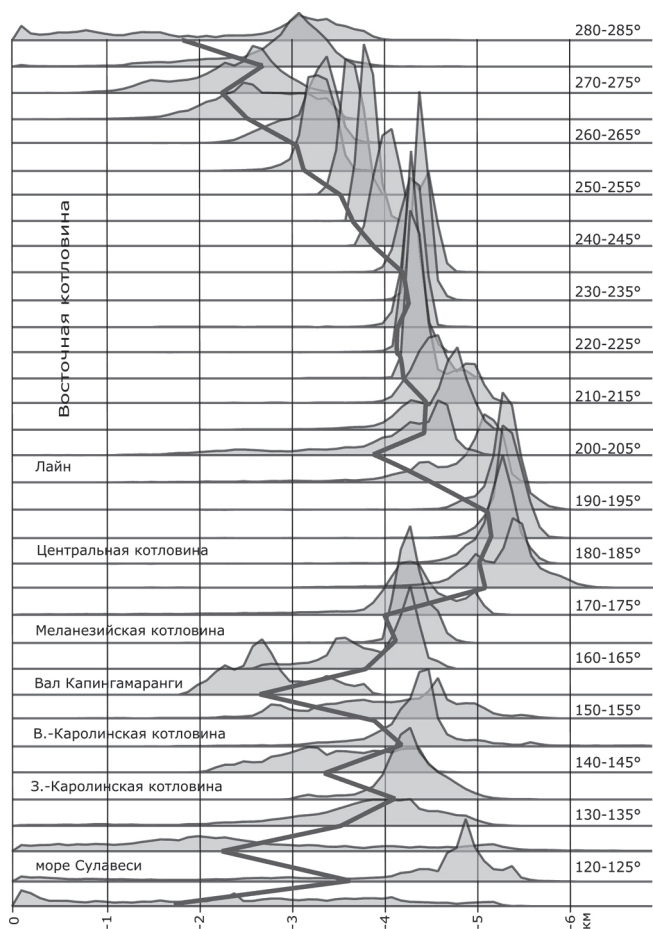


Рис. 9. Графики плотности распределения по 5-градусным долготным зонам широтной зоны 0–5° с.ш. и соответствующий им график средних глубин трапеций 5°×5°.

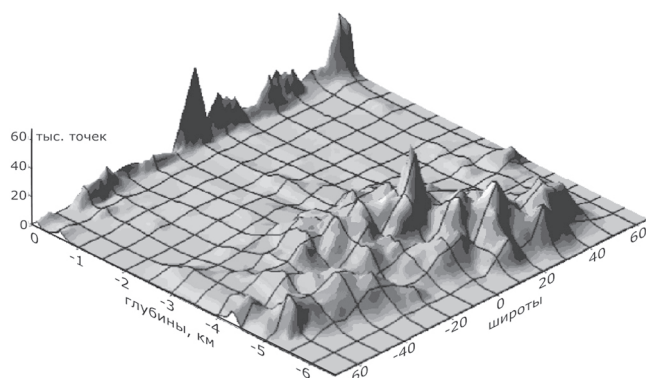


Рис. 10. Трехмерное изображение широтной батиметрической поверхности Тихого океана.

Приведенный на рисунке график значений средних глубин трапеций 5°×5° показывает систематический сдвиг средних глубин вверх от модальных, которые дают более информативное представление о глубинах, чем средние.

Поверхностную плотность широтного распределения глубин (широтную батиметрическую поверхность) Тихого океана в диапазоне от 0 до 6,5 км в зависимости от широты, $f(h, \varphi) = -\partial S / \partial h$, иллюстрируют рис. 10 и 11. На рис. 10 представлена 3-мерная модель батиметрической поверхности, а на рис. 11 – ее проекция на плоскость “ $h\varphi$ ”. Изолинии плотности даны через 5000 точек на 100-метровый перепад глубин. Абсолютный максимум плотности широтного распределения в 67300 точек (922000 км² или 9,12 % площади зоны) приходится на интервал глубин 4,5–4,6 км зоны 0–5° с.ш. Примечательно, что этот интервал совпадает с относительным минимумом на батиметрической кривой Тихого океана и соответствует, как отмечено выше, глубинам Восточной котловины. Второй максимум с глубинами 5,5–5,6 км на 20° с.ш. соответствует модальным глубинам Филиппинской и Северо-Западной котловин. Таким образом, эти два максимума расположены в полосе, приуроченной к Тектоническому экватору [3–5] – линии тренда максимумов – и не соответствуют “мезозойскому” и “кай-

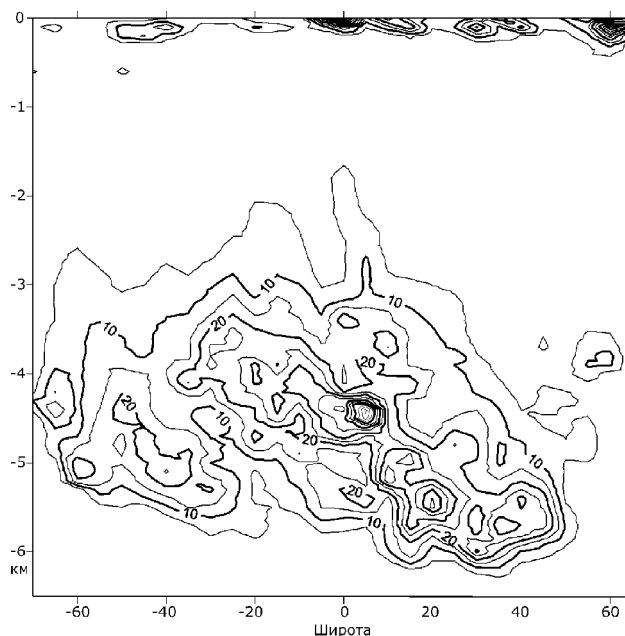


Рис. 11. Контурная карта широтной батиметрической поверхности Тихого океана.

