

М. И. СТРЕЛЬЦОВ

## О ДИСЛОКАЦИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

В пределах Курильской островной дуги обычно выделяются При-тихоокеанская (внешняя) и Приохотская (внутренняя) зоны [10, 17, 26].

*Притихоокеанская зона* Курильской островной дуги геоморфологически выражена в виде вытянутого в северо-восточном ( $\sim 55^\circ$ ) направлении подводного хребта Витязя и западного склона Курило-Камчатского глубоководного желоба (рис. 1). Юго-западным продолжением хребта Витязя являются цепочка островов Малой Курильской гряды и п-ов Немуро (о. Хоккайдо).

По данным батиметрии [7, 22], северо-западный склон Курило-Камчатского желоба расчленен в своей южной части на три уступа высотой от 2,5 до 3,5 км, которые прослеживаются в северо-восточном направлении согласно с простиранием желоба почти на 600 км. Крутизна склона желоба возрастает на уступах до  $45^\circ$  и более, тогда как поверхности ступеней, разделяемые этими уступами, имеют наклон порядка первых градусов и даже минут. По мнению океанологов, уступы в рельефе склона желоба имеют тектоническую природу и соответствующим линиям разломов.

Анализ геофизических полей показывает, что в пределах Притихоокеанской зоны распространены интенсивные положительные аномалии силы тяжести и различные по интенсивности аномалии магнитного поля [4, 11, 13, 14]. Те и другие имеют четко выраженный линейный характер и их простираение совпадает с общей ориентировкой островной дуги. В поле силы тяжести наблюдается ряд гравитационных ступеней, которые можно интерпретировать как разломы северо-восточного простираения; интенсивные линейно-вытянутые положительные аномалии магнитного поля интерпретируются рядом исследователей как крутопадающие интрузивные тела, внедрившиеся вдоль зон повышенной проницаемости [11, 23].

К западному склону Курило-Камчатского желоба приурочено максимальное количество коровых и непосредственно подкоровых очагов землетрясений. Именно здесь так называемая фокальная зона пересекает дно океана, причем простираение этой зоны и островной дуги одно и то же [18, 23]. Образующиеся при землетрясениях разломы падают в сторону континента и имеют преимущественно северо-восточное ( $50-60^\circ$ ) простираение [1, 2].

В ряде случаев наблюдается пространственное совмещение аномалий магнитного поля, гравитационных ступеней, уступов в рельефе дна и сейсмогенных разрывов. Например, к самому верхнему уступу западного склона глубоководного желоба приурочена цепочка аномалий магнитного поля интенсивностью до 300—500 гамм и резкий градиент поля силы тяжести. Это позволило ряду исследователей [6, 20] предположить, что линейно-вытянутое в северо-восточном направлении подня-

