

Р. Г. Кулинич, А. И. Обжиров

О СТРУКТУРЕ И СОВРЕМЕННОЙ АКТИВНОСТИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ШЕЛЬФА СУНДА И КОТЛОВИНЫ ЮЖНО-КИТАЙСКОГО МОРЯ

Приведены новые данные о структуре зоны сочленения шельфа Сунда с глубоководной котловиной Южно-Китайского моря. Периферийный вал, обрамляющий шельфовые структуры с востока, является тектоно-магматическим швом, разделяющим относительно стабильную плиту Сунда и область активных дислокаций, сформировавших котловину Южно-Китайского моря. В зоне шва наблюдается современная вулканическая

деятельность, выявлены аномалии водорода, Метана и углекислого газа. Эти факторы позволяют делать вывод о современной активности Периферийного шва в связи с продолжающейся геологической эволюцией котловины Южно-Китайского моря. Предполагается, что указанная структура является фрагментом трансрегионального линеймента меридионального направления.

В 1981—1983 гг. Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ АН СССР выполнял геолого-геофизические и гидрогеохимические работы в Южно-Китайском море. Район основных исследований располагался в юго-западной части этого бассейна, в зоне сочленения шельфа Сунда с глубоководной котловиной. На указанной площади были выполнены гравиметрические, магнитометрические работы, НСП, эхолотный промер, отбор проб донных осадков. С помощью гидрогеохимического опробования производилось определение содержания газов в осадках и водной толще. Работы носили полигонный характер.

Помимо этого в указанный период теми же геофизическими методами был отработан региональный профиль через всю акваторию Южно-Китайского моря (рис. 1). Профиль пересекает основные морфоструктуры этого бассейна и дает возможность оценить общую геологическую позицию района полигонных исследований. Положение профиля выбиралось с учетом имеющихся зарубежных геофизических данных [6, 8, 10] так, чтобы использовать их при интерпретации авторских наблюдений.

В основе модели земной коры региона (рис. 2) лежит интерпретация гравитационных аномалий [5]. Сейсмическая информация, попавшая в зону профиля, ограничивается данными восьми радиобуйковых станций, три из которых содержат сведения о поверхности М [10]. Эти данные использованы при построении глубинных плотностных границ. Верхняя часть разреза — осадочный слой — построена в основном по данным НСП. Исключение составляют участок профиля, примыкающий к Филиппинской котловине, и центральная часть котловины Южно-Китайского моря. На шельфе Сунда использована карта изопакит осадочного слоя [2].

Все крупные геоморфоструктуры, пересекаемые профилем, обладают четкими индивидуальными характеристиками глубинного строения.

Общей особенностью рассматриваемого района является отсутствие структур с нормальной континентальной корой. Это проявляется как в мощности коры, так и в соотношении «гранитного» и «базальтового» слоев.

Глубоководная котловина Южно-Китайского моря характеризуется океаническим типом коры, однако на разных участках ее строение неоднородно. Прежде всего наблюдается структурная асимметрия, которая распространяется практически на все слои коры. Так, с северо-востока на юго-запад увеличивается глубина морского дна, сокращается мощность осадочных отложений, испытывает интенсивный подъем кровля третьего слоя и поверхности М.

Причины указанной асимметрии, по всей вероятности, различны. Неравномерное распределение осадков на дне котловины создает неоди-

