

УДК 551.46(265/266)

О. К. ЛЕОНТЬЕВ, С. А. ЛУКЬЯНОВА, Г. Д. СОЛОВЬЕВА,
Л. И. КАЛИНИНА

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ТИХОГО ОКЕАНА

Рассматриваются принципы составления геоморфологической карты дна крупнейшего из океанов, выполненной в масштабе 1 : 15 000 000 и построенной в оригинальной равновеликой проекции Вернера — Муревскиса. В основу карты положено представление о морфоструктурной природе рельефа дна Мирового океана. Излагается содержание легенды и особенности отражения на карте морфоструктур и морфоскульптур.

Все возрастающее внимание к изучению перспектив поисков минерального сырья в пределах Мирового океана, как и продолжающаяся в течение последних десятков лет эксплуатация уже открытых минеральных богатств, требуют разносторонней характеристики геологического строения дна морей и океанов. Важная роль в этом деле принадлежит морской геоморфологии — молодой науке, уже сейчас сделавшей значительный вклад в изучение океана. В подводных условиях, где отсутствует одно из главных средств геологического исследования — возможность непосредственного зрительного восприятия при изучении геологических обнажений, дислокаций, геологических структур, познание рельефа, при всей важности разнообразных геофизических методов и даже глубоководного бурения, остается надежным средством выяснения общих черт и особенностей геологической структуры той части земной коры, которая скрыта от наших глаз толщей морских вод.

Сказанным выше обуславливается большое внимание к геоморфологическим обобщениям наших знаний о дне океана и в первую очередь к картографическим обобщениям геоморфологических данных. В этом отношении определенный интерес представляет Геоморфологическая карта дна Тихого океана в м-бе 1 : 15 000 000, составленная в Лаборатории морской геоморфологии Географического факультета МГУ по заказу ВНИИ Зарубежгеологии Министерства геологии СССР (рисунок). Это — одна из первых в научной практике попыток картографического обобщения в сравнительно крупном масштабе полученных к настоящему времени сведений о рельефе дна Тихого океана. До сих пор составлялись лишь обзорные карты более мелких масштабов: Геоморфологическая карта мира м-ба 1 : 40 000 000 (авторы Н. В. Башенина, О. К. Леонтьев, И. П. Заруцкая) (Башенина, 1967), Геоморфологическая карта мира (1974) м-ба 1 : 100 000 000 (авторы Н. В. Башенина, О. К. Леонтьев, В. К. Бронникова) и карта Тихого океана м-ба 1 : 40 000 000 (Атлас океанов, 1974). С момента появления этих карт прошло немало времени, а в условиях постоянного пополнения сведений о подводном рельефе соответствующий картографический материал требует регулярного обновления. Оригинальность карты подчеркивается применением уникальной проекции, в которой она составлена.

