

В. М. ЛИТВИН, М. В. РУДЕНКО

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ДНА АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА В РАЙОНЕ МЕЖДУ ОСТРОВАМИ КАНАРСКИМИ И ЗЕЛЕННОГО МЫСА

До недавнего времени геоморфология дна Атлантического океана у западного побережья Африки оставалась относительно слабо изученной, несмотря на то, что здесь проходят основные пути судов, следующих в южное полушарие и Индийский океан. Существенный вклад в изучение дна этого района внесли работы советских и зарубежных экспедиций во время выполнения программы МГГ в 1957—1958 гг. на судах «Михаил Ломоносов», «Обь», «Дискавери», «Атлантик», «Крауфорд». Собранные материалы вместе с данными предыдущих исследований были использованы при составлении карт Атлантического океана, таких как батиметрическая карта океана, составленная в Институте океанологии АН СССР в 1962 г. (Затонский, 1965), и физиографические карты американских исследователей Хизена и Тарп (Heezen, Tharp, Ewing, 1959; Heezen, Tharp, 1968).

В последние годы в Атлантическом океане у западного побережья Африки советские экспедиции начали проводить более интенсивные исследования подводного рельефа. В связи с развитием промысла рыбы детальные работы на шельфе и верхней части материкового склона начиная с 1964 г. выполняют суда АтлантНИРО и Запрыбпромразведки. По материалам их исследований составляются промысловые карты и описания подводного рельефа и донных отложений (Лушин, 1965; Лушин и др., 1967; Сенин, 1967). Продолжались работы Морского гидрофизического института АН УССР на судне «Михаил Ломоносов», в отдельных экспедициях заходившего в этот район (Греку и др., 1969).

С 1967 г. океанологические исследования в Атлантическом океане начали проводить Институт океанологии АН СССР и его Атлантическое отделение. К концу 1970 г. было выполнено 8 экспедиций на НИС «Академик Курчатов» и 4 экспедиции на НИС «Дмитрий Менделеев». Во всех рейсах эти суда проходили через район между островами Канарскими и Зеленого мыса, либо проводя попутный эхолотный промер, либо выполняя специальные геолого-геофизические исследования. Общая протяженность эхолотной съемки в указанном районе достигает более 20 тыс. миль (рис. 1).

Собранные на НИС «Академик Курчатов» и «Дмитрий Менделеев» материалы геоморфологических исследований вместе с данными экспедиций на НИС «Михаил Ломоносов» и результатами работ АтлантНИРО и Запрыбпромразведки послужили основой для настоящей статьи.

В исследованном районе выделены следующие основные геоморфологические зоны: материковый шельф, материковый склон, наклонная равнина аккумулятивного шлейфа (материковое подножие), абиссальная равнина и зона холмисто-грядового рельефа (зона абиссальных холмов). *Материковый шельф* имеет довольно однообразное строение. Ширина его составляет в основном 20—30 миль. Напротив Канарских островов она уменьшается до 10—15 миль, а в районе выдвинутого в океан Зеленого мыса сокращается до 3 миль. В двух местах — на 24—25° с. ш. и в районе отмели Арген (южнее мыса Кап-Блан) — ширина шельфа увеличивается до 50—60 миль. В целом поверхность шельфа можно разделить на три зоны: прибрежную, среднюю и внешнюю (Лушин и др., 1967; Сенин, 1967). Прибрежная зона простирается до глубин 20—30 м и представляет собой подводный береговой склон, подвергающийся активному

