

УДК 551.24.243.6.(571.642)

В. С. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ

**О ВЛИЯНИИ СДВИГОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ
ОСТРОВА САХАЛИНА**

На вероятность наличия вдоль субмеридиональных разломов о-ва Сахалина сдвиговой компоненты смещения (правые сдвиги) впервые обратил внимание П. Н. Кропоткин [6]. Впоследствии при геологических съемках правосторонние субмеридиональные сдвиги отмечены в Восточно-Сахалинских горах [10], на п-ове Шмидта [11] и вдоль зоны Тымь-Поронайского разлома [13]. В обобщающих эти материалы работах [12, 14] автор пришел к выводу, что многие особенности тектоники о-ва Сахалина можно объяснить развитием в кайнозойское время сопряженной системы правых сдвигов субмеридионального, взбросов северо-западного и сбросов северо-восточного направлений.

В последнее время сдвиговые дислокации о-ва Сахалина привлекли внимание ряда геологов [1, 2, 3, 17]. История формирования сдвигов и генетически связанных с ними пликативных дислокаций Северного Сахалина наиболее полно рассмотрена Ю. Н. Годолобовым [1, 2], который выделяет две системы сдвигов. Формирование первой системы определялось двумя крупными глубинными левосторонними [17] сдвигами Западно- и Восточно-Сахалинским, прослеживаемыми вдоль западного и восточного побережий острова. Разломы северо-восточного простирания рассматриваются как трещины скола (сдвиги) с правосторонним смещением блоков, а разломы север-северо-западного и субмеридионального простираний — как трещины отрыва (сбросы) с одновременным левосторонним смещением блоков. Субгоризонтальные напряжения сжатия при формировании подобной системы сдвигов должны быть ориентированы с северо-запада на юго-восток.

Вторая система разломов включает правые сдвиги северо-восточного (азимут 50—60°) и взбросо-надвиги субмеридионального простираний. Подобные разрывы не связаны с Западно- и Восточно-Сахалинским глубинными разломами и смещают или перерабатывают зоны разрывов первой системы. Субгоризонтальные напряжения сжатия были ориентированы в этом случае в широтном направлении. Отмечаются три эпохи активизации таких разрывов (поздний мел—палеоген, средний миоцен, плиоцен — плейстоцен). Разрывы второй системы широко распространены на всей площади о-ва Сахалина. Особенно четко они закартированы на площадях детально изученных каменноугольных месторождений. Структурный рисунок большинства угленосных площадей подтверждает в целом субмеридиональное растяжение и субширотное сжатие складчато-блокового пояса о-ва Сахалина в период сахалинской фазы диастрофизма (рис. 1, а, б, в), но на отдельных участках отмечаются встречные движения блоков, свидетельствующие о субмеридиональной ориентировке максимальных горизонтальных усилий, вызывающих сжатие. На таких аномальных участках правые сдвиги имеют северо-западное простирание, а левые — северо-восточное (рис. 1, г, д).

Взбросо-надвиговые движения вдоль субмеридиональных разломов Южного Сахалина и связанное с ними формирование штамповых анти-

клинальных структур детально характеризованы в работах О. А. Мельникова [7] и К. Ф. Сергеева [14].

Из разрывов первой системы правые сдвиги северо-восточного простираения также отмечаются на всей площади о-ва Сахалина, однако левосторонний характер смещений по субмеридиональным сдвигам противоречит наблюдениям, сделанным на п-ове Шмидта [11], в Восточно-Сахалинских горах [10] и вдоль зоны Тымь-Поронайского разлома [13]. Более того вся система взглядов, обуславливающая формирование сдвигов Северного Сахалина левосторонними смещениями крыльев Западно-Сахалинского и Восточно-Сахалинского разломов, вызывает возражения.