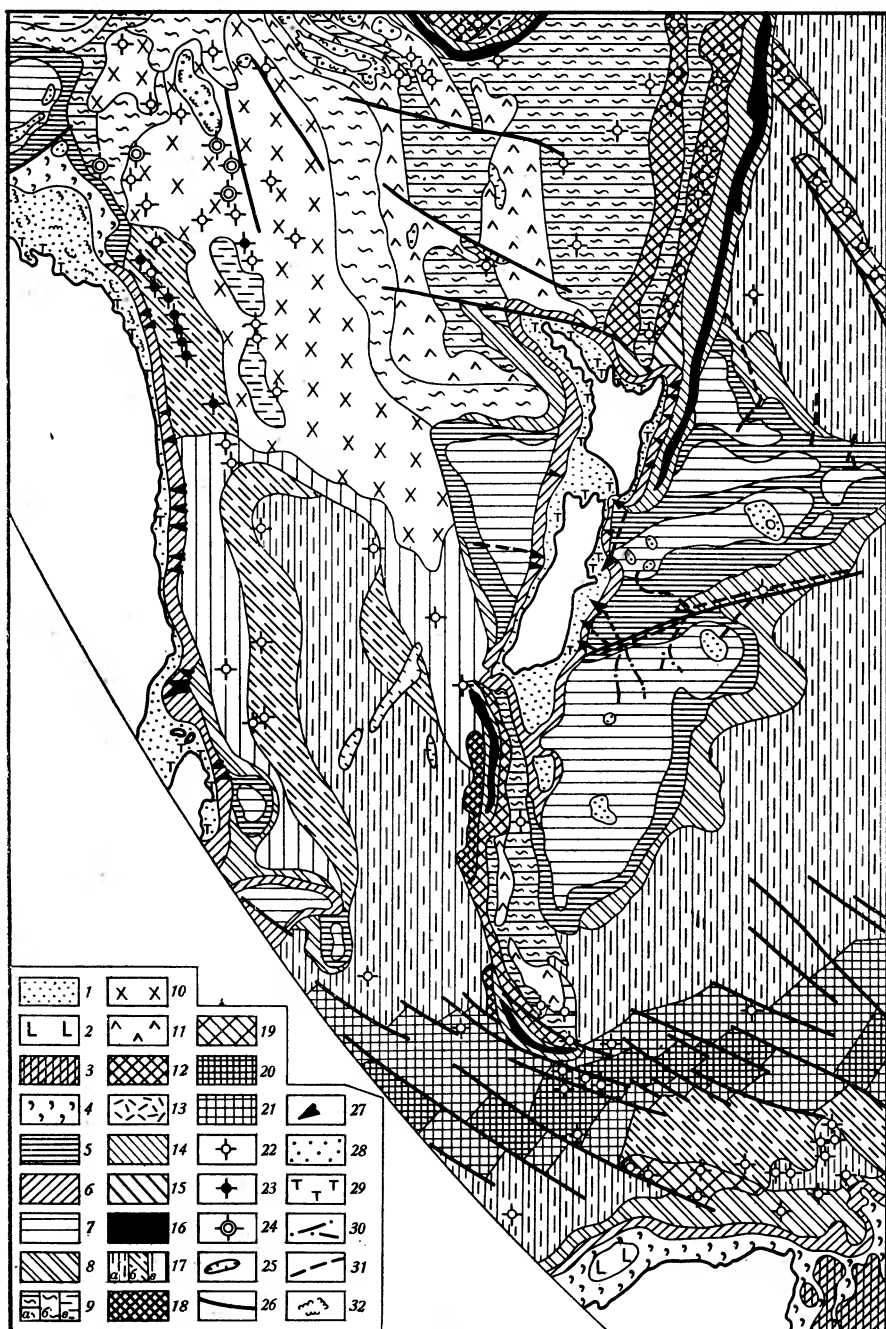
Среди серии известных равноплощадных проекций наиболее рациональной была признана оригинальная эквивалентная проекция В. О. Муревскиса (1975). Эта проекция представляет собой модификацию псевдоазимутальной проекции Вернера и характеризуется тем, что земная

поверхность выражена как бы в виде трех «лепестков» или «лопастей», ограниченных главными водоразделами, а не отвлеченными геометрическими линиями. Это позволяет сосредоточить зоны с максимальными угловыми искажениями (неизбежными для любой равноплощадной проекции) в пределах материков, чем достигается минимальное искажение очертаний океанов. Другой положительной чертой проекции является возможность дать при необходимости единое неразрывное картографическое изображение всего Мирового океана в целом, что весьма желательно для получения глобальных представлений о рельефе и генетической структуре дна океана. Эквивалентная проекция позволяет производить непосредственно на карте различные площадные измерения, не прибегая к дополнительным пересчетам по соответствующим картографическим таблицам. Это может значительно облегчить работу при подсчете площадей тех или иных элементов подводного рельефа или зон развития различных полезных ископаемых на дне океана и позволяет получить истинную картину соотношения этих площадей при обзорном просмотре карты. Кроме того, эта проекция удобна также для подсчета объемов рыхлых толщ на дне океана при наличии данных об их мощности.

Представляемая карта обобщает геоморфологические и геолого-геофизические материалы, полученные в последнее десятилетие. При ее составлении основное внимание уделялось объективно существующим фактическим данным, а не вытекающим из той или иной геотектонической концепции представлениям о строении рельефа дна Мирового океана. Поэтому на карте различные гипотетические построения отражены лишь в самой минимальной степени.

Исходными материалами для составления карты послужили обзорные отечественные батиметрические карты Тихого (1976) и Мирового (1977) океанов, Атлас океанов (1974), американские карты Тихого океана (Chase, 1976; Chase et al., 1971) и другие специальные геологические карты (например, Геологическая карта Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана, 1970). Кроме того, были использованы литературные материалы, отражающие результаты последних советских и зарубежных исследований в Тихом океане (Живаго, 1977), а также результаты глубоководного бурения, осуществленного американскими и международными экспедициями с судна «Гломар Челленджер», которые содержат весьма обширную информацию о строении определенных участков дна Тихого океана. Использование всех этих материалов позволило дать относительно полную картину геоморфологического строения дна Тихого океана.