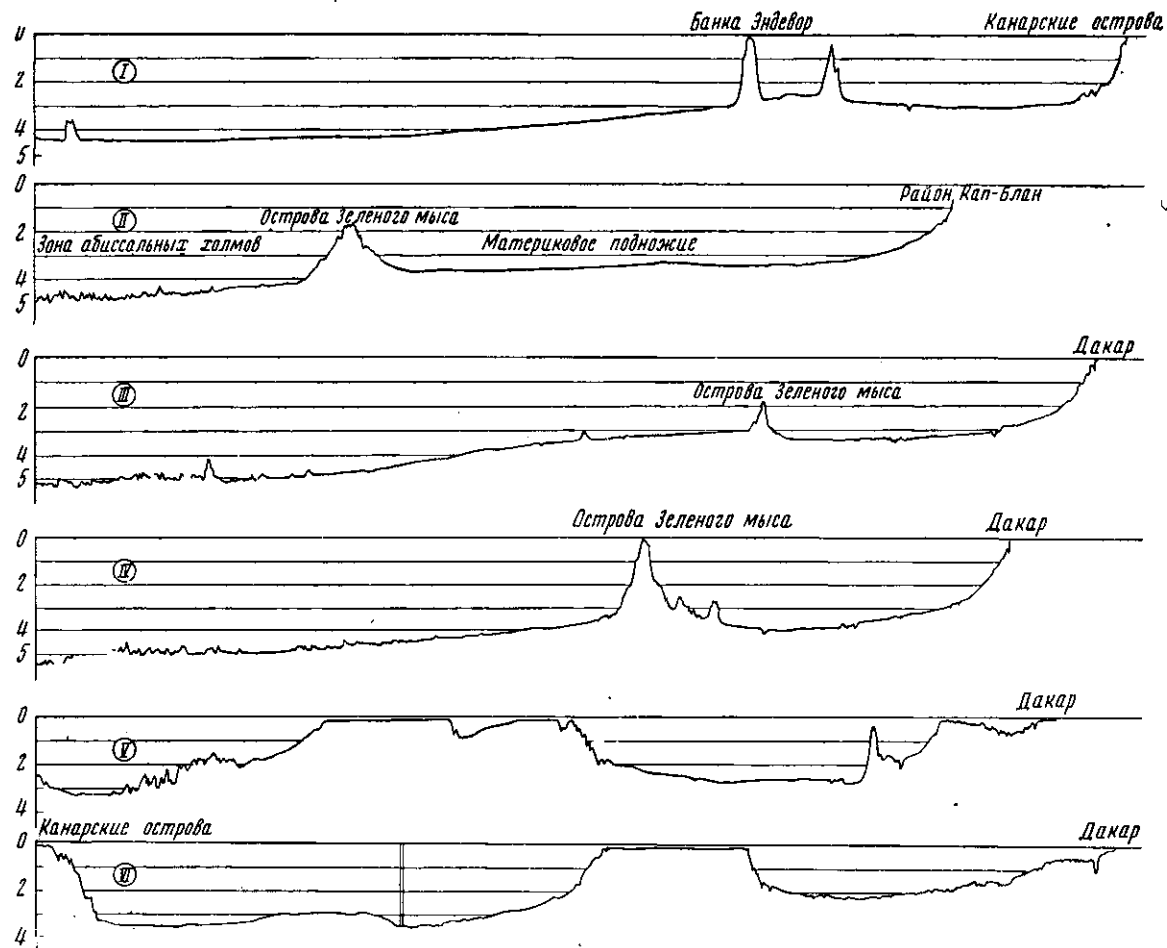


Рис. 2

Рис. 2. Обзорные профили дна. Глубины даны в км. Соотношение горизонтального и вертикального масштабов 1:37

Рис. 3. Профили материкового склона. Глубины даны в м. Соотношение горизонтального и вертикального масштабов 1:37