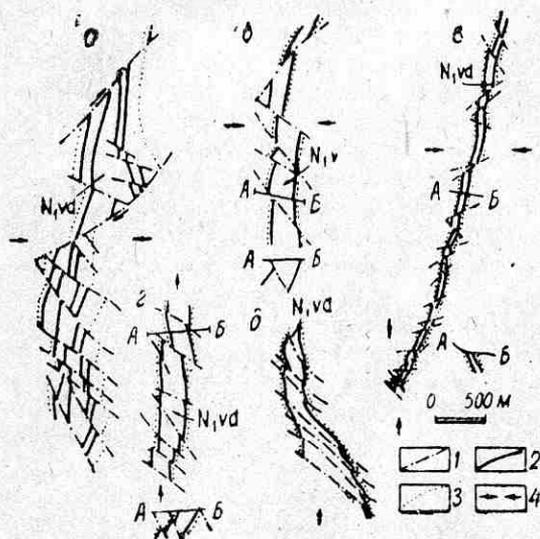


Рис. 1. Дизъюнктивная тектоника каменноугольных месторождений Западно-Сахалинских гор (по В. Я. Посыльному, 1958 г.) 1 — сдвиги; 2 — основные каменноугольные пласты; 3 — стратиграфические границы; 4 — примерная ориентировка близгоризонтальных напряжений сжатия; $N_{1, vd}$ — верхнеудейская свита. Каменноугольные месторождения: а — Мгачинское; б — Усть-Лесогорское; в — Макаровское; г — Лесогорское; д — Александровское

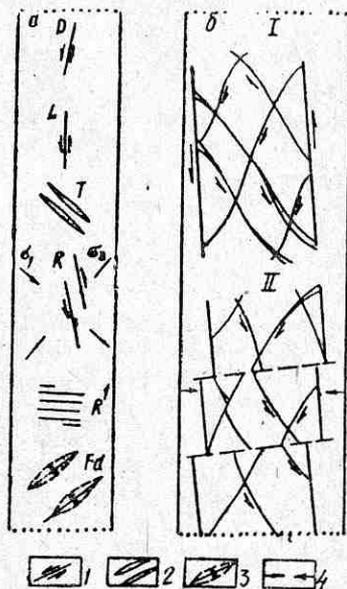


Рис. 2. Теоретическая схема напряжений и структур в зоне скалывания между двумя левосторонними сдвигами (а — по С. С. Стоянову [10], б — по Ю. Н. Гололобову [1])

1 — трещины скола (сдвиги); 2 — трещины отрыва (сбросы, грабены); 3 — антиклинальные складки; 4 — направление близгоризонтальных усилий сжатия и растяжения. I—II — этапы формирования разрывов Северного Сахалина (по Ю. Н. Гололобову [1])

Легко заметить, что сетка сопряженных разрывов первой системы Ю. Н. Гололобова не отвечает теоретической модели парагенезисов структур, образованных парными левыми сдвигами (рис. 2, а), так как правые сдвиги северо-восточного простираения в теоретической модели отсутствуют. Согласно работе В. Н. Павлинова [8], на которого ссылается автор, можно сделать вывод о левостороннем смещении блоков вдоль субмеридиональных разломов Сахалина, в случае левостороннего смещения крыльев Западно-и Восточно-Сахалинского разломов. Складчатые структуры, сопряженные с левыми сдвигами, в подобной ситуации имеют северо-восточное простираение, в расположении складок наблюдается левая кулисность [9, 16]. Однако на о-ве Сахалине подобный структурный рисунок — редкое исключение.

На Северном Сахалине левая кулисность в расположении антиклинальных складок наблюдается в районе Оха — Эхаби. Ю. Н. Гололобов рассматривает Охинский и Восточно-Эхабинский разломы как левые сдвиги. В то же время вдоль северного продолжения Охинского (Хей-