В основу карты положено представление об эндогенной природе рельефа дна Мирового океана, поскольку современный подводный рельеф в его крупных чертах достаточно отчетливо сохраняет особенности первично-тектонического происхождения, т. е. является структурно-обусловленным. В соответствии с этим классификация рельефа дна Тихого океана, которая принята при разработке легенды, строилась на морфоструктурной основе (Леонтьев, 1968а, 1971, 1975а). Выделение морфоструктур наивысшего порядка (планетарных) базировалось на признании их соответствия главным типам земной коры — бесспорным материковому и океаническому и выделяемым также некоторыми авторами геосинклинальному и рифтогенальному типам коры (Деменицкая, 1967; Леонтьев, 1968а, 1971; Удинцев, 1972). Исходя из предпосылки, что главные морфологические различия обусловлены особенностями строения земной коры, выделяются четыре планетарные морфоструктуры: подводная окраина материков, переходные зоны, ложе океана и срединно-океанические хребты. Планетарные морфоструктуры подразделяются на морфоструктуры первого порядка, а последние — на морфоструктуры второго порядка. Для материковых платформ в пределах дна океана



морфоструктурами первого порядка являются шельф, материковый склон и материковое подножие. При этом шельф в отличие от двух последних морфоструктур подводной окраины материков рассматривается как самостоятельная морфоструктура в значительной степени условно, поскольку это более или менее «случайно» очерченная затопленная часть той или иной материковой морфоструктуры. В ранге элементов подводного рельефа следующего (второго) порядка в пределах континентального шельфа выделяются платформенные равнины, крупные впадины и поднятия; в пределах континентального склона — наклонные равнины, плато и мелководья; на континентальном подножии — равнины, впадины, возвышенности и горы. Аналогичным образом проводится таксономическое соподчинение различных морфоструктурных элементов и в границах других планетарных морфоструктур, за исключением срединно-океанического хребта, который нами не подразделяется на морфоструктуры второго (и ниже) порядка.

Выделение морфоструктур более низких рангов может быть продолжено по тому же принципу и дальше. Однако общий уровень изученности дна не позволяет в настоящее время в пределах всей карты выделить более мелкие морфоструктурные категории.

Таким образом, классификация крупных элементов донного рельефа строилась на принципе выделения основных морфоструктур главным образом по особенностям строения земной коры, по степени ее подвижности, а также по основным различиям в морфологии соответствующих участков океанического дна. Эта классификация была положена в основу системы условных обозначений геоморфологической карты дна Тихого океана.

Легенда (и карта) составлены по принципу раздельного показа эндогенной и экзогенной составляющих донного рельефа. Соответственно система условных обозначений состоит из двух крупных частей.

Первый раздел легенды включает морфоструктуры дна Тихого океана разного порядка: четыре вышеназванные планетарные морфоструктуры океанического дна и их крупнейшие подразделения, выявленные с учетом особенностей наиболее значительных черт подводного рельефа, различий в строении земной коры, геофизических полей и тех процессов, которые протекают в пределах каждого из выделенных элементов.

Учтена также необходимость выделения на карте некоторых элементов, прямо не входящих в классификацию, но согласующихся с ней, например погруженных участков континентального шельфа, юных и зрелых (раздельно) островных дуг, днищ котловин рифтовых морей.

Упрощенный фрагмент Геоморфологической карты дна Тихого океана

Подводная окраина материка: 1 — платформенные равнины континентального шельфа; 2 — впадины шельфа; 3 — поднятия шельфа; 4 — погруженный шельф; 5 — наклонные равнины континентального склона; 6 — уступы континентального склона; 7 — краевые плато; 8 — наклонные равнины континентального подножия. **Переходная зона:** 9 — донные равнины впадин окраинных и средиземных морей (а — холмистые, б — волнистые, в — плоские); 10 — возвышенности окраинных и средиземных морей; 11 — хребты окраинных и средиземных морей; 12 — юные островные дуги; 13 — межгрядовые желоба островных дуг; 14 — склоны (борта) глубоководных желобов; 15 — краевые ступени бортов глубоководных желобов; 16 — днища глубоководных желобов. **Ложе океана:** 17 — равнины океанических платформ (а — холмистые, б — волнистые, в — плоские); 18 — краевые валы; 19 — глыбовые хребты. **Срединно-океанические хребты:** 20 — рифтовые зоны; 21 — фланговые зоны. **Отдельные формы и комплексы форм:** 22 — подводные горы преимущественно вулканического происхождения и подводные склоны океанических вулканических островов; 23 — гайоты; 24 — подводные горы с погруженными коралловыми постройками; 25 — океанические трогги; 26 — комплекс тектонических форм рельефа, связанных с зонами океанических разломов; 27 — подводные каньоны; 28 — прибрежные отмели («островные шельфы») островов переходных зон и ложа океана; 29 — абразионные и абразионно-денудационные останцы (кекуры, подводные камни); 30 — затопленные речные долины; 31 — ложбины стока мутьевых потоков; 32 — коралловые постройки