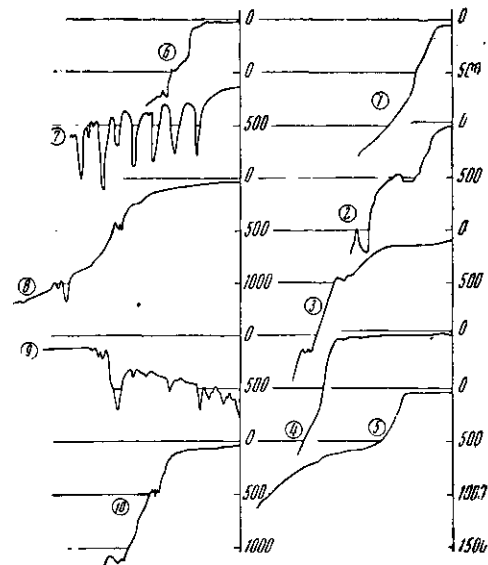


Рис. 3

ность шельфа, несомненно, является следствием абразионно-аккумулятивных процессов в ходе послеледниковой трансгрессии океана. Четкий внешний край шельфа сформировался во время максимума регрессии, а наблюдаемые выше террасы относятся к другим периодам стояний уровня океана. Наличие неровностей шельфа в северной части района может быть объяснено близким залеганием к поверхности дна кровли мезозойских и кайнозойских пород, развитых на прилегающем участке побережья Африки. В южной части района побережье и, вероятно, прилегающий шельф заняты крупным Сенегальским прогибом, заполненным спокойно залегающими осадками. Это обуславливает исключительную выровненность поверхности шельфа.

Материковый склон повсеместно выражен уступом различной крутизны и расчлененности, подножие которого достигает глубины 3000 м (рис. 2 и 3). Верхняя часть склона до глубин 500—600 м, местами до 1000 м образует довольно крутой уступ с уклоном до 5—10°. Ниже, после четкого перегиба, до глубины примерно 2000 м следует более пологая поверхность средней части склона, где уклоны составляют 3—5°. Нижняя часть материкового склона еще более пологая и образует постепенный переход к следующей геоморфологической зоне — *наклонной равнине аккумулятивного шлейфа*. В большинстве случаев средняя и нижняя части материкового склона имеют вогнутый профиль, что свидетельствует о накоплении осадков в виде шлейфа в условиях тектонического покоя или погружения подводной окраины материка. Однако напротив м. Кап-Блан наблюдается выпуклая поверхность средней части склона (рис. 3, профиль 5). Вероятно, это связано с воздыманием прибрежной части Африки, где располагается крупная антеклиз с выходом на поверхность докембрийских пород. Это же обуславливает, очевидно, и глыбовый характер расчленения верхней части материкового склона в районе м. Кап-Блан. Такой же характер расчленения, хотя и менее резко выраженный, наблюдается также в районе 24—26° с. ш. Нижняя часть материкового склона здесь в отличие от остальных участков расчленена на блоки и гряды, ориентированные в юго-западном направлении, с относительными высотами 200—400 м (рис. 2, профиль V, левая часть). Нам кажется, что это обусловлено скорее всего выходами или близким залеганием дислоцированных палеозойских пород, которые располагаются на суше в районе северо-восточнее м. Бохадор. По направлению к юго-западу палеозойские породы погружаются под мезо-кайнозойские отложения, слагающие побережье и шельф, и выходят, вероятно, из-под них в нижней части материкового склона.

На большинстве профилей материкового склона довольно четко выражена терраса на глубинах 450—480 м (рис. 3). Выдержанность глубины этой террасы на значительных расстояниях свидетельствует о том, что она может быть древнебереговым образованием доплейстоценового возраста, так как снижение уровня океана в плейстоцене, как известно, было меньше.

Другой характерной чертой расчленения материкового склона являются подводные каньоны, которые располагаются неравномерно. В северной части района они очень редки. Наиболее значительный из них обнаружен к юго-западу от м. Бохадор. В южной половине района каньоны встречаются очень часто (рис. 3 и 4). К югу от отмели Артен, например, склон буквально изрезан густой сетью каньонов (см. профиль 7). Большинство каньонов прорезает склон от бровки шельфа до глубин 1500—2000 м. Все они представляют собой узкие ущелья с глубиной вреза в поверхность склона до 500—600 м. Крутизна боковых стенок достигает 10—15°. В нижней части материкового склона наиболее крупные каньоны переходят в корытообразные каналы, которые затем продолжают в пределах наклонной равнины аккумулятивного шлейфа. Самым известным является каньон Фоссе-де-Кайяр, располагающийся севернее Зеле-

