

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.462.5

Г. В. АГАПОВА, Г. Б. УДИНЦЕВ

ЗОНЫ ДРОБЛЕНИЯ РЕЛЬЕФА ДНА
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ КОТЛОВИНЕ ТИХОГО ОКЕАНА

Значительную часть северной половины Тихого океана занимает северо-западная котловина. С севера ее ограничивает подводная возвышенность Обручева, с востока — гряда Императорских гор и Гавайский вулканический хребет, с юга — цепь подводных гор Маркус-Неккер, с запада — глубоководные желоба Курило-Камчатский, Японский, Идзу-Бонинский. Почти в центре котловины находится массивное сводовое поднятие — подводная возвышенность Шатского.

Рельеф котловины исследован неравномерно, данные геофизических исследований немногочисленны. Наиболее изучены рельеф и геофизические поля краевой части, прилегающей к глубоководным желобам (Буданова, 1961; Затонский, Канаев, Удинцев, 1961; Гайнанов, Соловьев, 1963; Uyeda, Vacquier, 1968), а также возвышенность Шатского (Зверев, Ковылин, Удинцев, 1960; Den и др., 1969; Ewing и др. 1966).

Котловина относится к числу наиболее глубоких и обширных в Тихом океане. Глубины ее постепенно увеличиваются с севера на юг от 5000 до 6000 м. На отдельных участках встречаются депрессии с глубинами более 6500 м, на некоторых морских навигационных картах приведены глубины свыше 7000 м. Глубины от 6000 до 6500 м неоднократно были подтверждены повторным промером, глубины свыше 7000 м за последние годы промером не подтверждены, хотя их существование не исключено.

Поверхность дна северо-западной котловины неоднородна. В целом котловина представляет равнину, в пределах которой небольшие по площади выровненные или слабо расчлененные поверхности сложно сочетаются с холмисто-глыбовым рельефом. Расчлененность поверхности увеличивается в южной части котловины. Встречаются отдельные подводные горы с относительной высотой от 1000 до 3000 м, причем число их увеличивается по мере приближения к цепи Маркус-Неккер и Гавайскому подводному хребту. Характерной особенностью рельефа котловины являются участки холмисто-глыбового рельефа и небольшие депрессии. Наибольшие глубины котловины связаны именно с такими депрессиями. Ранее было высказано предположение, что участки расчлененного рельефа, укладывающиеся в несколько линейных систем, протягивающихся на значительные расстояния параллельно простиранию Курило-Камчатского желоба, можно рассматривать в качестве зон тектонического дробления и разломов. Один из таких разломов, обладающий наибольшей протяженностью, нашел отражение на тектонической карте Евразии (1969).

За последние годы Институтом океанологии АН СССР были накоплены дополнительные данные по рельефу дна северо-западной котловины. Они существенно дополнили прежние представления о морфологии зон дробления. В связи с этим предпринята попытка проанализировать особенности морфологии этих зон, наметить схему их расположения (рис. 1, см. вклейку к ст. Г. В. Агаповой и Г. Б. Удинцева) и сопоставить ее с имеющимися геофизическими данными.

Морфология зон дробления на севере и юге котловины отличается и, вероятно, отражает различия в строении земной коры и верхней мантии отдельных участков котловины. На севере, между 40 и 50° с. ш., четко выражена лишь одна зона (зона I на рис. 1). Она расположена восточнее Камчатки и характеризуется холмисто-глыбовым расчленением с центральной депрессией (рис. 2, проф. 1—4). Такой облик сохраняется на значительном протяжении. Максимальная глубина депрессии 6150 м на фоне глубины порядка 5500—5700 м. Ограничивающие депрессию хребты асимметричны, склоны их, обращенные ко дну депрессии, выше и круче противоположных (на отдельных участках крутизна 10—15°, а относительная высота 600 м). Дно депрессии, как правило, выровнено. Ширина зоны дробления 50—70 миль. Профили, пересекающие зону, расположены на расстоянии нескольких десятков миль, а между 40 и 45° с. ш. — даже сотен миль. Поэтому трудно проследить, какова протяженность отдельных гряд и депрессий, можно лишь предпологать, что она не превышает нескольких десятков км, а сами гряды и депрессии расположены кулисообразно. Простираение зоны в целом сохраняется с северо-востока на юго-запад, хотя оно нарушено, в результате чего северная часть зоны оказывается по отношению к южной смещенной к востоку примерно на 50 миль. Нарушение отмечено по линии, которая лежит на мористом продолжении Начикинского гребня Камчатки. В рельефе дна к востоку от Камчатки грабен прослеживается на отмели и склоне желоба в виде глубоко врезанной долины, а на дне котловины — цепью гор и депрессий. В магнитном поле грабен выражен системой положительных аномалий северо-западного и юго-восточного простирания, прослеживающихся на суше, отмели, в переходной зоне и уходящих в пределы котловины. Начикинский грабен рассматривается некоторыми исследователями (Соловьев, Гайнанов, 1963) как древний разлом глубокого залегания, разграничивающий области с различными этапами геологического развития.