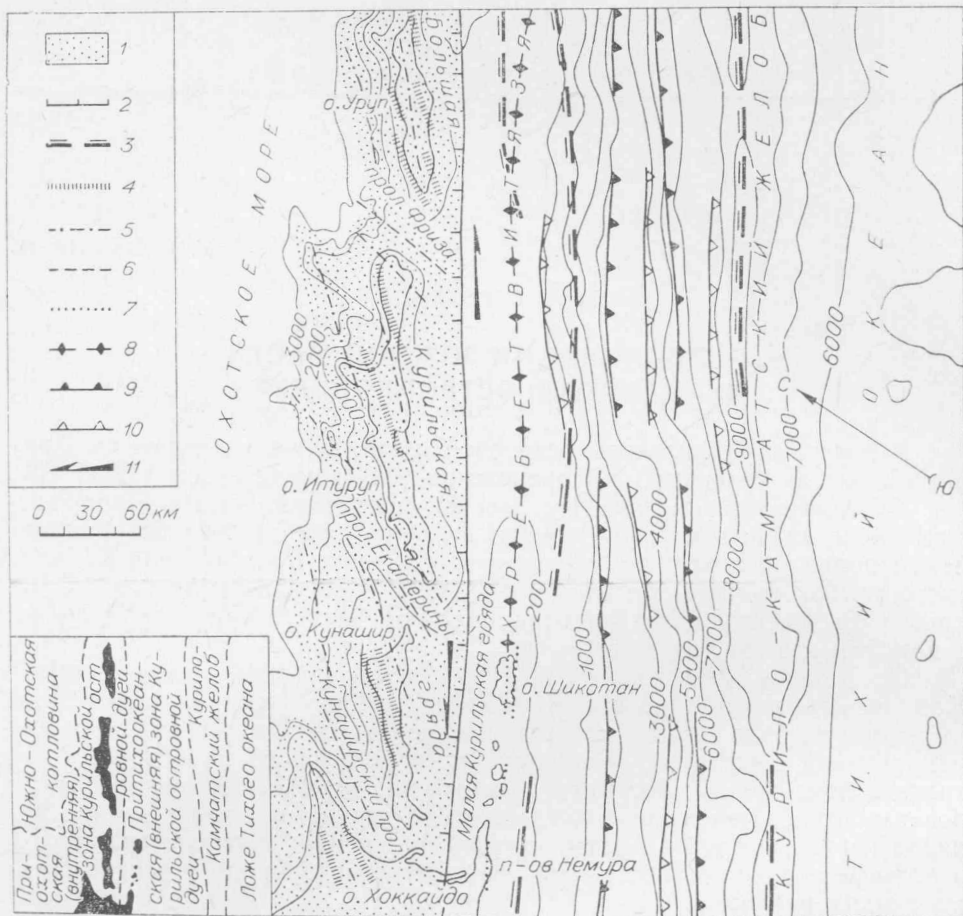


Рис. 1. Схема расположения некоторых структурных и геоморфологических элементов южной части Курильской островной дуги (в левом нижнем углу рисунка показано районирование дуги по геоморфологическому принципу).

1 — область распространения четвертичного вулканизма; 2 — Срединно-Курильский глубинный разлом (берг-штрихи направлены в сторону опущенного блока); 3 — осредненные наиболее интенсивные разрывы, образующиеся при землетрясениях [2]; 4 — магмоконтролирующие разломы Б. Курильских гряд, появившиеся в миоцене и плиоцене; 5 — осевые линии рядов четвертичных вулканических центров (магмоконтролирующие разломы четвертичного возраста); 6 — осевые линии глубоководных проливов; 7 — продольные разломы М. Курильских гряд и п-ова Немуро; 8 — осевая линия подводного хребта Витязя; 9—10 — соответственно подножия уступов и внешние края ступеней северо-западного склона Курило-Камчатского желоба по [7]; 11 — направление сдвиговой компоненты перемещения по Срединно-Курильскому глубинному разлому.

тие подводного хребта Витязя, островов Малой Курильской гряды и п-ова Немуро ограничено с юго-востока разломом глубокого заложения. Принимая во внимание данные В. Н. Аверьяновой [2], можно добавить, что указанный разлом является сейсмически активной структурой.

Существование подобного раскола можно, по-видимому, предполагать и в приосевой части Курило-Камчатского желоба, где наряду с уступом в рельефе дна высотой около 3 км наблюдаются гравитационная ступень, линейно-вытянутые аномалии магнитного поля и сейсмогенные разломы.

На островах Малой Курильской гряды и п-ове Немуро можно наблюдать некоторые особенности геологического строения внешней зоны островной дуги. Развитые здесь преимущественно верхнемеловые вулканогенные и осадочные образования слагают полого падающую на юго-восток моноклиаль, юго-восточное окончание которой «вздер-

нута» по системе продольных разлозов нередко с образованием приразломных складок [13]. Анализ фаций верхнемеловых образований показывает, что в позднемеловое время в районе Малой гряды и п-ова Немуро располагался трогообразный прогиб, протягивающийся в северо-восточном направлении более чем на 200 км при ширине около 50 км. Слабая дислоцированность отложений, заполнивших прогиб, складчато-блоковое строение района, состав магматических образований и последовательность их образования позволили провести некоторые аналогии между этим линейно-вытянутым бассейном осадконакопления и приразломными прогибами [13]. Основная роль как в заложении прогиба, так и в формировании затем на его месте линейных тектонических зон горстового поднятия Малой гряды и п-ова Немуро принадлежала продольным разломам. Последние определили также линейное расположение областей позднемелового вулканизма, а также интрузий основного состава, что характеризует их как магмаконтролирующие структуры.