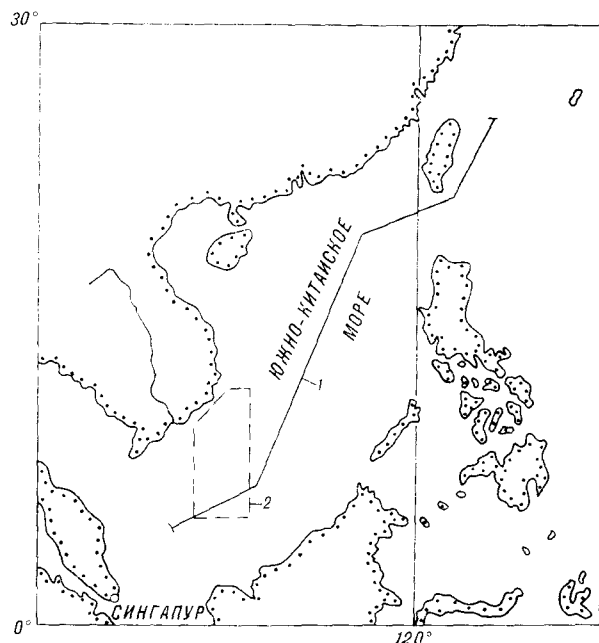


Рис. 1. Обзорная схема района исследований.
1 — региональный профиль (см. рис. 2); 2 — район площадных исследований (см. рис. 3).