Профиль ГСЗ, расположенный севернее профиля 1 на 20 миль, показывает, что с зоной дробления сопряжен крупный сброс, секущий все слои осадков и подстилающие слои. Он является, по-видимому, следствием недавних тектонических движений (Зверев, Ковылин, Удинцев, 1960). Мощность осадков в районе сброса уменьшается до 400—700 м по сравнению с 200—900 м вблизи Курило-Камчатского желоба.

Южнее, у 45° с. ш., в рельефе дна выделяется одна зона дробления. Для нее также характерно наличие депрессий, окаймленных грядами. Однако простирание зоны здесь, вероятно, меняется на юго-западно — северо-восточное и почти параллельно Курило-Камчатскому желобу. Данных по рельефу дна недостаточно, чтобы уверенно наметить простирание зоны. Известно, что в этой области меняется характер магнитного поля: от слабовыраженных, изометричных по форме положительных и отрицательных аномалий ΔT с величинами не более 200γ к четким интенсивным полосовым аномалиям северо-восточного простирания переменных знаков (Исаев, Тихонов, 1967). Вместе с тем простирание зоны хорошо согласуется с направлением осей магнитных аномалий (Соловьев, Гайнанов, 1963).

У 40° с. ш. и южнее, между Японским желобом и возвышенностью Шатского, отмечено несколько зон дробления. Их морфология отлична от зон дробления северной части котловины. Прежде всего с ними связа-