Из изложенного выше следует, что одной из наиболее характерных черт строения Притихоокеанской зоны Курильской островной дуги является линейность основных структурных элементов, выражающаяся в геологических структурах, рельефе дна, геофизических полях и сейсмодислокациях. Особенности рельефа и высокая сейсмичность, современное разрывообразование, выражающееся, в частности, в возникновении в районе западного склона желоба волн цунами, указывают на высокую подвижность линейных структур Притихоокеанской зоны на современном этапе развития Курильской островной дуги. В то же время линейность тектонических зон Малой гряды и п-ова Немуро, образовавшихся на месте трогообразного позднемелового прогиба, а также северо-восточная, совпадающая с простиранием островной дуги, ориентировка прогибов подошвы земной коры и кровли консолидированной коры [9, 18] в совокупности с преобладающими северо-восточными простирациями аномалий гравитационного и магнитного полей являются, по-видимому, указанием на древность присущей Притихоокеанской зоне линейности структур.

Северо-западным ограничением Притихоокеанской зоны служит Срединно-Курильский глубинный разлом, который является последним линейно-вытянутым в северо-восточном ( $\sim 55^\circ$ ) направлении структурным элементом Курильской островной дуги. Роль этого разлома в формировании внешней и внутренней зон Курильской островной дуги была показана в ряде работ [10, 17, 20, 26].

Указанные зоны резко различаются между собой по геоморфологии, геологическому строению, петрохимии [17]. Линия Срединно-Курильского глубинного разлома является достаточно четким северо-западным ограничением коровых и непосредственно подкоровых землетрясений, происходящих в пределах Притихоокеанской зоны. Одновременно эта линия ограничивает с юго-востока область четвертичного вулканизма, приуроченную к островам Большой Курильской гряды и ее северо-западному склону. По-видимому, и в геологическом прошлом линия Срединно-Курильского глубинного разлома служила границей между вулканической и лишенной вулканов зонами Курильской островной дуги. Это следует из того, что во время формирования палеоген (?) - плиоценового вулканогенного разреза Большой Курильской гряды район Малой гряды и п-ова Немуро представлял скорее всего разрушающуюся сушу [10, 20], и нет никаких оснований предполагать, что здесь происходили вулканические процессы.

Геоморфологически Срединно-Курильскому глубинному разлому в настоящее время соответствует одноименный линейно-вытянутый в северо-восточном направлении прогиб, который, по-видимому, можно

рассматривать как приразломный. Его юго-западным продолжением на о. Хоккайдо является впадина между поднятиями п-овов Немуро и Сиретоко, выполненная преимущественно плиоцен-четвертичными осадочными образованиями [5]. В поле силы тяжести Срединно-Курильский глубинный разлом выражается гравитационной ступенью с амплитудой до 40 мгл [20], получившей на о. Хоккайдо наименование линии Сибэцу — Цуруи [5, 26]. В магнитном поле ему соответствует цепочка интенсивных положительных аномалий, которая ограничивает с северо-запада полосу линейных магнитных аномалий Притихоокеанской зоны островной дуги.

Наконец, Срединно-Курильский глубинный разлом разделяет области с различной ориентировкой основных структурных элементов.

*Приохотская (внутренняя) зона* Курильской островной дуги, предельная поднятием Большой Курильской гряды, характеризуется кулисообразным расположением основных структурных элементов, на что указывал еще С. Токуда [29]. Геоморфологически эта особенность внутренней зоны выражается в эшелонном расположении островов и разделяющих их проливов. Кулисообразно расположены также вулканические хребты на островах, что особенно отчетливо проявляется на о. Уруп.

Эшелонное расположение основных структурных элементов связано с системой продольных по отношению к островам разрывов. Характеристику последних и причины их образования можно найти в ряде работ [17, 20], и поэтому эти вопросы будут рассмотрены здесь лишь в самых общих чертах.

Указанные разломы выражаются на поверхности в виде зон гидро-термальноизмененных пород шириной до 4 км и более, прослеживающихся в северо-восточном (30—40°) направлении на многие десятки километров. Появившись в начале миоцена, система продольных разломов продолжала оставаться активной на протяжении всей последующей истории геологического развития Приохотской зоны Курильской островной дуги, определяя размещение разновозрастных продуктов магматизма и ориентировку структур [17]. На современном этапе развития зоны продольные разломы находят свое выражение в кулисообразном расположении рядов вулканов и грабенообразном проседании неогенового фундамента в районе проливов.

