

УДК 551.436 : 551.243 (571.1)

А. Н. ЛАСТОЧКИН

СООТНОШЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С РАЗЛОМАМИ ФУНДАМЕНТА И СТРУКТУРАМИ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

Рассматриваются взаимная ориентировка гидрографических элементов и связь планетарной и местной трещиноватости с пликативными структурами осадочного чехла. Наиболее распространенные углы встреч и изгибов прямолинейных речных долин подтверждают наличие развитых повсеместно шести систем планетарной трещиноватости. Региональная трещиноватость представляет собой совокупность разрывов одной или нескольких систем, входящих в общепланетарную сеть разломов. Локальная (местная) трещиноватость связана со временем заложения и формирования пликативных структур и морфоструктур и является вторичной по отношению к планетарной. Устанавливается связь между простираниями локальных структур и ориентировкой дизъюнктивных морфоструктур.

Особенности ориентировки разрывных нарушений, выраженных в современном рельефе, одним из первых рассмотрел Хоббс (Hobbs, 1911). В дальнейшем эта проблема получила свое развитие в трудах многих отечественных (Воронов, 1968; Шульц, 1966; Чебаненко, 1963 и др.) и зарубежных (Vening-Meinesz, 1947; Sonder, 1938; Муди и Хилл, 1960; Blanchet, 1957 и др.) исследователей. Выводы об общепланетарных закономерностях в ориентировке разрывных нарушений базируются на геологических и многочисленных геоморфологических материалах.

Определение преобладающих направлений в азимутальном положении разрывных нарушений проводилось путем изучения простираний отдельных разломов (Муди, Хилл, 1960), составления гипотетических моделей сегментов разрывных деформаций (Vening Meinesz, 1947; Scheidegger, 1959), методами интерполяции фактических разломов (Чебаненко, 1963) и статистического анализа распределения разрывов и линеаментов относительно координатной сетки (Воронов, 1968; Воронов и др., 1968 и др.). Первый прием не обеспечивает массовость наблюдений и поэтому не гарантирует правильность определения преобладающих направлений. Второй связан с расчетами, основанными на гипотетических представлениях, которые проверить пока невозможно. Так, Ф. Венинг-Мейнес исходил в своих расчетах из возможного смещения полюсов, А. Шайдеггер — из положения о том, что линии скалывания пересекаются друг с другом под углами в 90° . Метод, выбранный И. И. Чебаненко, также не оправдал себя вследствие субъективного истолкования разнородных материалов, что привело, в частности, к полному отрицанию разрывов ортогональной системы. Статистический анализ разрывов и линеаментов также имеет свои недостатки, так как не дает возможности разделить их по ориентировке на планетарные и локальные (местные). Однако массовость наблюдений обеспечивает объективность и представительность материала, а последующий анализ роз-диаграмм и гистограмм, составленных на различные территории, позволяет определить повсеместно развитые преобладающие простирания.

Существуют расхождения в определении количества систем планетарных трещин. Некоторые исследователи выделяют только диагональные простирания (Волин, 1962), другие считают, что количество систем равно четырем (Шатский, 1955 и др.), шести (Воронов, 1968; Чебаненко, 1963 и др.) и восьми (Муди и Хилл, 1960).

Наряду с диагональными единодушно признается существование ортогональных систем, в связи с чем количество систем никак не может быть меньше четырех. На розах-диаграммах, построенных для обширных регионов (Воронов, 1968; Воронов и др., 1968), обычно выделяется до шести систем. Поэтому речь может идти о четырех или шести системах, составляющих сетку планетарной трещиноватости. Детальное исследование большого статистического материала позволило П. С. Воронову (1968) наряду с установлением ортогональных систем разделить диагональные лучи на две пары взаимно перпендикулярных направлений и определить значения их углов: 305 и 35, 325 и 55°. Установленное эмпирическим путем наличие шести систем и их азимутальное положение он теоретически обосновал влиянием ротационного режима планеты на структуру земной коры. Однако естественная индивидуальность в распределении разрывов и дизъюнктивных морфоструктур по диапазонам простираний, даже для крупных по площади, но разнородных тектонических и геоморфологических областей, требует дальнейшего подтверждения азимутального положения планетарных систем.

Закономерности взаимной ориентировки прямолинейных элементов гидрографической сети

С целью выявления азимутального положения планетарных систем разрывных морфоструктур мы провели анализ величин углов встреч (сочленения) и поворотов (изломов) прямолинейных отрезков речных долин. Под углами встреч понимаются углы между долинами впадающих друг в друга однопорядковых (или близких порядков) рек, а также углы между долинами крупных рек и их притоков.

В долинах крупных рек довольно часто наблюдается изменение первоначального тектонически обусловленного направления их притоков на направление, соответствующее уклонам эрозионного происхождения. Такие изгибы при анализе отбраковывались.