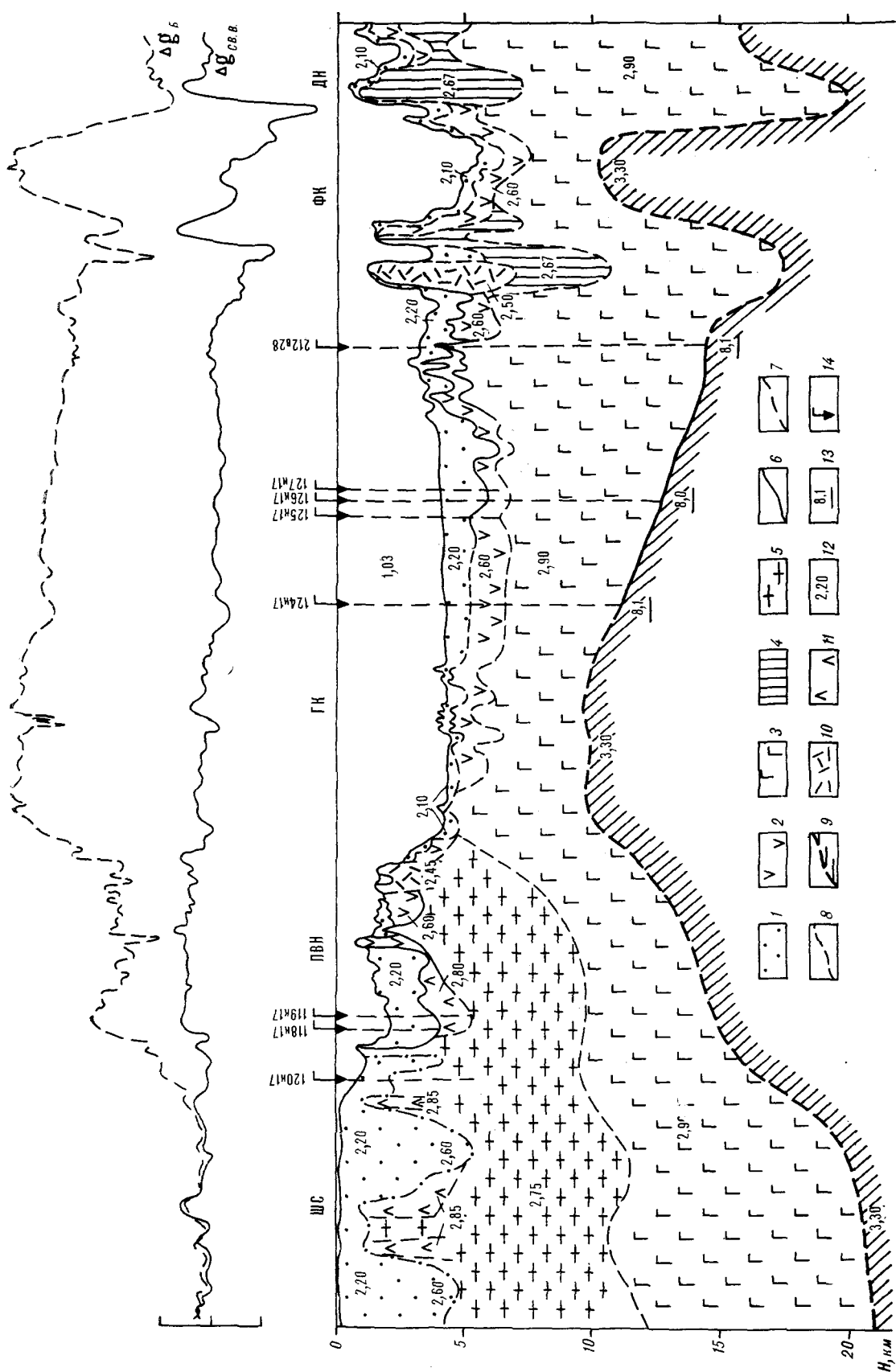


Рис. 2. Плотностная модель земной коры Южно-Китайского моря.

1-3 — слои: 1 — осадочный, 2 — променуктоновый (второй), 3 — «базальтовый» (третий); 4-5 — фундамент; 4-5 — островных дуг, 5 — плиты Сунда и ее периферии («грабитный» слой); 6-8 — границы слоев: 6 — по сейсмическим данным, 7 — по данным [2], 8 — по гравиметрическим данным; 9 — граница М; 10 — предполагаемые вулканические постройки кислого состава; 11 — базитовые и метабазитовые массивы, 12 — расчетные плотности, 13 — сейсмические скорости, по данным радиобуйковых станций; 14 — сейсмические радиобуйковые станции и глубины их исследований. Буквенные обозначения: ШС — шельф Сунда, ПВН — пиннакельная возвышенность, Наньша, ГК — глубоководная котловина Южно-Китайского моря, ФК — Флиппинская котловина, ДН — дуга Нансей, БВ — вал Бунгуран, ПВ — Периферийный вал (шов).

наковую нагрузку на разных ее участках и приводит в действие механизм изостатической компенсации. Кроме того, асимметрию могли вызвать и активные тектономагматические процессы, локализовавшиеся в юго-западной оконечности котловины на позднейшем этапе ее эволюции, вплоть до настоящего времени (см. ниже). С этими процессами хотя бы частично можно связать локальный подъем третьего слоя на стыке котловины с подводной возвышенностью Наньша. Свидетельством в пользу такого предположения является некоторая неравновесность различных частей котловины. Об этом свидетельствуют аномалии в свободном воздухе и расчеты давления, выполненные для различных точек профиля. Аномалии в свободном воздухе невелики на северо-востоке котловины, где мощность осадков максимальна, что является фактором изостатической уравновешенности участка. В направлении на юго-запад уровень аномалий повышается, и в зоне сочленения котловины с подводной возвышенностью Наньша они достигают нескольких десятков миллигал. В соответствии с этим указанная зона характеризуется и некоторой перегрузкой масс, еще не скомпенсированных изостатическим выравниванием.

Разная мощность осадков в котловине может быть обусловлена не только различием тектонической активности ее отдельных участков, но и разными условиями их выноса и транспортировки с окружающей суши. На северо-востоке, в силу отсутствия крупных структурных барьеров, осадки, выносимые с территории континентального Китая, сформировав шельф и склон, транзитом выносятся в глубоководную часть моря, заполняя ее и образуя достаточно мощный осадочный чехол, который виден на разрезе. На юго-западе, где основным источником осадочных отложений является р. Меконг, между котловиной и устьем этой реки располагаются обширный шельф Суанда и область подводных возвышенностей Наньша («промежуточный» шельф, по [9]), в пределах которых длительное время существовали крупные структурные барьеры, стоящие на пути транспортировки осадков. К ним относятся так называемые валы Кон-Сон, Периферийный и Бунгуран (Натуна), сформировавшиеся, видимо, в мезозое и превратившиеся в погребенные структуры лишь в плиоцене [3]. Эти поднятия обособили такие крупные осадочные бассейны, как Саравак и Меконг, мощность отложений в которых составляет соответственно 8 и 6 км. Та часть континентальных выносов, которая преодолела шельф Суанда, оседала в локальных впадинах области Наньша, в результате чего незначительная часть терригенного материала достигала абиссального района моря. Эта область и сейчас выполняет аналогичную роль.