Изображению морфоструктур отведен наиболее выразительный способ картографического изображения — цветовой фон. При этом подбор цветов проводился так, чтобы по возможности была передана пластика рельефа. В специальном подразделе этой части легенды представлены отдельные морфоструктуры самых низких порядков и комплексы морфоструктур. При этом одни из них имеют широкое распространение и развиты в пределах различных планетарных морфоструктур (например, разные виды подводных гор); другие приурочены лишь к определенной планетарной морфоструктуре (так, например, рифтовые долины связаны со срединно-океаническими хребтами, а подводные каньоны — с окраиной материка).

Особо выделен вулканический рельеф, развитый в пределах всех четырех планетарных морфоструктур. Подводный вулканизм является одним из наиболее ярких проявлений эндогенных процессов в Мировом океане и имеет огромное значение для формирования рельефа его дна. Островные дуги, океанические вулканические цепи и массивы, гребни и вершины срединно-океанических хребтов, множество одиночных подводных гор — все эти формы рельефа в значительной степени обязаны своим происхождением вулканизму. На дне Мирового океана насчитывается до $2 \cdot 10^4$ одиночных подводных гор (Menard, Ladd, 1963), подавляющая часть которых — горы вулканического происхождения, причем среди них немало действующих вулканов. Как отражение результатов вулканической деятельности в строении дна Тихого океана в легенде и на карте выделены вулканические массивы и нагорья, а также различные виды подводных гор и подводные склоны вулканических островов.

Большую роль в формировании рельефа океанического дна играет разломная тектоника, определяющая развитие таких морфоструктур, как рифтовые долины срединно-океанических хребтов, океанические тропи, подводные каньоны, а также своеобразные комплексы тектонических форм рельефа, связанных с зонами планетарных океанических разломов. Последние достигают иногда огромной протяженности (до 3 тыс. км) и выражены в рельефе в виде сопряженных друг с другом узких глыбовых хребтов и таких же узких впадин.

Второй раздел легенды объединяет все элементы морфоскульптуры, связанные с проявлением главным образом различных экзогенных процессов.

До недавнего времени предполагалось, что экзогенные процессы, протекающие на дне океана, малоэффективны по сравнению с таковыми на поверхности суши. Однако воды береговой зоны, а также поверхностного слоя океана обладают весьма большой подвижностью, обеспечивающей интенсивное воздействие их на подводный береговой склон и на разное взвешенных минеральных частиц, поступающих в моря и океаны с суши. В последнее время появились также данные, свидетельствующие о значительной эффективности донных течений даже в глубоководной зоне океана. Одним из важнейших геологических факторов, действующих в океане, является также осадкообразование, имеющее огромное значение в формировании как верхних слоев земной коры, так и рельефа океанического дна.

Учитывая вышеизложенное, в специальный раздел легенды включены различные крупные и более мелкие формы экзогенного происхождения, без которых характеристика рельефа дна океана была бы, естественно, далеко не полной. Здесь прежде всего отражены результаты действия наиболее широко развитых в океане гидродинамических факторов: это крупные, иногда гигантские абиссальные аккумулятивные формы, образованные деятельностью донных и поверхностных океанических течений, а также ряд более мелких форм рельефа, связанных с приливными течениями, — комплекс грядовых форм и приливные осушки. Выделяются различные формы рельефа, возникновение которых обусловлено волно-

вой деятельностью: аккумулятивные банки, абразионные и абразионно-денудационные останцы, прибрежные абразионно-аккумулятивные отмели «костровные шельфы» островов переходных зон и ложа океана.