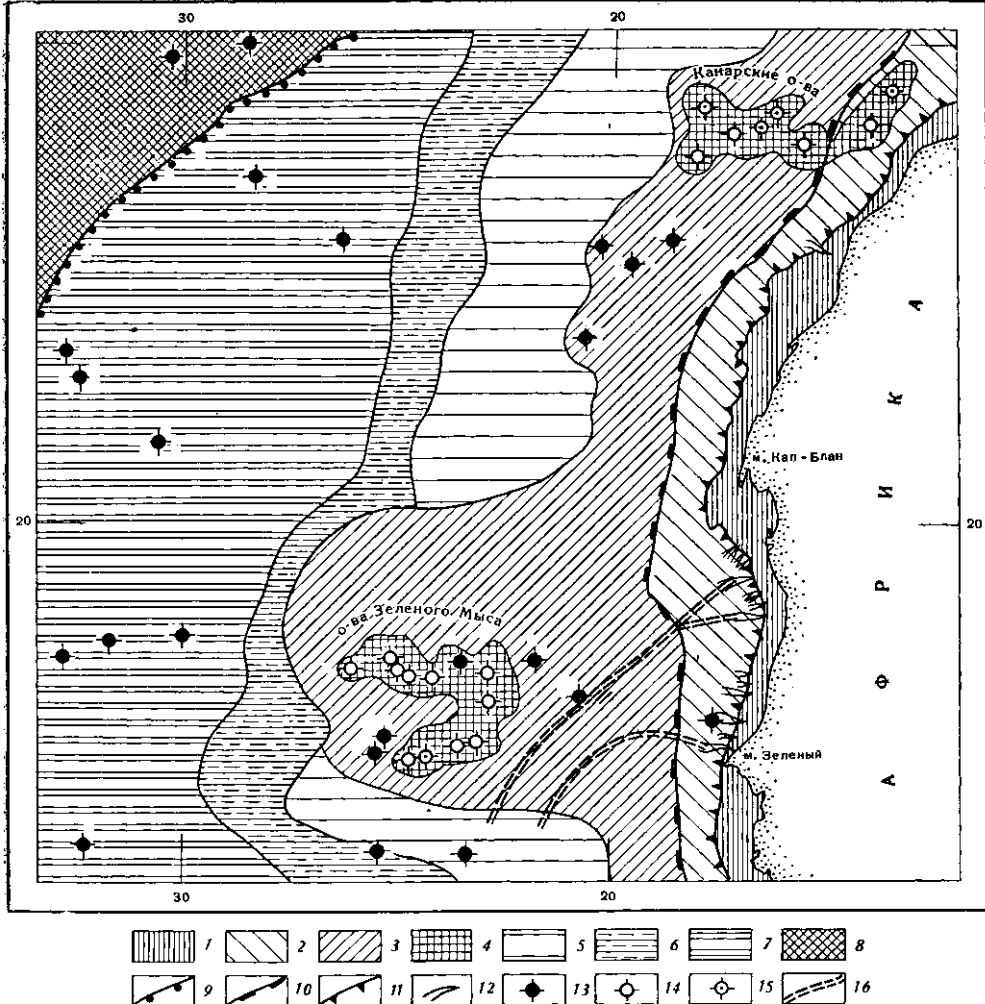


Рис. 4. Схематическая геоморфологическая карта.