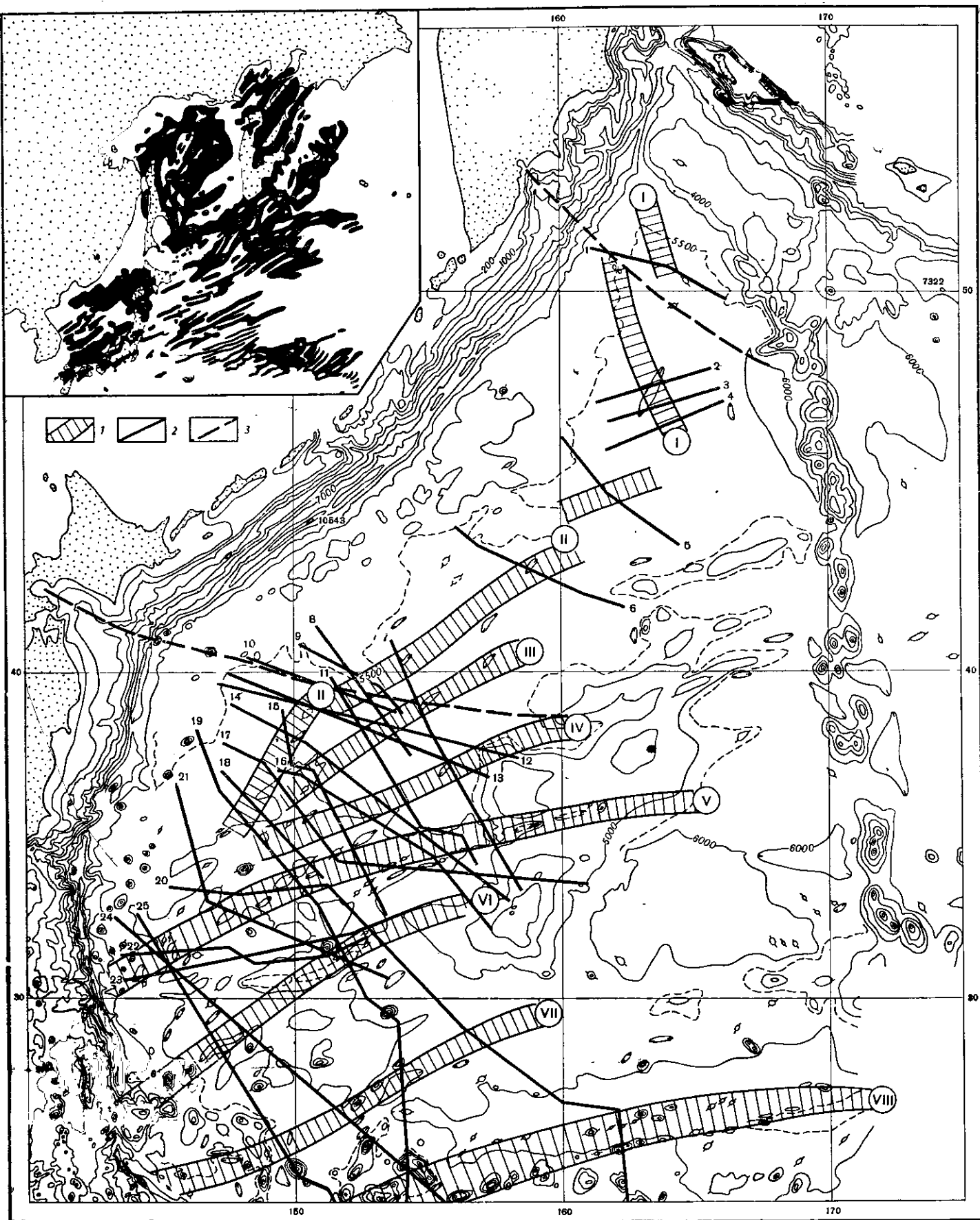


Рис. 1. Схема расположения зон дробления рельефа дна в северо-западной котловине Тихого океана

1 — зоны дробления; 2 — профили дна; 3 — предполагаемые разломы глубокого заложения, не выраженные в современном рельефе
Врезка — скелетная схема аномального магнитного поля северо-западной котловины, по Соловьеву О. К.