Учтены также проявления подводных гравитационных процессов, с которыми связано формирование подводных оползней, ложбин стока и конусов выноса мутьевых потоков. Результат деятельности биогенных факторов отражен показом в легенде (и на карте) наиболее крупных биогенных форм — коралловых построек. В легенде отражены также реликтовые формы рельефа субаэрального происхождения, сохранившиеся к настоящему времени на шельфе: это затопленные морем речные долины, комплекс ледниковых форм рельефа.

Особое место в легенде занимает характеристика рельефа дна океанических котловин и впадин окраинных и средиземных морей. Их морфологические особенности обусловлены различной степенью захоронения элементов первично-тектонического рельефа под слоем рыхлых осадков. Осадконакопление в этом случае имеет комплексное происхождение и обусловлено совместным действием многих экзогенных факторов (гидрогенного, гравитационного и частично — биогенного типа). Интенсивность осадконакопления в той или иной впадине определяет появление рельефа абиссальных холмов (со слабым захоронением тектоно-вулканических неровностей рельефа), волнистых (с неполным погребением «коренного» рельефа) и плоских (полное погребение, предельное выравнивание) абиссальных равнин.

Такая характеристика дна океанических котловин содержит косвенную информацию о мощностях осадочного покрова, что в ряде случаев имеет важное значение для прогноза месторождений нефти и газа. Эти сведения пополняются также показом на карте гигантских конусов выноса (например, вдоль калифорнийского побережья), концентрирующих в себе огромные массы осадков. Кроме того, выделены образования, названные гигантскими аккумулятивными формами (Леонтьев, 1975б), которые генетически связаны с океаническими течениями. В Тихом океане к таким формам рельефа относится мощный экваториальный вал, образованный поверхностным океаническим течением в условиях активного развития планктона.

Отдельные формы и комплексы форм рельефа, представленные во втором разделе легенды, имеют, как правило, значковое или штриховое изображение на карте. Исключением являются конусы выноса мутьевых потоков, которые показаны цветом. Эти формы рельефа нередко занимают огромные площади, перекрывая несколько различных крупных морфоструктур (шельф, континентальный склон и континентальное подножие). В этом случае проведение границ морфоструктур под конусом выноса весьма затруднительно, что исключает применение значковых («прозрачных») обозначений для его изображения.

В предлагаемом виде легенда достаточно логична, проста для понимания, удобна для построения карт обзорных масштабов и хорошо отражает особенности подводного рельефа. Она обеспечивает наглядное изображение на карте геоморфологических особенностей морского дна и дает объективное представление о соотношении различных элементов донного рельефа.

Составленная карта свидетельствует, что в Тихом океане полно представлены все планетарные морфоструктуры. Особенно широко развиты переходные зоны, присутствующие здесь во всем своем многообразии. Сравнительный морфологический анализ этих зон наводит на мысль, что в разных районах Тихого океана они находятся в различных стадиях развития (Леонтьев, 1968б). Карта четко отражает неразрывную связь трех основных элементов переходных областей — глубоководных желобов, котловин окраинных или средиземных морей и островных дуг. При слабом в целом развитии подводных окраин материков поражают об-

ширные шельфовые области Берингова и Охотского морей и своеобразие шельфовых структур последнего, а также значительное развитие подводных окраин Австралии. Своеобразный затопленный материк представляет собой Новозеландское плато вместе с архипелагом Новой Зеландии.

На карте находит яркое отражение мегаячейный характер ложа Тихого океана. Гигантские котловины разделяются мощными поднятиями. Большинство последних испытывает современные отрицательные движения, что устанавливается по типам коралловых построек (Леонтьев и др., 1974) и по данным сейсмических исследований и бурения (Шепард, 1969). Поднятия, имеющие линейные простирания, характеризуются развитием аккумулятивных шлейфов у их подножий (апронов), а гребни этих поднятий увенчаны свежими вулканическими конусами. Выделяются мощные сводово-глыбовые хребты типа Гавайского или Центрально-Тихоокеанского, а также лежащих южнее хребтов, вершины которых образуют бесчисленные острова. Бросается в глаза, что все эти хребты в западной части Тихого океана образуют систему концентрических дуг — факт, ждущий своего объяснения. Нельзя не отметить также большое разнообразие подводных горных морфоструктур ложа океана.

В пределах дна котловин отмечается явно преобладающее развитие рельефа абиссальных холмов, что свидетельствует о недавнем повсеместном развитии вулканической деятельности на ложе океана. О том же говорит и огромное количество подводных гор, подавляющее большинство которых имеет вулканическое происхождение.