1 — материковый шельф; 2 — материковый склон; 3 — равнина аккумулятивного шельфа; 4 — вулканические массивы; 5 — абиссальная равнина; 6 — зона мелкохолмистого рельефа; 7 — зона крупнохолмистого рельефа; 8 — срединно-океанический хребет; 9 — граница срединно-океанического хребта; 10 — подножие материкового склона; 11 — внешний край шельфа; 12 — подводные каньоны; 13 — подводные вулканические горы; 14 — надводные вулканические острова; 15 — действующие вулканы; 16 — каналы суспензионных потоков (установленные и предполагаемые)

ного мыса (Dietz et al., 1968). Он начинается на шельфе с глубины около 20 м, пересекает материковый склон и достигает глубины более 2000 м. Максимальная глубина вреза — до 700 м — наблюдается вблизи внешнего края шельфа, а крутизна стенок достигает более 15°. Наличие на дне каньона песчаных отложений свидетельствует о том, что он служит транзитным каналом для осадков, сносимых с шельфа (или переносимых через шельф). Это происходит в основном в виде периодических суспензионных потоков (Dietz et al., 1968). Аналогичная картина наблюдается и в других каньонах описываемого района. Размывающая деятельность подводных суспензионных потоков является, по-видимому, главным фактором происхождения каньонов материкового склона на участке между мысами Кап-Блан и Зеленый. Как известно, здесь располагается подводная окраина Сенегальской синеклизы, выполненной относительно малоустойчивыми отложениями. Впрочем, тектонический фактор также, вероятно, играл определенную роль в заложении структурных линий при

погружении материковой окраины, вдоль которых происходила избирательная эрозия.

От подножия уступа материкового склона в сторону океана до глубин 4000—4100 м простирается пологонаклонная волнистая равнина, которую обычно называют материковым подножием. Геофизические исследования последних лет, в том числе непрерывное сейсмопрофилирование и работы ГСЗ на НИС «Академик Курчатов» (6-й рейс, 1969 г.), а также работы зарубежных исследователей (Collette et al., 1969) в этом районе показывают, что равнина представляет собой огромный аккумулятивный шлейф осадков, мощность которых постепенно уменьшается по мере удаления от материкового склона. Земная кора под шлейфом осадков имеет океанический или субокеанический тип строения. Поэтому правильнее называть указанную геоморфологическую зону равниной аккумулятивного шлейфа и относить ее в геоструктурном плане к ложу океана.

В северной и южной частях описываемого района равнина аккумулятивного шлейфа значительно расширяется за счет объединения ее со шлейфами, окружающими вулканические массивы островов Канарских и Зеленого мыса (рис. 2 и 4). Острова представляют собой вулканические конусы, часть из которых — действующие. Их основания объединены в платообразные массивы, слегка приподнятые над окружающим дном. Вулканы возникли в районах активных тектонических движений за счет излияний магматического вещества вдоль глубинных разломов (Григорьев, 1969; Лавров, Метальников, 1969). Недавние геофизические исследования в районе Канарских островов показали, что большая их часть расположена на океанической коре, но под самой восточной группой островов располагается субматериковая кора (Bosshard, Macfarlane, 1970). Поэтому на геоморфологической карте (рис. 4) нижняя граница материкового склона проведена нами между восточной и западной группами островов. Острова Зеленого мыса, находящиеся значительно дальше от материка, целиком расположены в пределах океанической коры.

Поверхность равнины аккумулятивного шлейфа имеет выровненный рельеф, уклон поверхности не превышает 20—30°. Только в отдельных местах это однообразие нарушается каналами суспензионных потоков и поднимающимися со дна океана подводными горами. Четко выраженные каналы корытообразной формы с глубиной вреза 200—250 м были обнаружены нами в районе между материком и островами Зеленого мыса (рис. 2, профили III—V). Вероятнее всего, они представляют собой внешние части тех каналов, которые выходят из устьев крупных каньонов материкового склона, описанных выше. Далее они поворачивают к югу и теряются где-то среди котловины Зеленого мыса (рис. 4).