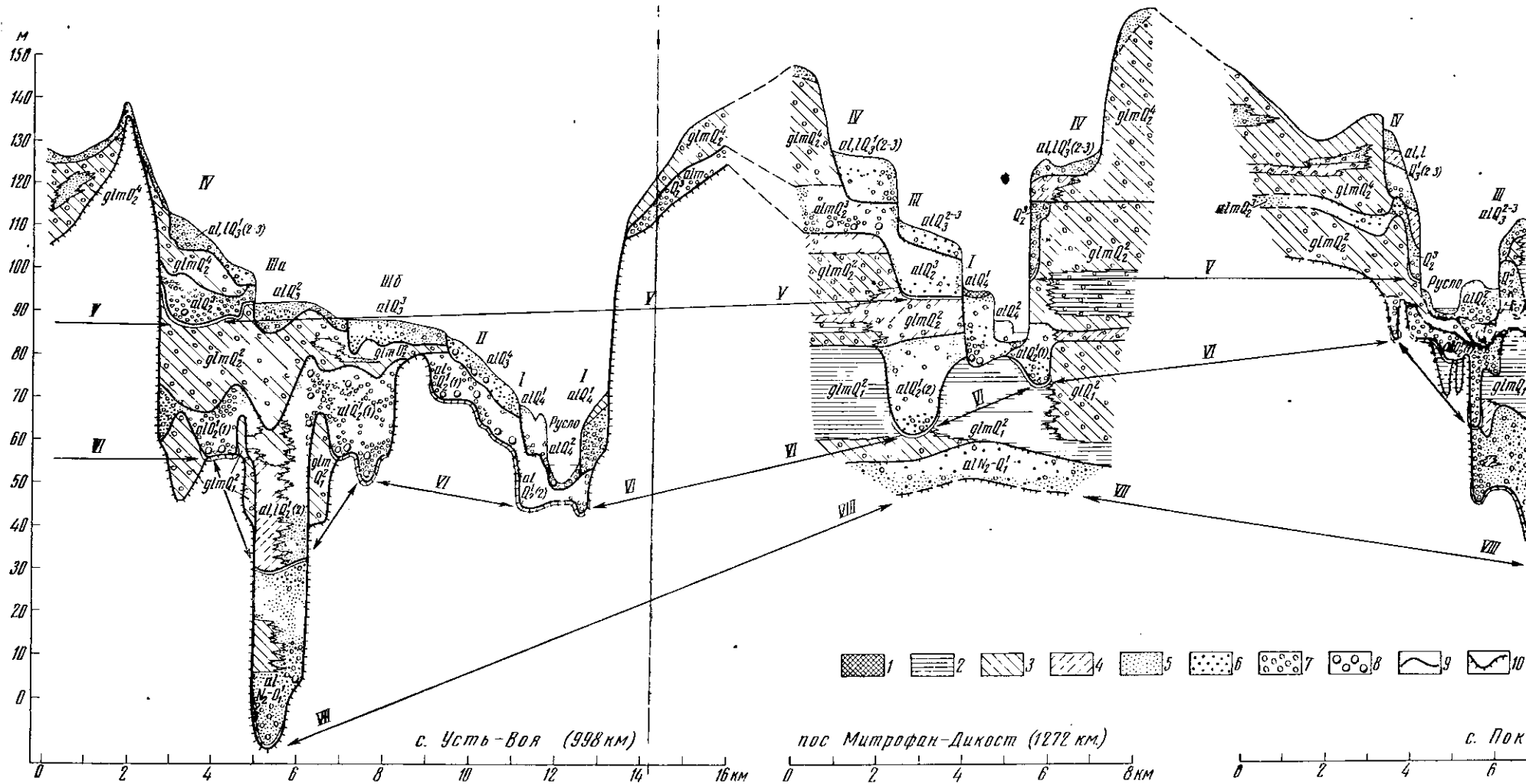


Рис. 1. Палеогеоморфологический корреляционный профиль с элементами геоморфологии бассейна Средней Печоры (составил Л. Л. Розанов терминалам полевых исследований НИЛЗарубежгеологии и данным бурения Гидропроекта)

1 — торф; 2 — глина; 3 — суглинок; 4 — супесь; 5 — песок тонко- и мелкозернистый; 6 — песок средне- и крупнозернистый; 7 — гравий, галька; 8 — валуны; 9 — границы графических горизонтов; 10 — подошва кайнозойских отложений; 11 — подошвы погребенных прадолин; 12 — соотношение подошв погребенных прадолин (V — верхняя средняя, VII — нижняя). Геоморфологические элементы: I — первая надпойменная терраса; II — вторая надпойменная терраса; III — третья надпойменная терраса; IV — аллювиально-озерная терраса; участки водораздельной ледниково-морской равнины не оцифрованы