К сожалению, геофизическая изученность Приохотской зоны недостаточна для того, чтобы увидеть выражение эшелонного расположения структур в особенностях строения магнитного и гравитационного полей. Что касается неглубокофокусных землетрясений, то они здесь очень редки [23], и поэтому продольные разрывы сейсмологически практически не охарактеризованы. В настоящее время имеются указания на сейсмическую активность продольного разлома о. Итуруп, прослеживающегося от залива Касатки до пос. Рейдовое [20], а также продольных разломов грабенообразной структуры пролива Екатерины [16]. Определение механизма очага землетрясения в последнем случае показало [2], что образовавшаяся плоскость разлома имела наиболее вероятную северо-восточную (30°) ориентировку, т. е. ту же самую, что и большинство продольных разрывов.

Динамическая обстановка в зонах продольных разломов большей частью соответствовала условиям растяжения, являвшимся наиболее благоприятными для движения по ним магматических расплавов и гидротермальных растворов. Простираение этих зон растяжения отклоняется к северу на 20—30° от основной ориентировки структурных элементов Притихоокеанской зоны. Располагаясь кулисообразно, они опережают Срединно-Курильский глубинный разлом, для которого в течение миоценового, плиоценового и четвертичного времени были харак-

терны левые сбросо-сдвиговые перемещения [17]. Будучи сейсмически активным, Срединно-Курильский глубинный разлом и в настоящее время характеризуется преимущественно левыми сбросо-сдвиговыми дислокациями.

Северо-западное ограничение Приохотской зоны Курильской островной дуги морфологически выражено в виде резкого уступа дна Охотского моря, разделяющего поднятие Большой Курильской гряды и плоскую равнину дна Южно-Охотской котловины. Здесь предполагается существование глубинного разлома [6, 20]. Судя, однако, по очертаниям изобат (рис. 1), линия уступа неровная; сам же разлом не находит отражения в геофизических полях [20]. Западная граница области распространения четвертичного вулканизма в целом повторяет очертания уступа и, по-видимому, конфигурацию последнего естественнее связывать с существованием и неодинаковой протяженностью оперяющих Срединно-Курильский глубинный разлом магмоконтролирующих продольных разрывов. Эти разрывы контролируют размещение четвертичных вулканических построек Приохотской зоны, которые в совокупности с тектоническими движениями и определили основные черты рельефа северо-западного склона Большекурильского поднятия.

Выше было показано, что строение Притихоокеанской и Приохотской зон Курильской островной дуги характеризуется соответственно линейным и кулисообразным расположением составляющих их структурных элементов. Эта закономерность присуща, по-видимому, не только рассматриваемому району. Японские геологи, например, указывают на подобные соотношения структурных элементов в пределах внешней и внутренней зон Японской островной дуги [5]; аналогичные соотношения имеют место, вероятно, и на Камчатке.

В связи с широко распространенным мнением о надвигании континентов на Тихий океан [8, 24]: в заключение обратимся к вопросам динамики глубинных разломов Притихоокеанской зоны Курильской островной дуги. Излагаемые ниже суждения будут относиться лишь к земной коре и непосредственно подкоровым частям верхней мантии, т. е. к глубинам, измеряемым первыми десятками километров.

Сбросовая компонента перемещения по Срединно-Курильскому глубинному разлому была установлена на основе анализа динамики оперяющих его разрывных нарушений [17]. Многокилометровые мощности палеоген (?) - четвертичных образований Большой Курильской гряды позволяют полагать, что амплитуда вертикальной составляющей перемещения по этому разлому составляет около 5—10 км. Обращаясь к данным глубинного сейсмического зондирования, можно видеть, что сбросовые перемещения по Срединно-Курильскому глубинному разлому с аналогичной амплитудой вполне вероятны и для более глубоких горизонтов земной коры, на что указывают различия в мощностях земной коры, а также разная глубина залегания внутрикоровых границ раздела под хребтом Витязя и в районе Большой Курильской гряды (рис. 2).

Судя по глубинному строению земной коры, могут быть, по-видимому, определенные динамические аналогии между Срединно-Курильским разломом и глубинным разломом приосевой части Курило-Камчатского желоба. Если это так, то и в последнем случае должны иметь место сбросовые перемещения по глубоко проникающим расколам.