Подводные горы в пределах равнины аккумулятивного шлейфа сосредоточены в двух группах: юго-западнее Канарских островов и северо-западнее Зеленого мыса. Наиболее значительными в первой группе являются гора Эндевор, пересеченная нами при следовании по профилю I (рис. 2), и гора Вендекрейс. Высота их над дном достигает более 3000 м. Вершина горы Эндевор срезана, вероятно, процессами абразии во время плейстоценовых изменений уровня океана. К северо-востоку от нее обнаружена еще одна довольно крупная гора (рис. 1, А), высота которой достигает 2200 м. Она имеет две остроконечные вершины. Склоны ее круты (более 15°) и почти не расчленены. Остроконечные вершины и крутые склоны имеют и другие подводные горы. Расположение их вблизи вулканических островов, коническая форма и некоторые данные о геологическом строении не оставляют сомнений в том, что все эти горы вулканического происхождения. Возраст их, вероятнее всего, неогеновый или раннечетвертичный. Материалы сейсмопрофилирования (работы в 6-м рейсе НИС «Академик Курчатов») показывают, что подножия гор скрываются под толщей рыхлых осадков аккумулятивного шлейфа. По-

этому истинные размеры этих вулканических сооружений значительно больше, чем наблюдаются в настоящее время.

Дно Канарской котловины, располагающейся в западной части описываемого района, по характеру подводного рельефа четко делится на две зоны: абиссальная равнина и зона абиссальных холмов. *Абиссальная равнина* занимает северо-восточную часть котловины. Дно ее почти идеально выровнено и имеет глубины около 4500—5000 м (рис. 2, профиль I, левая часть). По данным сейсмопрофилирования, равнина сложена горизонтально залегающими слоями осадков, под которыми захоронен неровный рельеф подстилающего океанического фундамента. По существу, абиссальная равнина представляет собой продолжение наклонной равнины аккумулятивного шлейфа и генетически с ней связана.

Далее к западу мощность покрова рыхлых осадков постепенно сокращается, и из-под них выходит на поверхность дна подстилающий неровный рельеф, образуя *зону абиссальных холмов*, где глубины составляют от 4800 до 5300 м. В южной части района эта зона начинается непосредственно от внешней границы аккумулятивного шлейфа островов Зеленого мыса. Вначале идет относительно узкая полоса мелкохолмистого рельефа, где преобладают холмы высотой 100—200 м, а разделяющие их участки плоского дна достаточно широки. Далее к западу высота холмов постепенно увеличивается до 300—500 м, а участки плоского дна исчезают. Отдельные холмы достигают высот 600—800 м при ширине их оснований до 3—5 миль. Крутизна склонов составляет обычно от 5 до 10°. Происхождение абиссальных холмов пока еще не совсем ясно. Нам кажется, что эта зона представляет реликт первичного тектоно-вулканического рельефа дна океана, возникшего в процессе его формирования.

На общем фоне монотонно расчлененного рельефа абиссальных холмов встречаются отдельные крупные подводные горы, представляющие собой скорее всего вулканические сооружения. Одной из них является гора Крылова высотой более 3200 м, обнаруженная экспедицией на НИС «Михаил Ломоносов» западнее островов Зеленого мыса (Грабовский и др., 1961). Склоны горы круты, форма коническая. Аналогичное строение имеют также и остальные подводные горы, количество которых в описываемом районе в общем невелико.

ЛИТЕРАТУРА

- Грабовский Н. А., Греку Р. Х., Метальников А. П. Некоторые геоморфологические особенности рельефа дна Атлантического океана по тридцатому меридиану от Северного полярного круга до Южного тропика.— Океанология, т. 1, вып. 5, 1961.
- Греку Р. Х., Сырский В. Н., Лавров В. М. Некоторые особенности геоморфологии шельфа и материкового склона Западной Африки.— Вопр. автоматиз. исслед. рельефа дна и новые данные в топогр. Экваториальной Атлантики. Севастополь, Изд. МГИ АН УССР, 1969.
- Григорьев Г. Н. Вулканические острова Восточного сектора Центральной Атлантики.— Вопр. автоматиз. исслед. рельефа дна и новые данные в топогр. Экваториальной Атлантики. Севастополь, Изд. МГИ АН УССР, 1969.
- Затонский Л. К. Новая батиметрическая карта Атлантического океана.— Океанол. исслед., № 13, 1965.
- Канаев В. Ф., Удинцев Г. Б. Изучение подводного рельефа в океанологических экспедициях.— Тр. Ин-та океанол. АН СССР, т. 44, 1960.
- Лавров В. М., Метальников А. П. К тектонике Канарских островов.— Вопр. автоматиз. исслед. рельефа дна и новые данные в топогр. Экваториальной Атлантики. Севастополь, Изд. МГИ АН УССР, 1969.
- Лушин А. И. Рельеф и грунты шельфа и материкового склона Западной Африки. Калининград, Изд. АтлантНИРО, 1965.
- Лушин А. И., Сенин Ю. М., Волынская Г. Я. Рельеф и донные осадки промысловых районов Западной Африки у мыса Кап-Блан и Конакри-Фритаун.— Тр. АтлантНИРО, вып. 18. Калининград, 1967.
- Сенин Ю. М. Геоморфология западного шельфа Африки.— Тр. АтлантНИРО, вып. 18. Калининград, 1967.