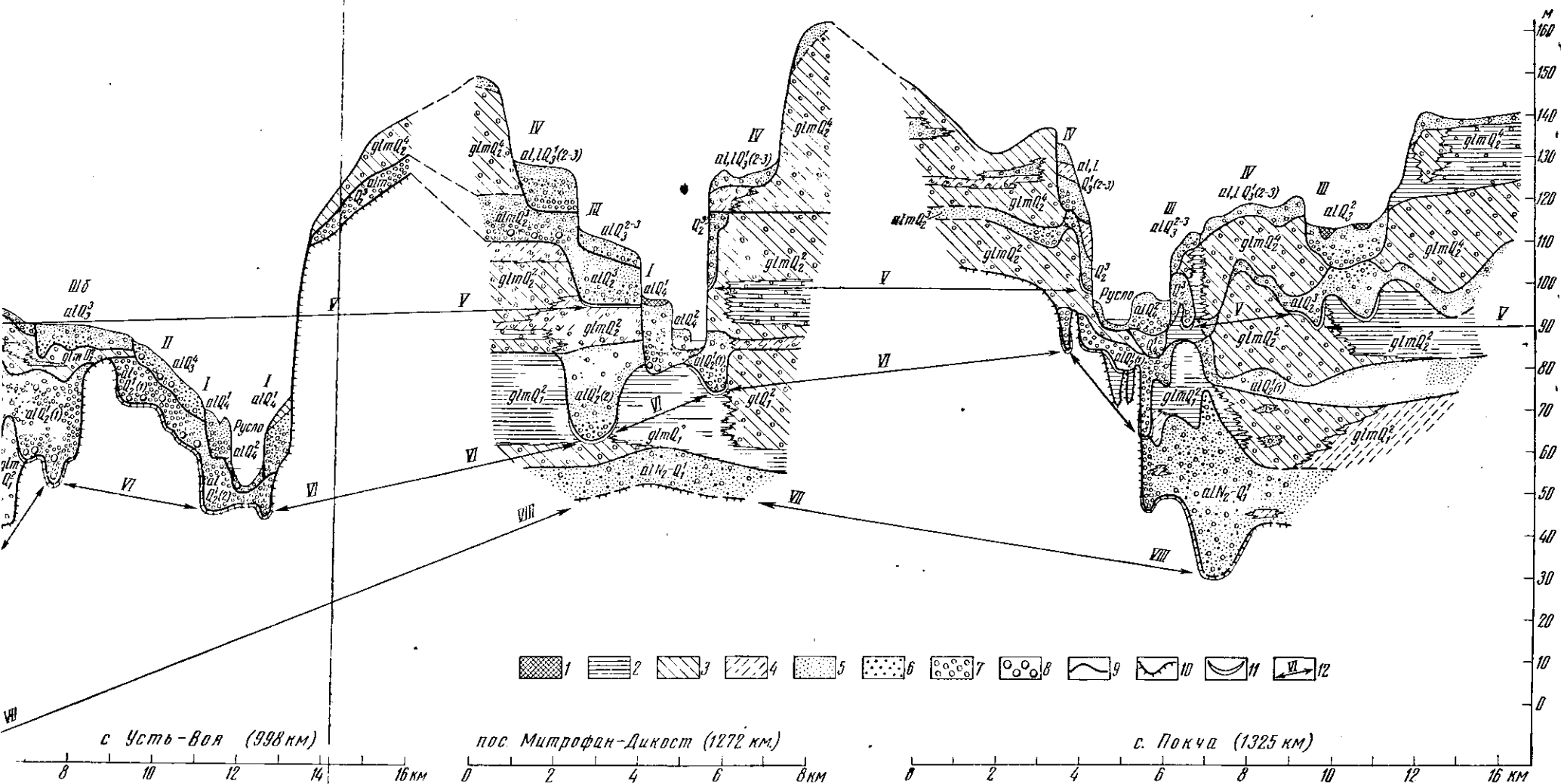


Рис. 1. Палеогеоморфологический корреляционный профиль с элементами геоморфологии бассейна Средней Печоры (составил Л. Л. Розанов по материалам полевых исследований НИЛЗарубежгеологии и данным бурения Гидропроекта)

1 — торф; 2 — глина; 3 — суглинок; 4 — супесь; 5 — песок тонко- и мелкозернистый; 6 — песок средне- и крупнозернистый; 7 — гравий, галька; 8 — валуны, 9 — границы стратиграфических горизонтов; 10 — подошва кайнозойских отложений; 11 — подошвы погребенных прадолин; 12 — соотношение подошв погребенных прадолин (V — верхней, VI — средней, VII — нижней). Геоморфологические элементы: I — первая надпойменная терраса; II — вторая надпойменная терраса; III — третья надпойменная терраса (высокий и низкий подуровни); IV — аллювиально-озерная терраса; участки водораздельной ледниково-морской равнины не оцифрованы