Изолинии плотности проведены через 5 тысяч точек.

нозойскому” пикам плотности. Тренд относительного минимума на широтной батиметрической поверхности соответствует полосе, смещенной на 30° к югу и параллельной первой, совпадающей с осью древнего поднятия Дарвина. Она проходит через поднятия Каролинских островов, вала Капингамаранги, островов Кука, Туамоту, самую широкую часть Восточно-Тихоокеанского поднятия и по Чилийскому поднятию.

Как видно из рис. 10 и 11, широтная батиметрическая поверхность обладает довольно сложным рельефом (который, в свою очередь, может служить объектом морфометрического анализа), но при этом следует иметь в виду неравномерность сетки, по которой строились эти изображения (триангуляция с линейной интерполяцией по 65×28 точек), и отсутствие видимой корреляции между широтными батиметрическими кривыми (рис. 7). Для более точного отображения рельефа широтной батиметрической поверхности необходимо уменьшить ширину широтных зон (оптимально до 2°, тогда сетка станет равномерной, 65×70 точек), но для этого требуется переделать исходную базу данных.

Плотности долготного распределения изменяются в более широком диапазоне, чем широтного из-за большей площади долготных зон, а неравномерность сетки еще хуже (65×16 точек), поэтому иллюстрации долготной батиметрической поверхности здесь не приводятся, хотя коррелированность долготных распределений даже при 10-градусном шаге довольно высокая (рис. 8). Максимумы плотности не совпадают по глубине с максимумами широтного распределения, но совпадают с локальными максимумами батиметрической кривой Тихого океана (т.е. с “мезозойским” и “кайнозойским” пиками плотности), а интервал плотности 5000–10000 точек на 100-метровый перепад глубин протягивается с глубин 5–6 км до мелководья, выделяя Западно-Тихоокеанскую зону перехода, батиметрический анализ которой выполнен отдельно [10]. Максимумы плотности долготного распределения локализованы на 180° в.д. (“мезозойский”) и 230° в.д. (“кайнозойский”).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты батиметрического анализа Тихого океана могут служить достаточно надежной основой для геолого-геофизических обобщений

по эволюции и геодинамике Тихого океана и при выяснении его происхождения.

Приведенными примерами не ограничиваются возможности батиметрического анализа по цифровым данным, даже в рамках стандартных средств программы MS Excel. Реализованные дополнительные возможности анализа рассмотрены в работах [6, 8, 9].

Работа выполнена в рамках ФЦП “Мировой океан”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас океанов: Тихий океан. ГУНиО МО СССР. 1974. 302 л.
2. Казанский Б.А. Батиметрическая функция Атлантического и Тихого океанов // Океанология. 1974. Т. XIV. Вып. 3. С. 489–492.
3. Казанский Б.А. Тектонический экватор Тихого океана // Тихий океан. Геология, геоморфология, магматизм: Тез. докл. Владивосток: 1983. С. 54–55.
4. Казанский Б.А. Тектоническая симметрия Тихого океана и ее связь с глобальными элементами симметрии / Геофизические исследования тихоокеанских активных окраин. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 81–87.
5. Казанский Б.А. Ещё раз о симметрии и антисимметрии Земли // Закономерности строения и эволюции геосфер. Вып. VI. Хабаровск, 2004. С. 75–83.
6. Казанский Б.А. Потенциальная энергия рельефа как количественный показатель энергозатрат тектонических процессов // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых (Материалы XXXVII Тектонического совещания). Т. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 254–258.
7. Казанский Б.А. Результаты батиметрического анализа океанов по цифровым данным ЕТОРО 2' // Геология морей и океанов: Тез. докл. XVI Междунар. школы морской геологии. Т. II. 2005. С. 132–133.
8. Казанский Б.А. Гипсометрия крупнейших океанических островов // Геоморфология. 2005. № 3. С. 66–71.
9. Казанский Б.А. Прямой расчет потенциальной энергии рельефа поверхности Земли по цифровым данным // Физика Земли. 2005. № 12. С. 72–75.
10. Казанский Б.А. Батиметрия морей Западно-Тихоокеанской переходной зоны по цифровым данным ЕТОРО 2' // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25. (в печати)
11. Ларина Н.И. Расчет площадей Тихого океана, его морей и котловин // Океанология. 1968. Т. VIII. Вып. 4. С. 646–657.
12. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана. М.-С.-Пб. 2003. 192 л.
13. Smith W.H.F. and Sandwell D.T. Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth sounding // Science. 1997. V. 277. P. 1957–1962.
14. Taylor S.R. and McLennan S.M. The evolution of continental crust // Sci. Am. 1996. V. 274. N.1. P. 76–81.

B.A. Kazansky

Bathymetric analysis of the Pacific Ocean based on the ETOPO 2' digital data

New results of the statistical analysis of the depths distribution in the Pacific Ocean based on the ETOPO 2' digital data are presented in the form of cumulative and differential bathymetric curves and surfaces with an interval of 100 m in depth for the whole ocean and for its different parts, and also for 5° latitudinal and 10° longitudinal zones. An extreme diversity and absence of correlation of types of depths distributions for latitudinal zones is noted. Two styles of evolution of relief of the Pacific Ocean floor are recognized which correspond to Mesozoic and Cenozoic oceanic crust, both distinguished by the character of distribution of depths and determining latitudinal and longitudinal asymmetry of the Pacific Ocean.

***Key words:* Pacific Ocean, ocean floor relief, bathymetric curve (surface), bathymetry, average depth, asymptotically ultimate depth, modal depth, depths distribution, asymmetry.**