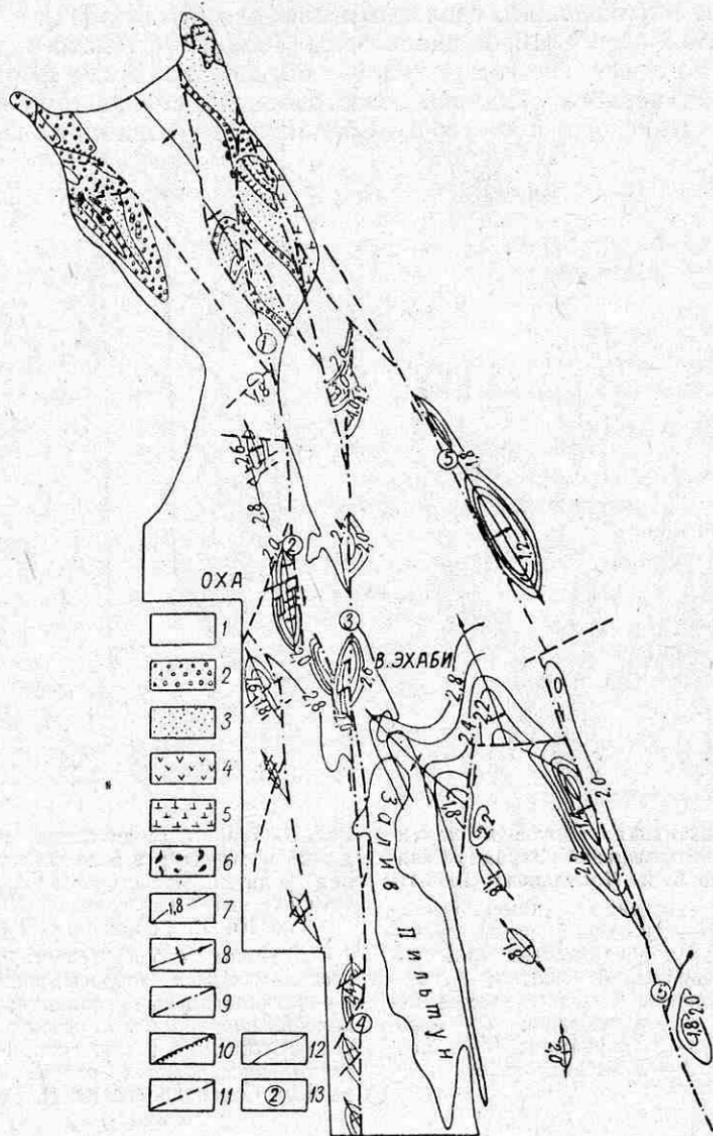


Рис. 3. Схематическая структурная карта северо-восточного Сахалина и прилегающей акватории Охотского моря (стратозогины по В. А. Харахинову)

1 — миоцен-плиоцен-четвертичные нерасчлененные отложения; 2 — олигоцен-нижнемиоценовые отложения (мачигарская и тумская свиты); 3 — верхнемеловые туфогенно-терригенные отложения; 4 — верхнемеловые — нижнепалеогеновые вулканогенные отложения; 5 — офиолиты (ультрабазиты, габбро, спилиты, диабазы, базальты, яшмы); 6 — щелочные габброиды (тешениты, тералиты, кринаниты); 7 — стратозогины (в км) на Сахалине по кровле окобыкской свиты (верхний миоцен), на сопредельной территории по кровле условного сейсмического горизонта, примерно соответствующего кровле окобыкской свиты; 8 — оси антиклиналей; 9 — сдвиги; 10 — надвиги; 11 — прочие разрывы; 12 — стратиграфические контакты, 13 — номера основных разломов: 1 — Хейтонский, 2 — Охинский, 3 — Восточно-Эхабинский, 4 — Паромайский, 5 — Восточно-Сахалинский

гонского) разлома на п-ове Шмидта установлено отчетливое правосдвиговое смещение на 5,5 км [11] контакта меловых и палеогеновых отложений и пояса даек щелочных габброидов (рис. 3). Южное продолжение Восточно-Эхабинского разлома (Паромайский разлом) Ю. Н. Гололов считает правосторонним сдвигом, о чем свидетельствует стереотип складчато-разрывных структур в крыльях разлома [2, рис. 1 и с. 42].

Поэтому структурный рисунок Охино-Эхабинского участка следует рассматривать как аномальный, возникший в зоне сочленения двух правых сдвигов. Левостороннее смещение части свода антиклинальной складки на месторождении Восточное Эхаби, видимо, кажущееся и, возможно, связано с ошибочной параллелизацией разных антиклинальных структур. Во всяком случае, структурный рисунок северо-восточного Сахалина в целом, включая зону Восточно-Сахалинского глубинного разлома (см. рис. 3), не соответствует структурному рисунку зоны парных левых сдвигов (см. рис. 2). Складки здесь имеют северо-западное простирание и лишь в зонах субмеридиональных разломов приобретают субмеридиональную ориентировку. В расположении складок обычно наблюдается правая кулидность.