Одной из характернейших особенностей морфоструктуры ложа Тихого океана являются океанические зоны разломов, рассекающие океан в широтном направлении на протяжении нескольких тысяч километров каждая. Они секут и срединные хребты Тихого океана. Интересно отметить, что сдвиги по этим зонам разломов обнаруживаются и вне пределов срединных хребтов, что со всей очевидностью свидетельствует не в пользу концепции «жестких» океанских плит гигантских размеров. Карта отражает определенное своеобразие срединных хребтов Тихого океана. Оно, в частности, заключается в меньшей расчлененности рельефа, в меньшей выраженности рифтовой зоны при очень высоких значениях теплового потока и интенсивной сейсмической деятельности. На карте отчетливо проявляются существенные различия между западной и восточными частями ложа океана, что также требует дальнейшего объяснения.

Предлагаемая Геоморфологическая карта дна Тихого океана, на наш взгляд, дает повод к серьезным научным размышлениям. Она может также послужить удобной основой для нанесения геофизических полей, ареалов развития донных полезных ископаемых, решения ряда региональных тектонических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас океанов. Тихий океан. ГУНМО МО СССР, 1974.
Батиметрическая карта Мирового океана, м-б 1 : 40 000 000. ГУГК, 1977.
Батиметрическая карта Тихого океана, м-б 1 : 25 000 000, ГУГК, 1976.
Башенкина Н. В. Формирование современного рельефа Земли. М., «Высшая школа», 1967.
Геоморфологическая карта мира, м-б 1 : 100 000 000. Атлас офицера. ГУНМО МО СССР, 1974.
Геологическая карта Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана. Гл. редактор Л. И. Красный. Мингео, АН СССР, 1970.
Деменицкая Р. М. Кора и мантия Земли. М., «Недра», 1967.
Живаго А. В. Морфоструктура дна юго-восточной части Тихого океана. Тез. докл. I съезда советских океанологов, вып. III. М., «Наука», 1977.
Леонтьев О. К. Дно океана. Изд-во МГУ, 1968а.
Леонтьев О. К. Геоморфологические типы зон перехода от материка к океану. «Вестник МГУ. География», № 2, 1968б.
Леонтьев О. К. Типы планетарных морфоструктур Земли и некоторые черты их динамики в кайнозое. «Геоморфология», № 3, 1971.

Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Медведев В. С. Вертикальные движения земной коры в пределах ложа Тихого океана по данным геоморфологического анализа. «Океанология», вып. 6, 1974.

Леонтьев О. К. Геодинамика планетарных морфоструктур дна океанов на новейшем этапе развития земной коры. В кн. «Колебания уровня Мирового океана и вопросы морской геоморфологии». М., «Наука», 1975а.

Леонтьев О. К. О гигантских аккумулятивных формах абиссальных областей дна Мирового океана. «Океанология», вып. 6, 1975б.

Муревский В. О. О новой равновеликой проекции для карт Мирового океана. В сб. «Колебания уровня Мирового океана и вопросы морской геоморфологии». М., «Наука», 1975.

Удинцев Г. Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. М., «Наука», 1972.

Шенард Ф. Морская геология. Л., «Наука», 1969.

Menard H. W., Ladd H. S. Oceanic islands, seamounts, gyiots and atolls. «The sea», v. III, N. Y.—London, 1963.

Chase T. E. Topography of the Oceans with continents at same contour interval (1 : 15 000 000). Scripps Institution Oceanography, 1976.

Chase T. E., Menard H. W., Mammerickx J. Topography of the North Pacific (1 : 15 000 000). Institute of Marine Resources, 1971.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
3.VIII.1979

GEOMORPHIC MAP OF THE PACIFIC

LEONTYEV O. K., LUKYANOVA S. A., SOLOVYEVA G. D., KALININA L. I.

Summary

Special points of the ocean floor geomorphological mapping are discussed. The map under consideration is drawn at the scale 1 : 15 000 000 using an original equal-area projection (by Verner-Murevskis) which facilitates areal measurements on the map. The map summarizes recent data on geomorphology, geology and geophysics. The map is based on the assumption of morphostructural control of the World Ocean floor topography, the classification of the Pacific floor relief being done in accordance with morphostructural principles. Morphostructures are subdivided into those of planetary and lower ranks. The legend consists of two large sections: morphostructures and morphosculptures. Main contents of the first section are four planetary morphostructures of the ocean floor and their main subdivisions. The second section of the legend includes various large and small landforms of the exogenous origin. The map's content is briefly discussed.