Большое значение для правильного решения вопроса о динамике разрывов Притихоокеанской зоны имеют сведения о сейсмодислокациях, происходящих в настоящее время при землетрясениях. Данные о механизме сейсмических очагов, отмечает В. В. Белоусов [3], являются единственным свидетельством в пользу гипотезы, согласно



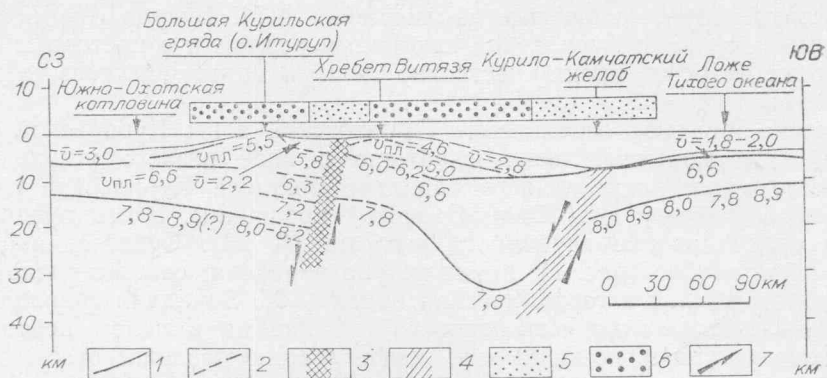


Рис. 2. Разрез земной коры вкосте простираиия Курильской островной дуги в районе о. Итуруп.

1 — границы слоев земной коры по данным ГСЗ [18]; 2 — то же самое с учетом данных Ю. В. Тулиной [21]; 3 — Срединно-Курильский глубинный разлом; 4 — предполагаемый глубинный разлом приосевой части Курило-Камчатского желоба; 5 — участки с преимущественно сбросо-сдвиговыми сейсмодислокациями, глубокими и подкоровыми в приосевой части Курило-Камчатского желоба и непосредственно подкоровыми в районе Срединно-Курильского глубинного разлома; 6 — участки с преимущественно взбросо-сдвиговыми глубокими и подкоровыми сейсмодислокациями по [2]; 7 — направление перемещения блоков (сбросовая компонента).

которой континенты надвигаются на океан, ибо никаких других признаков надвигания или сжатия в строении глубоководных желобов нет.

Детальное изучение сейсмических очагов Дальнего Востока позволило в последнее время В. Н. Аверьяновой [2] получить картину сейсмодислокаций в районе Курильской островной дуги, которая хорошо согласуется с приведенными нами данными. Так, сбросо-сдвиговые перемещения по разломам, образующимся при землетрясениях, устанавливаются и в приосевой части Курило-Камчатского глубоководного желоба и в узкой полосе, пространственно совпадающей с линией Срединно-Курильского глубинного разлома. Рассмотрев распределение сейсмодислокаций в земной коре и верхней мантии до глубины в 40—60 км, В. Н. Аверьянова пришла к выводу, что районы, приуроченные к континентальному склону Курило-Камчатского желоба, характеризуются в основном сбросо-сдвиговыми дислокациями [1].

Таким образом, для глубинных разломов Притихоокеанской зоны, по-видимому, типично наличие сбросовой компоненты перемещения. Учитывая существующие представления относительно динамики образования глубинных сбросов [12, 18], на основании всего изложенного выше можно предполагать, что Притихоокеанская зона Курильской островной дуги в пределах исследуемого региона длительное время находится в условиях растяжения. Этот вывод согласуется с мнением В. В. Белоусова [3] и ряда зарубежных исследователей [25, 26, 28, 30], которые отрицают гипотезу надвигания континентов на океан и считают, что в зоне сочленения океанического и континентального блоков Земли происходит растяжение земной коры, а не сжатие.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова В. Н., Волков А. Н., Лившиц М. Х., Сергеев К. Ф., Соловьев С. Л., Сырык И. М., Тараканов Р. З., Таболяков А. Я., Туезов И. К. Вопросы глубинного строения и развития Курильской зоны современного вулканизма. В сб. Вулканизм и глубин. строение Земли. «Наука», 1966.
2. Аверьянова В. Н. Детальная характеристика сейсмических очагов Дальнего Востока. «Наука», 1968.
3. Белоусов В. В. Земная кора и верхняя мантия океанов. «Наука», 1968.
4. Гайнанов А. Г., Смирнов Л. П. Строение земной коры в области перехода от Азиатского континента к Тихому океану. Сов. геол. 1962, № 3.