Восточно-Сахалинский разлом А. В. Журавлев [3] рассматривает как несомненный правый сдвиг. Антиклинали, сопряженные с разломом, располагаются под малым острым углом к нему. В зоне разлома оси этих складок приобретают простирание, параллельное его плоскости, что характерно как для природных объектов [9], так и для лабораторных моделей правых сдвигов [16]. Цепочки антиклиналей, как бы оперяющие Восточно-Сахалинский разлом, располагаются под острым (20—30°) углом к нему и характеризуются правой кулистностью расположения отдельных антиклиналей [3]. Подобный структурный рисунок наблюдается вдоль правосторонних сдвиговых зон во многих районах мира (Венесуэла, Тринидад, Суматра, Новая Зеландия, Калифорния).

К ядрам антиклиналей, расположенных в зоне Восточно-Сахалинского разлома, приурочены интенсивные положительные магнитные и гравитационные аномалии. По аналогии с п-овом Шмидта, где зона разлома доступна для наблюдений (см. рис. 3), их, видимо, следует связывать с протрузиями ультрабазитов. На п-ове Шмидта вдоль Восточно-Сахалинского разлома предполагается правосдвиговое смещение блоков с амплитудой до 7 км [11].

Магнитная карта южного продолжения пояса ультрабазитов п-ова Шмидта подтверждает вывод о сдвиговой природе разлома. На широте залива Пильтун наблюдается резкий изгиб магнитной аномалии, типа горизонтальной флексуры, соответствующий изгибу осевой плоскости антиклинальной структуры. Подобный изгиб хорошо объясняется правосдвиговым смещением крыльев Восточно-Сахалинского разлома (рис. 3, 4).

А. В. Журавлев [3] сопоставляет структурные планы кайнозойских газонефтеносных прогибов северо-восточного Сахалина и Калифорнии (бассейн Лос-Анджелес). Структурные рисунки этих прогибов, обусловленные сдвиговыми движениями (правые сдвиги), очень сходны даже в деталях. Разница заключается в том, что на о-ве Сахалине оси антиклинальных структур ориентированы в направлении северо-восток—юго-запад, а в бассейне Лос-Анджелес—широтнo (рис. 5), что объясняется разной ориентировкой максимальных близгоризонтальных усилий сжатия.

Автор присоединяется к геологам [18], которые склонны связывать формирование альпийских складчато-разрывных структур о-ва Сахалина, образовавшихся в условиях сжатия, с синхронными явлениями растяжения соседних рифтовых впадин (впадины Дерюгина,

Южно-Охотская, Татарский пролив), служивших, видимо, первоисточниками близгоризонтальных сил сжатия. Западно-Сахалинский и Восточно-Сахалинский разломы возникли в связи с этой же системой на-

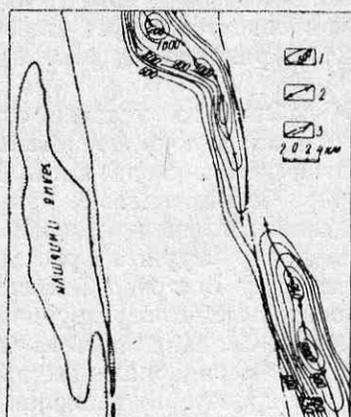


Рис. 4. Магнитные аномалии в зоне Восточно-Сахалинского глубинного разлома (по А. В. Журавлеву, сдвиговая интерпретация автора)

1 — изодинамы (в гаммах); 2 — оси магнитных аномалий; 3 — Восточно-Сахалинский разлом

пряжений и являются правыми взбросо-сдвигами. Кулисообразное (правая кулищность) расположение отдельных антиклинальных складок, простирающихся под углом 20—45° по отношению к меридиональ-

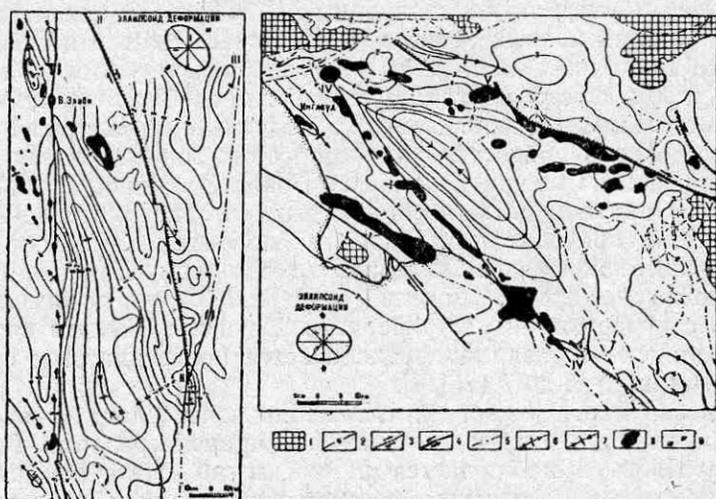


Рис. 5. Схема сопоставления структурных планов кайнозойских нефтегазоносных прогибов Северного Сахалина и Калифорнии (прогиб Лос-Анджелес). По А. В. Журавлеву [3], с изменениями автора