Взаимная ориентировка речных долин непосредственно зависит от пликативных рельефообразующих деформаций. Сравнительный анализ углов встреч речных долин и новейших структур Западно-Сибирской плиты показал, что наиболее острые углы связаны с моноклиналичными новейшими структурами или со склонами крупных положительных структур. Примерами этого могут служить рисунки гидрографической сети южной части Внешнего пояса Западно-Сибирской равнины, южного склона Сибирских Увалов, а также северо-восточной части Вилуйской синеклизы. Углы встреч редких долин имеют наибольшую величину на центриклиналах и в прогибах. Вдоль оси новейших прогибов протекают крупные реки, принимающие притоки чаще всего под прямым углом (Надым, Обь, Пур, Таз и др.). Выше по течению перед участками новейших поднятий углы встреч имеют величины больше 90°. При этом величина угла встречи речных долин зависит от того, какой угол образуется между осью новейшего поднятия и долиной секущей его реки. В изометричных новейших впадинах преобладает центростремительный характер речной сети. Устья рек расположены таким образом, что углы встреч могут быть тупыми и острыми.

Таким образом, величины углов встреч речных долин являются чувствительными показателями дифференцированных рельефообразующих движений. Несомненно, что и углы поворотов (изгибов) связаны с пликативными формами, однако до сих пор закономерности этих связей не установлены.

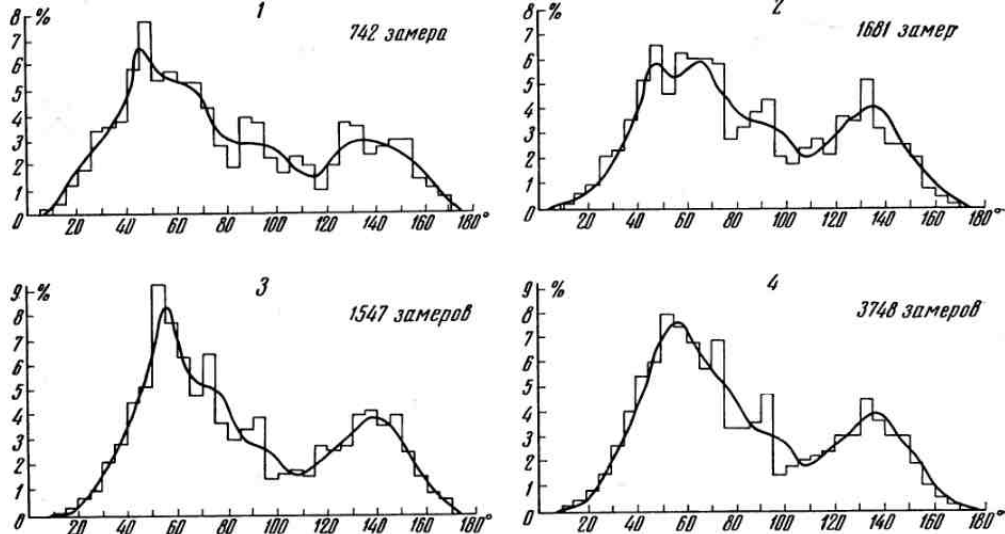


Рис. 1. Сводные гистограммы распределения углов встреч и изгибов прямолинейных речных долин для районов:

1 — п-ва Ямал, 2 — Западной Сибири, 3 — Восточной Сибири, 4 — на всей территории Сибири

Как видно, взаимная ориентировка гидрографических элементов может характеризоваться различными величинами углов встречи и изгибов в связи с многообразием рельефообразующих деформаций пликативного характера. Однако анализ встречаемости этих углов, проведенный в 17 различных по морфоструктурным условиям районах Восточной и Западной Сибири, показал наличие ряда общих закономерностей (рис. 1).

1. На частных и сводных гистограммах выделяются два крупных пика для острых и тупых углов. Чаще всего они осложнены дополнительными максимумами, связанными с углами порядка 30—40, 50—55, 65—75, 105—115, 125—135, 145—155°.

2. Наиболее редко встречаются углы с величинами 75—115°, хотя именно в этом диапазоне происходит суммирование наблюдаемых углов встреч и углов изгибов (таблица).

3. Отмечается большое сходство в распределении величин углов, о чем свидетельствуют похожие друг на друга гистограммы и кривые сглаживания (рис. 1), а также субпараллельные кумулятивные кривые, построенные по тем же данным. Все это указывает на наличие общей закономерности, которой подчиняется взаимная ориентировка прямолинейных гидрографических элементов.