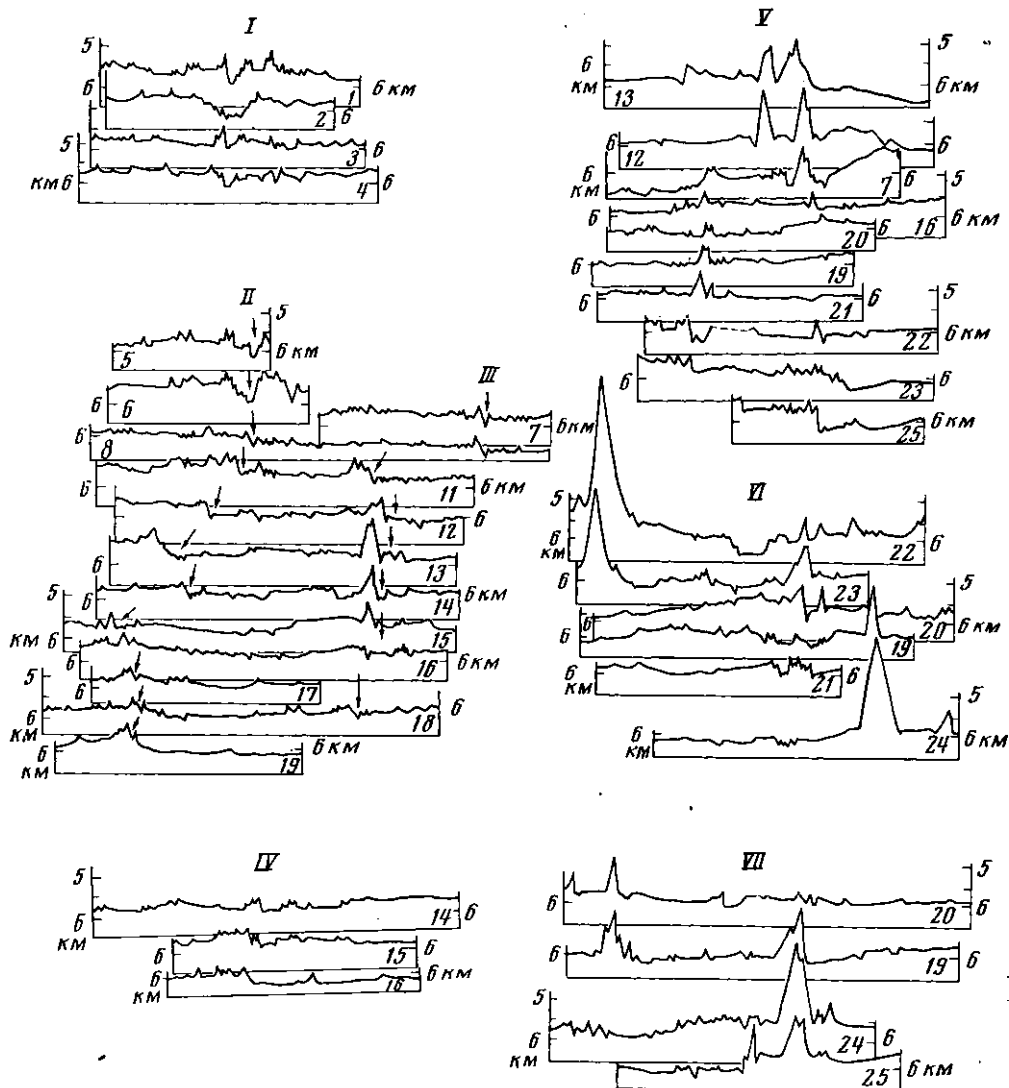


Рис. 2. Профили дна в районе зон дробления рельефа

Номера профилей на рисунках даны арабскими цифрами, зон дробления — римскими

ны изменения уровня дна котловины и они ограничивают две ступени, высотой в среднем 200—300 м каждая, спускающиеся с запада на восток (рис. 2, зоны II—III). Края ступеней осложнены холмами, а у подножий их расположены небольшие депрессии, так что на отдельных участках зон амплитуды глубин достигают 1000 м. Зоны II и III тянутся почти параллельно с северо-запада на юго-восток. Эти зоны дробления хорошо согласуются с простирающимися аномалиями магнитного поля (Соловьев, Гайнанов, 1963; Uyeda, Vacquier, 1968).

Несколько южнее 40° с. ш. отмечено небольшое изменение направления зоны II и разрыв в зоне III, вызванный, по-видимому, сдвиговым нарушением. Линия смещения хорошо прослеживается в рельефе дна. Она имеет простираение с северо-запада на юго-восток, почти нормальное к простираению зон дробления, и проходит через стык Курило-Камчатского и Японского желобов, отмечена на краевом валу цепью подводных гор, на дне котловины — системой валообразных пологих поднятий и находит продолжение в пределах возвышенности Шатского в виде депрес-

сий между северным и средним массивом, со смещением последнего к западу.

Возможность сдвигового нарушения такой большой протяженности отчасти подкрепляется слабым западным смещением осей магнитных аномалий в районах, прилегающих к о. Хоккайдо (Harada, 1960).

Протяженность зон II и III к северу от сдвига немногим более 100 миль, а ширина — 25—30 и 15—20 миль соответственно. Южнее зоны становятся шире, четче выражены в рельефе дна, прослеживаются на расстоянии также более 100 миль. В зоне III на границе изменения уровней появляется гряда (рис. 2, проф. 11—15), хорошо прослеживающаяся от профиля к профилю. К югу амплитуда расчленения рельефа в обеих зонах постепенно уменьшается и теряются морфологические признаки.