- Bosshard E., Macfarlane D. J. Crustal structure of the Western Canary Islands from seismic refraction and gravity data.—*J. Geophys. Res.*, v. 75, No. 26, 1970.
- Collette B. J., Ewing J. I., Lagaay R. A., Truchan M. Sediment distribution in the oceans: the Atlantic between 10 and 19°N. *Marine Geol.*, v. 7, No. 4, 1969.
- Dietz R. S., Knebel H. J., Somers L. H. Cayar submarine canyon.—*Bull. Geol. Soc. Amer.*, v. 79, No. 12, 1968.
- Heezen B. C., Tharp M., Ewing M. The Floor of the Oceans. I. The North Atlantic.—*Geol. Soc. Amer., Spec. Paper № 65*, 1959.
- Heezen B. C., Tharp M. Physiographic diagram of the North Atlantic Ocean.—*Geol. Soc. Amer.*, 1968.
- McMaster R. L., Lachance Th. R. Seismic reflectivity studies on Northwestern African continental shelf: strait of Gibraltar to Mauritania.—*Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, v. 52, No. 12, 1968.

Институт океанологии
им. П. П. Ширшова

Поступила в редакцию
23.IV.1971

SUBMARINE GEOMORPHOLOGY OF THE ATLANTIC IN THE AREA BETWEEN CANARY AND CAPE VERDE ISLANDS

V. M. LITVIN and M. V. RUDENKO

Summary

A new geomorphological map has been compiled on the basis of data obtained on RV «Akademik Kurchatov» and RV «Dmitry Mendeleev» in 1967—1970 and during other Soviet expeditions. Data published by foreign investigators has also been used. Submarine topography features of the shelf, continental slope, accumulative train sloping plain, abyssal plain, and abyssal hills zone are described. The influence of the continental tectonics is observed in the structure of the continental shelf and slope. The accumulative levelling process is clearly expressed on the accumulative train and abyssal plain. Seamounts on the ocean bottom, as well as Canary and Cape Verde islands, are of volcanic origin. A bathymetric sketch of one of seamounts investigated on RV «Akademik Kurchatov» is given.

УДК 551.242 (571.5 + 517.3)

Н. А. МАРИНОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕКТНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ В ЮГО-ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ И НА КРАЙНЕМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ МОНГОЛИИ

Район, о котором пойдет речь в настоящей статье, охватывает огромную территорию, включающую нижнюю часть бассейна р. Ульдза-Гол вместе с озерами Зун-Торей и Барун-Торей и прилегающими к ним пространствами, а также площадь, расположенную южнее бассейна названной реки и простирающуюся почти до долины р. Керулен. Этот район посещался и изучался большим числом исследователей, список некоторых трудов которых помещен в конце статьи. На территории Монголии в состав его входит значительная часть Восточно-Монгольской равнины, а в пределах юго-восточного Забайкалья — пологоволнистые пространства Торейской озерной системы и примыкающая к ним с севера аллювиальная равнина рек Онона и Борзи.

Таким образом, основным элементом рельефа сопредельных территорий Монголии и юго-восточного Забайкалья являются равнины, которые,