5. Геологическое развитие Японских островов. «Мир», 1968.
6. Горячев А. В. Основные закономерности тектонического развития Курило-Камчатской зоны. «Наука», 1966.
7. Затонский Л. К., Канаев В. Ф., Удинцев Г. Б. Геоморфология подводной части Курило-Камчатской дуги. Океанол. исслед., 1961, № 3.
8. Кропоткин П. Н., Шахварстова К. А. Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса. «Наука». Тр. ГИН, вып. 134, 1965.
9. Марков М. С., Аверьянова В. Н., Карташов И. П., Соловьева И. А., Шуваев А. С. Мезокайнозойская история и строение земной коры Охотского региона. «Наука», 1967.
10. Мархинин Е. К. Вулканизм Курильских островов. Изв. АН СССР, сер. геол., 1961, № 6.
11. Павлов Ю. А., Сычев П. М., Туезов И. К., Гайнанов А. Г., Строев П. Д. Аномальные гравитационные поля дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана. В сб. Земная кора островных дуг и дальневосточных морей. «Наука», 1970.
12. Пейве А. В. Общая характеристика, классификация и пространственное расположение глубинных разломов. Ст. 1, 2. Изв. АН СССР, сер. геол., 1956, № 1, 3.
13. Сергеев К. Ф., Стрельцов М. И. К вопросу о тектонике и геологической истории Малой Курильской гряды. Тр. СахКНИИ, вып. 25, 1970.
14. Соловьев О. Н., Гайнанов А. Г. Особенности глубинного геологического строения переходной зоны от Азиатского материка к Тихому океану в районе Курило-Камчатской островной дуги. Сов. геол., 1963, № 3.
15. Соловьев О. Н. Аэромагнитная съемка в районе Курило-Камчатской островной дуги. Прикл. геофиз., вып. 29, 1961.
16. Соловьев С. Л., Поплавская Л. Н., Зарайский М. П. Западно-Итурупское землетрясение 7—8 мая 1962 г. Геол. и геофиз., 1964, № 7.
17. Стрельцов М. И. Об эшелонном расположении структур в южной части Курильской островной дуги. Геотектоника, 1970, № 1.
18. Строение земной коры в области перехода от Азиатского континента к Тихому океану. «Наука», 1964.
19. Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. «Наука», 1968.
20. Туезов И. К., Сергеев К. Ф., Неверов Ю. Л., Занюков В. Н. О разрывных дислокациях в пределах Курильской зоны Тихоокеанского подвижного пояса. В сб. Тектоника советского Дальнего Востока и прилегающих акваторий. «Наука», 1968.
21. Тулина Ю. В. Детальные сейсмические исследования земной коры у южных Курильских островов. В сб. Строение и развитие земной коры на советском Дальнем Востоке. «Наука», 1969.
22. Удинцев Г. Б. Рельеф Курило-Камчатской впадины. Тр. Ин-та океанол., т. XII, 1955.
23. Фотиади Э. Э., Березин М. А., Волков А. Н., Лившиц М. Х., Смирнов Л. М., Сычев П. М., Тараканов Р. З., Туезов И. К., Штейнберг Г. С. Геофизическое изучение глубинного строения внутренней зоны Тихоокеанского подвижного пояса на востоке СССР. В сб. Строение и развитие земной коры на советском Дальнем Востоке. «Наука», 1969.
24. Штилле Г. Современные деформации земной коры в свете изучения деформаций, происходивших в более ранние эпохи. В сб. Земная кора. ИЛ, 1957.
25. Grim P. J., Erickson B. H. Fracture zones and magnetic anomalies south of the Aleutian trench. J. Geophys. Res., 1969, v. 74, № 6.
26. Hill M. N. Recent geophysical exploration of the ocean floor. In Physics and Chemistry of the Earth, 1957, v. 2.
27. Minato M., Yagi K., Hunahashi M. Geotectonic Synthesis of Green Tuff Region in Japan. Bull. Earthquake Res. Inst., 1956, vol. 34, Pt. 3.
28. Stauder W. Tensional character of earthquake foci beneath Aleutian trench with relation to sea-floor spreading. J. Geophys. Res., 1968, v. 73, № 24.
29. Tokuda S. On the Echelon structure of the Japanese Archipelagoes. Japan Geol. and Geogr., 1926, v. 5, № 1—2.
30. Worthel J. L. Deep structure of coastal margins and mid-oceanic ridges. Colston Papers, 1965, 17.