У южного окончания зоны II (рис. 2, проф. 8) были проведены сейсмические исследования земной коры методом отраженных волн (Зверев, 1961). Установлено, что зона является границей, на которой изменяется строение земной коры. К востоку от зоны под слоем осадков появляется так называемый второй, вулканогенный слой мощностью до 1 км, а мощность базальтового слоя несколько уменьшается. Значительным колебаниям подвержена на этом участке и мощность осадочного покрова. У южного окончания зоны II мощность осадочного покрова уменьшается до 100 м, а к западу и востоку от нее возрастает до 500 м.

Юго-восточнее зон II и III намечается еще одна полоса расчлененного рельефа, выделенная как зона IV (рис. 2, проф. 14—16). Простирается ее также юго-западное — северо-восточное. Амплитуда расчленения от 200 до 500 м, протяженность около 170 миль.

Еще несколько зон дробления (V—VIII) прослеживается между Идзу-Бонинским желобом и возвышенностью Шатского. Зона V юго-западного — северо-восточного простираения, протяженностью до 500 миль, пересекает почти всю западную часть котловины и заходит в пределы возвышенности Шатского, где разграничивает средний и южный массивы. Рельеф этой зоны характеризуется резким холмисто-глыбовым расчленением, высота отдельных холмов достигает 500—700 м (рис. 2, проф. 13—25). В пределах возвышенности Шатского на простираении разлома встречаются отдельные горы.

Сейсмические работы, выполненные на возвышенности, позволяют предполагать, что ее склоны осложнены разломами, с которыми сопряжены небольшие вулканические конусы (Зверев, Ковылин, Ужинцев, 1960; Dep и др., 1969).

Зоны VI и VII имеют одинаковое юго-западное — северо-восточное простираение протяженностью более 500 миль и ширину 50—70 миль. Зона VI прослеживается от южного Идзу-Бонинского желоба до подножья южного массива возвышенности Шатского. Она хорошо выражена на батиметрической карте. Поперечные профили дна (рис. 2, проф. 19—23) почти повсеместно представлены центральной депрессией, ограниченной высокими уступами. Максимальная глубина депрессии в зоне 6892 м. По периферии зоны расположены вулканические конусы. Зоны IV—VII хорошо согласуются по простираениям с простираением магнитных аномалий, выявленных в этой части котловины (Uyeda, Vacquier, 1967).

Зона VII находится на 250 миль южнее зоны VI. Ее морфология неоднородна вдоль простираения. На востоке зоны находится центральная депрессия (рис. 2, проф. 20), в центральной части с резким холмисто-глыбовым расчленением и отдельными горами до 1000—1500 м; на юго-западе прослеживается ступень, осложненная подводными горами. Морфология VI и VII зон может быть сравнима с рельефом зон разломов северо-восточной котловины океана.

Вдоль северного подножья гор Маркус-Неккер отдельные подводные горы и депрессии укладываются на протяжении почти 1000 миль в чет-

кую линейную систему почти широтного простирания (зона VIII). Эту систему можно проследить по батиметрической карте от северо-западного окончания Гавайского подводного хребта через о. Маркус и южный фланг желоба Волкана в пределы Западно-Марианской котловины. Морфология этой системы во многом напоминает рельеф таких зон разломов, как Мюррей и Мендосино. К сожалению, на этот район почти нет геофизических данных, которые подтверждали бы предполагаемую зону, ее простирание и протяженность.

Как видно, зоны дробления рельефа дна в пределах северо-западной котловины хорошо выражены морфологически и прослеживаются на значительные расстояния в виде линейных систем, простирания которых большей частью совпадают с простиранием аномалий магнитного поля Земли. Немногочисленные данные сейсмического зондирования подтверждают наличие нарушений типа разломов.