1 — выходы на поверхность Земли докайнозойских образований; 2 — стратоизогипсы (в км) поверхности докайнозойских образований; 3 — сдвиги; 4 — взбросо-сдвиги; 5 — прочие разрывы; 6 — оси антиклиналей; 7 — оси синклиналей; 8 — контуры газонефте-носных структур; 9 — предполагаемое направление близгоризонтальных напряжений сжатия

ному направлению оси Западно-Сахалинского антиклинория, указывает на правый сдвиг вдоль Тымь-Поронайского (Центрально-Сахалинского) и Западно-Сахалинского разломов [6].

В начальные и средние периоды кайнозойской складчатости (поздний олигоцен, средний миоцен, плиоцен) формировались сдвиги субмеридионального, надвиги и взбросы северо-западного и сбросы северо-восточного простираний. Подобный структурный рисунок мог возник-

нуть в результате горизонтального сжатия в направлении северо-восток — юго-запад перпендикулярно простиранию взбросов и надвигов. Многие складчатые структуры, сопряженные с разрывами, формировались в этот период конседиментационно.

В заключительную фазу кайнозойской складчатости (поздний плиоцен — плейстоцен) близгоризонтальные напряжения сжатия, видимо, приобрели субширотную ориентировку, что вызвало образование правых сдвигов северо-восточного и левых сдвигов северо-западного направлений (см. рис. 1), а также взбросов, надвигов и связанных с ними штамповых антиклинальных структур субмеридиональной ориентировки [15]. Эти движения завуалировали первично сдвиговую природу субмеридиональных разломов, которые были трансформированы в зоны сжатия.

Ранее автором плиоцен-четвертичное, вплоть до современного, время рассматривалось как один из основных периодов сдвиговых смещений вдоль субмеридиональных разломов о-ва Сахалина [10—14]. В качестве доказательств приводились следующие данные: хорошая выраженность разломов в рельефе в виде прямолинейных валов и рывин, совпадение осей приразломных антиклинальных складок волочения с осевыми линиями неотектонических поднятий (горных хребтов), материалы о правосдвиговых подвижках блоков во время Ногликского землетрясения 1964 г. [10], результаты изучения современных горизонтальных движений, палеонтологические данные о плиоценовом возрасте смещенных сдвигами отложений.

Однако правосторонние боковые смещения речных русел на о-ве Сахалине не известны а отложения, ранее рассматриваемые как плиоценовые, например, диановская свита на п-ове Шмидта, в настоящая время отнесены к миоцену. На периферии северо-восточного Сахалина, по материалам сейсморазведки, позднекайнозойские отложения почти не нарушены разрывами; тем не менее наблюдаются развороты типа горизонтальных флексур и правосдвиговые смещения магнитных аномалий фундамента, погребенных под кайнозойским чехлом (см. рис. 4). Таким образом, основные сдвиговые смещения вдоль субмеридиональных разломов, видимо, произошли до образования верхней части орогенного комплекса сахалинской фазы диастрофизма (поздний плиоцен — плейстоцен).

Инструментальный анализ смещений на геодинамических полигонах и данные, полученные при изучении землетрясений, указывают на сложный характер современных горизонтальных движений. Во время Ногликского землетрясения (1964 г.) отмечен правый сдвиг крыльев Северо-Сахалинского разлома [10, 12]. В зоне Тымь-Поронайского (Центрально-Сахалинского) разлома за период 1975—1977 гг. выявлен правый сдвиг, со скоростью 16 мм/год. В период 1977—1979 гг. правосдвиговое смещение в зоне этого разлома сменилось на обратное (левый сдвиг) со скоростью до 50 мм/год. В тот же период изменилось направление вертикальных движений крыльев разлома [4].