Глубинное строение области подводных возвышенностей Наньша обладает интересными особенностями. Занимая достаточно низкое гипсометрическое положение (в районе профиля в среднем около — 1500 м), эта область имеет субконтинентальное строение. Мощность коры здесь составляет в среднем 15 км. В основании выделяется достаточно мощный (до 7 км) «гранитный» слой с расчетной плотностью 2,75 г/см³. Мощность «базальтового» слоя не превышает 5 км. Полученные данные хорошо согласуются с представлением о том, что фундамент данной области состоит из фрагментарных остатков континентальной коры [9]. С этой позиции область Наньша рассматривается как раздробленная и опущенная окраина шельфа Суанда.

В верхней части коры указанной области развит вулканический комплекс. Наиболее активная вулканическая деятельность была приурочена к зоне сочленения с глубоководной котловиной, что является еще одним свидетельством разрывного, активного характера стыка этих структур и контрастности их тектонического режима. В группе вулканов рассматриваемого района обнаружена постройка с расчетной плотностью 2,45 г/см³, что дает основание предполагать кислый состав слагающих ее масс.

Строение земной коры шельфа Суанда приближается к континентальному, уступая последнему как по мощности (22—25 км), так и по соотношению «гранитного» и «базальтового» слоев. Первый из них имеет явно редуцированный характер, обладая мощностью не более 5—7 км. Известно, что стратиграфический диапазон складчато-метаморфического фундамента этой области простирается от докембрия до мела включительно [3]. При такой длительной истории развития указанное состояние коры может быть обусловлено только процессом деструкции, о чем свидетельствуют и некоторые другие факторы [9]. При дальнейшем развитии этого процесса плита Суанда может перейти в состояние нынешней подводной возвышенности Наньша.

Кровля фундамента шельфа Суанда весьма активна и образует систему складчато-блоковых поднятий и впадин. На разрезе нашли отражение известные структуры: в центре шельфа — вал Бунгуран (Натуна), в пределах его восточной окраины — вал Периферийный. Эти поднятия разделяют впадины: на западе — Таиландского залива, на востоке — Саравак.

Площадные, геофизические и гидрогеохимические работы, выполненные в зоне сочленения шельфа с глубоководной частью моря, позволили уточнить строение этой площади и, в частности, получить новые данные о структуре и природе Периферийного вала (рис. 3).

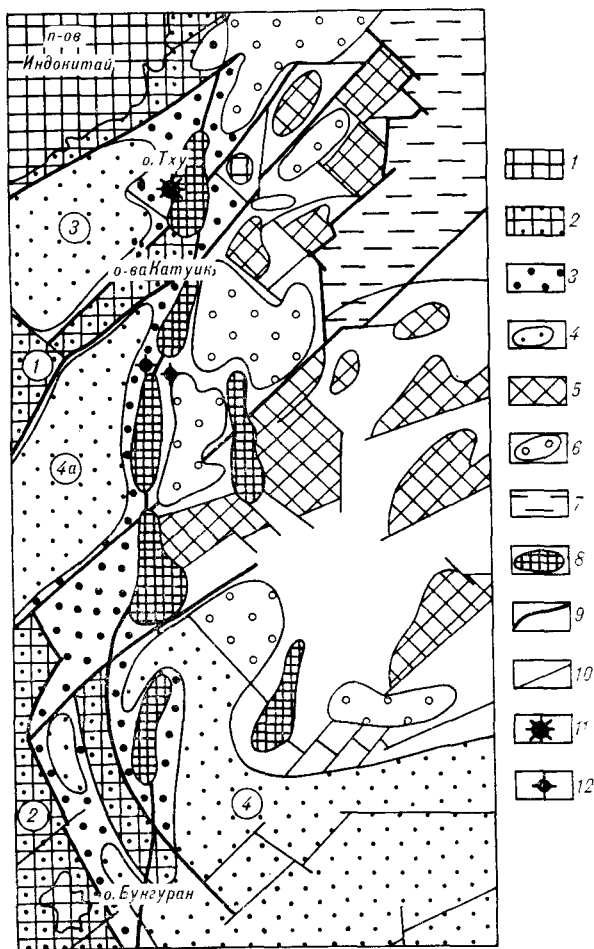


Рис. 3. Структурная схема зоны сочленения шельфа Сунда с котловиной Южно-Китайского моря.