Результаты изучения морфологии зон разломов северо-западной части Тихого океана расширяют наши представления о морфологии зон разломов океанического ложа. Ранее уже отмечалось, что морфология ряда крупных зон разломов подвержена существенным изменениям вдоль их простирания (Менард, 1966, Удинцев, 1964). Для крупных линейментов восточной части Тихого океана было установлено также трансформирующее значение их в процессе расширения дна океана (Wilson, 1965a). Разломы западной части тихоокеанского талассократона, располагающейся к западу от линии хребтов Императорских гор, Гавайского, Лайн и Туамоту, отождествляются Вилсоном с периферией срединно-океанического хребта (Wilson, 1965b). Гипотезой глобальной тектоники плит (Isaaks, Oliver, Sykes, 1968) предполагается смещение крупных плит литосферы как следствие расширения дна океана в рифтовых зонах. В связи с этим вопрос о зонах разломов за пределами срединно-океанических хребтов Тихого океана представляет особый интерес. Менардом (Menard, 1967) было высказано предположение, что структурный план западного продолжения трансформирующих разломов восточной части океана поможет проследить изменения направления смещения плит во времени. Возможно также, что в западной части Тихого океана преимущественную роль в формировании разломов сыграли краевые деформации плит океанической литосферы, поддвигаемых под окраины материковых плит. Не исключена возможность сохранения в современном структурном плане разломов, представляющих собой реликты более древнего структурного плана, перестроенного в процессе развития системы островных дуг.

ЛИТЕРАТУРА

- Буданова Л. Я. Батиметрическая карта северо-западной части Тихого океана в масштабе 1 : 5 000 000.— Океанология, 1961, т. 2.
- Гайнанов А. Г., Соловьев О. Н. О природе магнитных аномалий в области перехода от Азиатского материка к Тихому океану.— Докл. АН СССР, 1963, т. 151, № 6.
- Затонский Л. К., Канаев В. Ф., Удинцев Г. Б. Геоморфология подводной части Курило-Камчатской дуги.— Океанологические исследования, 1961, № 3.
- Зверев С. М., Ковылин В. М., Удинцев Г. Б. Новые данные о тектонике северо-западной подводной возвышенности Тихого океана.— Докл. АН СССР, 1960, № 6.
- Зверев С. М. О строении осадочной толщи некоторых участков Тихого океана по данным сейсмических отраженных волн.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1961, № 2.
- Исаев Е. Н., Тихонов В. И. О соотношении тектоники и магнитного поля Курило-Камчатской дуги.— Докл. АН СССР, 1967, т. 175, № 1.
- Менард Г. У. Геология дна Тихого океана. М., «Мир», 1966.
- Соловьев О. Н., Гайнанов А. Г. Особенности глубинного геологического строения переходной зоны от Азиатского материка к Тихому океану.— Сов. геология, 1963, № 3.
- Тектоническая карта Евразии, м-б 1 : 5 000 000. АН СССР, Мин. геол. СССР, 1969.
- Удинцев Г. Б. Рельеф и структура дна Тихого океана. Гималайский и Альпийский орогенезы. М., «Недра», 1964.

- Den N. L., Murachi S., Ewing F., Hotta H., Edgar N., Yoshii T., Asanuma T., Hagiwara K., Sato T., Ando S. Seismic reflection measurement in the northwest Pacific Basin.— J. Geophys. Res., 1969, v. 74, No. 6.
- Ewing M. et al. Lower Cretaceous sediments from the Northwest Pacific.— Science, 1966, v. 152, No. 3723.
- Isaaks B., Oliver J., Sykes L. Seismology and the New Global Tectonics.— J. Geophys. Res., 1968, v. 73, No. 18.
- Harada Y. Geomagnetic survey and the magnetic anomaly distribution in Japan.— Bull. Geogr. Surv. Inst., 1962, VIX, part 1—2.
- Menard H. Extension of northeastern Pacific fracture zones.— Science, 1967, v. 155, No. 3758.
- Uyeda S., Vacquier V. Geothermal and geomagnetic data in and around the Island arc of Japan.— Symposium of II-th Pacific Sci. Congress, 1968.
- Wilson T. S. A New class of faults and their bearing on Continental Drift.— Nature, 1965a, v. 207, No. 4995.
- Wilson T. S. Submarine fracture zones, a seismic ridges and the international consil of scientific Union Line proposed western margin of the East Pacific Ridges.— Nature, 1965b, v. 207, No. 5000.

Институт океанологии
АН СССР

Поступила в редакцию
30.X.1970

FRACTURE ZONES OF THE BOTTOM RELIEF IN THE NORTHWESTERN SYNCLINE OF THE PACIFIC OCEAN

G. V. AGAPOVA and G. B. UDINTSEV

Summary

Morphology of fracture zones of the bottom relief in the northwestern syncline of the Pacific have been considered on the basis of new geological and geophysical data. The fracture zones have proved to be the boundaries of the change of levels while the surface of the bottom within the zones is of a block-hilly type. The fracture zones are linear with a predominating course from northeast to southwest.