Процессы формирования разломов очень сложны и еще не совсем ясны даже в классических районах сдвиговой тектоники. Например, в Калифорнии во время землетрясения Техачапи (1952 г.) почти одновременно наблюдались сокращение земной коры вдоль взбросов и формирование нормальных сбросов такого же простирания, что и взбросы [5]. Направление максимального сжатия немного позже стало направлением максимального растяжения. В этом районе грабены располагаются как вдоль оси максимального сжатия, так и вдоль оси максимального растяжения эллипсоида напряжений.

Подобные явления наблюдаются и на о-ве Сахалине. Разломы субмеридионального и северо-западного простираний в общем являются

зонами сжатия (взбросы, взбросо-сдвиги), в то же время эти разломы нередко сопровождаются узкими грабенами, выполненными неогеновыми отложениями, в свою очередь смятыми в сжатые складки. Ширина приразломных грабенов изменяется от нескольких десятков и сотен метров до нескольких километров.

Дополнительные осложнения в строение приразломных зон вносят местные напряжения, связанные с внедрениями вдоль разломов даек интрузивных пород, а также глинистых и серпентинитовых диапиров, образующих в верхнем структурном этаже сложные антиклинальные структуры. Тем не менее общий структурный план деформаций о-ва Сахалина, кулисообразное расположение складок северо-западного простирания и их косая ориентировка по отношению к меридиональному простиранию основных разломов, S-образные изгибы складчатых структур, расположенных между разломами, правосдвиговые смещения блоков фундамента с амплитудой до 25 км, закономерное чередование зон сжатия и растяжения и ряд других признаков говорят о несомненном участии субмеридиональных правых сдвигов в формировании структуры острова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гололобов Ю. Н. Роль сдвигов в формировании структуры Северного Сахалина. — Изв. вузов. Геол. и разв., 1981, № 11.
2. Гололобов Ю. Н. Диагностическое значение парагенезов дизъюнктивно-пликативных структур. — Изв. вузов. Геол. и разв., 1982, № 12.
3. Журавлев А. В. Складчатые и разрывные структуры островной отмели северо-восточного Сахалина и сопредельных районов острова. — В кн.: Основные проблемы нефтегазовой геологии и разработки месторождений Сахалина. М., ВНИИГАЗПРОМ, 1981.
4. Захаров В. К., Василенко Н. Ф., Наумов Н. В. Горизонтальные деформации земной поверхности на островах Сахалин и Шикотан. — Тихоокеанская геология, 1982, № 1.
5. Капфер Д. Г. Деформационные диаграммы, предлагаемые для анализа разломов и складок в орогенических поясах. — В кн.: Геология и геохимия рудных месторождений. М.: Мир, 1971.
6. Кропоткин П. Н., Шахварстова К. А. Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса. М.: Наука, 1965.
7. Мельников О. А. История формирования структуры Южного Сахалина в палеогене и неогене. М.: Наука, 1970.
8. Павлинов В. Н. Глубинные сдвиги и парагенетически сопряженные с ними дизъюнктивные структуры. — Изв. вузов. Геол. и разв., 1977, № 8, № 9.
9. Разлом и горизонтальные движения земной коры. — М.: Наука, 1963.
10. Рождественский В. С. Сдвиги Восточно-Сахалинских гор. — Докл. АН СССР, 1969, т. 187, № 1.
11. Рождественский В. С. Сдвиги в Восточном хребте п-ова Шмидта на Сахалине. — Геология и геофизика, 1972, № 10.
12. Рождественский В. С. Сдвиги северо-восточного Сахалина. — Геотектоника, 1975, № 2.
13. Рождественский В. С. О сдвиговых смещениях вдоль зоны Тымь-Поронайского разлома на о-ве Сахалин. — Докл. АН СССР, 1976, т. 230, № 3.
14. Рождественский В. С. Роль сдвигов в структуре Сахалина. — Геотектоника, 1982, № 4.
15. Сергеев К. Ф. О тектонической природе поднятия Западно-Сахалинских гор. — Тихоокеанская геология, 1982, № 1.
16. Стоянов С. С. Механизм формирования разрывных зон. М.: Недра, 1977.
17. Уткин В. П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980.
18. Харахинов В. В. и др. Глубинная структура Сахалина. — Сов. геология, 1979, № 4.