1 — складчато-метаморфический комплекс континентального и островного обрамления; 2—4 — шельфовые структуры; 2 — выступы складчатого фундамента, 3 — осалочные бассейны, 4 — наиболее крупные впадины внутри бассейнов; 5—6 — структуры материкового подножия и «промежуточного шельфа»: 5 — выступы консолидированного основания (акустического фундамента), 6 — впадины; 7 — глубоководная котловина; 8 — массивы базитового состава в зоне Периферийного вала (шва), предполагаемые по гравитационным аномалиям; 9 — крупные разломы; 10 — прочие разломы; 11 — участки современной ареальной вулканической деятельности; 12 — местоположение газовых аномалий. Цифровые обозначения: 1 — вал Кон-Сон, 2 — вал Бунгуран, 3 — впадина Мейонг, 4 — впадина Саравак, 4а — впадина (рифт) Западная Натуна.

В соответствии с полученными данными рассматриваемая зона отличается значительной сложностью. На всей площади преобладает мозаика блоковых структур разных размеров и строения, в образовании которых решающую роль сыграли тектонические дислокации северо-восточного и северо-западного направлений. При этом общий структурный план рассматриваемой площади определяется разломами северо-восточного простирания. Наиболее крупные из них объединяются в зону, связывающую воедино трогообразный клин юго-западной оконечности глубоководной котловины с так называемым рифтом Западная Натуна [9], который хотя и рассматривается как часть более обшир-

ной впадины Саравак, но имеет весьма индивидуальную структурную черту, подчиненные указанной тектонической зоне. Из приведенных данных логично предположение о том, что рифтогенез, обусловивший формирование котловины Южно-Китайского моря, в определенной степени распространился на плиту Сунда, не получив здесь, однако, существенного развития. Препятствием этому, по всей вероятности, послужил Периферийный вал, секущий все структуры рассматриваемого района в меридиональном направлении. По имеющимся представлениям [3, 11], последний является горст-антиклинальным сооружением, сложенным вулканитами нижнего палеогена и мела, закончившим свое активное развитие в конце неогена.

Результаты исследований авторов позволяют по-новому рассмотреть вклад рассматриваемой структуры в развитие района. В гравитационном поле Периферийный вал образует линейную зону максимумов меридионального простирания, которая прослежена от юго-восточных берегов п-ова Индокитай до о. Бунгуран. Далее работы не проводились. На значительном протяжении ось аномальной зоны в общем совпадает с изобатой 200 м, что соответствует краю шельфа и переходу его в континентальный склон. По сейсмическим данным, вал представляет собой узкую зону подъема акустического фундамента, выходящего на отдельных участках на поверхность дна.

Имеются сведения, которые уточняют природу и генезис рассматриваемой структуры. В одной из экспедиций Института вулканологии ДВНЦ АН СССР [4] в пределах данной структуры были обнаружены проявления четвертичного и современного ареального вулканизма и подняты ультраосновные породы, видимо отторгнутые и вынесенные на поверхность во время извержения вулкана. Место отбора пород располагается в краевой части одного из гравитационных максимумов вала, восточнее о. Тху. Это позволяет связывать природу максимума с массивом базитовых магматитов, скрытых под осадочными отложениями. Возможно, и остальные идентичные аномалии Периферийного вала имеют аналогичное происхождение. В таком случае структура является магматогенной зоной глубинного заложения. Выше отмечалась существенная роль Периферийного вала в процессе переноса и аккумуляции терригенных осадков на шельфе и в глубоководной части моря. Этим не ограничивается его структурное значение. Как видно из рис. 2 и 3, Периферийный вал на всех уровнях коры является структурой пограничной. По разные от него стороны существенно меняются следующие геологические характеристики: глубинное строение коры, общий структурно-тектонический режим, морфометрия морского дна.

Приведенные данные позволяют характеризовать Периферийный вал как внешнее проявление глубинной тектономагматической структуры, выполняющей роль пограничного шва. С этой позиции его правильнее называть Периферийным швом.

Наличие в рассматриваемой зоне молодого и современного вулканизма свидетельствует о продолжающихся до сих пор глубинных процессах, связанных, видимо, с непрекратившейся эволюцией котловины Южно-Китайского моря.

Еще одним фактором, подтверждающим современную активность Периферийного шва, является обнаружение в результате работ авторов аномальных концентраций водорода, метана и углекислого газа, превышающих фоновые в 5—10 раз и приуроченных к осадкам и придонным горизонтам воды на одном из участков шва. Указанные аномалии были зафиксированы

в 1981 г. и подтверждены в 1983 г., что дает основание полагать, что на данном участке имеют место коровые эманации, мигрирующие к поверхности по системе разломов.

В заключение необходимо отметить, что Периферийный шов, по всей вероятности, является фрагментом протяженного трансструктурного линеамента субмеридионального простирания, который в различной геологической обстановке проявляется по-разному. В Южно-Китайском море помимо рассмотренной площади в его зоне располагаются о. Хайналь и п-ов Лэйчжоубаньдао, где имеет место современная сейсмическая активность. На юге линеament проходит по западной окраине о. Калимантан. Признаки его существования можно проследить далеко за пределами рассматриваемого региона [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Буш Г. А. Система трансконтинентальных линеаментов Евразии.— Геотектоника, 1983, № 3.
2. Величко М. Е. Дельтовые комплексы кайнозоя и особенности строения осадочной толщи Южно-Китайского моря.— Автореф. канд. дис.— М., 1980.
3. Гнибиденко Г. С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока.— М.: Наука, 1979.
4. Горшков А. П. Исследование подводных вулканов в 10-м рейсе НИС «Вулканолог».— Вулканология и сейсмология, 1981, № 6.
5. Кулинич Р. Г., Ватлин Б. П., Колпащикова Т. Н. Плотностная модель земной коры Южно-Китайского моря. Тез. докл. IV Всесоюзной конференции по проблеме «Мировой океан».— Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983.
6. Ben-Avraham Z., of Sunda shelf.— v. 57.
7. Ben-Avraham Z. The evolution of marginal basins and adjacent shelves in east and southeast Asia.— Tectonophysics, 1978, v. 45.
8. Emery K. O., Ben-Avraham Z. Structure and stratigraphy of the China basin.— Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., 1972, v. 56.
9. Katili J. A. Geology of southeast Asia with particular reference to the south China sea.— Energy, 1981, v. 6, N 11.
10. Ludwig W. J., Kumar N., Houtz R. E. Profiler-sonobuoy measurements in the south China sea basin.— Geophysics, 1979, v. 84, N B7.
11. Parke M. L., Emery K. O. et al. Structural framework of continental margin in the south China sea.— Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., 1971, v. 55, N 5.

ГОИ ДВНЦ АН СССР
Владивосток

Поступила в редакцию
27 февраля 1984 г.

УДК 551.248.2 : 551.4(—925.1)

Г. Ф. Уфимцев

ГЛАВНАЯ БАЗИСНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ВОСТОКА СССР

Главная базисная поверхность Востока СССР, построенная по тальвегам долин крупнейших рек, находится в сложных отношениях с глубинной структурой региона. Крупнейшая ее внутриконтинентальная аномалия отвечает области поднятия поверхности аномальной мантии. Положительные формы меньших раз-

меров отвечают участкам астенолитоподобных зон пород с дефицитом плотности в литосфере. Рельеф главной базисной поверхности обусловлен молодыми (верхнемезозойскими — кайнозойскими) тектоническими процессами.

Определение амплитуд неоген-четвертичных тектонических движений составляет традиционную задачу неотектонических исследований

в континентальных областях. Обычно допускается, что в рельефе изучаемой территории сохраняется доорогенная поверхность выравнива-