Систематическое проявление перечисленных в пункте 1 максимумов, общий рисунок гистограммы и кумулятивных кривых могут быть интерпретированы лишь с позиции признания шести систем планетарной трещиноватости, азимутальное положение которых определено П. С. Вороновым (1968). Взаимные расположения разрывов, составляющих эти системы, могут образовывать углы в гидрографической сети, имеющие строго определенное количество вариантов ориентировки относительно координатной сетки (рис. 2, таблица).

Как видно из таблицы, наиболее часто встречаемые углы встреч и изгибов речных долин соответствуют их расчетным величинам.

Установив количество вариантов ориентировки для разных углов, нетрудно понять, почему углы в диапазоне от 70 до 115° характеризуются минимальными значениями встречаемости и в то же время углы в 90° имеют место почти на всех гистограммах (рис. 1).

Встречаемость прямых углов в гидросети не превышает обычно 5—6%, в то время как в разрывных нарушениях они наиболее распростра-

**Соотношение расчетных и наблюдаемых углов встреч и изгибов прямолинейных
речных долин**

Расчетные величины углов встреч и изгибов прямолиней- ных речных долин в градусах	20	35	55	70	90	110	125	145	160
Количество вариантов ориентировки углов от- носительно координатной сетки	4	8	8	4	12	4	8	8	4
Наблюдаемые величины углов встреч и изгибов прямолинейных речных долин в градусах	—	30—40	50—55	65—75	90	105—115	125—135	145—155	—

нены (Гришкян, 1968). Это обстоятельство обусловлено другой причи-
ной, установленной в результате проведенных исследований. Прямые
углы встреч характерны больше для речных долин высоких порядков в
пределах линейно-вытянутых прогибов, а их, естественно, значительно
меньше, чем долин малых порядков.

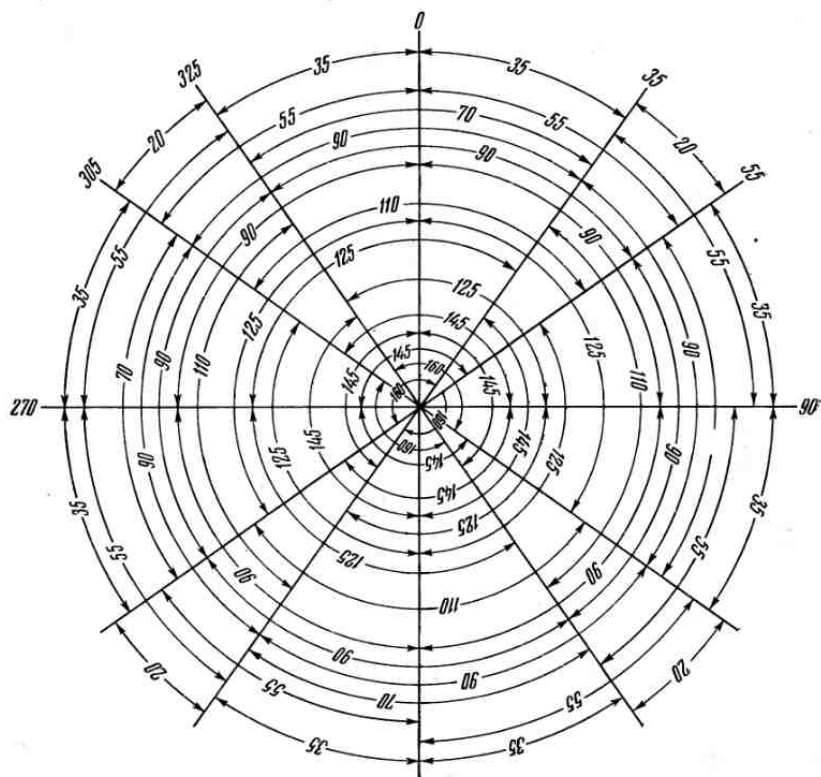


Рис. 2. Соотношение азимутального положения систем планетарной трещиноватости с предполагаемыми углами встреч и изгибов прямолинейных речных долин

Таким образом, во взаимной ориентировке прямолинейных элементов гидросети платформенных равнин преобладают углы с определенными значениями (таблица). Эта особенность рисунка речной сети подтверждает наличие шести систем планетарной трещиноватости с азимутами 360 (0) и 270 (90), 35 и 305, 55 и 325° и может быть использована в качестве геоморфологического критерия выделения и трассирования разрывных нарушений.

Вопрос о соотношении планетарной сетки разрывов с разрывами, ориентированными в зависимости от местных тектонических условий, впервые поставленный Р. Зондером (Sonder, 1938), с практической точки зрения наиболее важен в проблеме планетарной трещиноватости. Во многих районах, благоприятных для изучения разрывной тектоники (щиты, кристаллические массивы), обнаружилось строго закономерное (диагональное и ортогональное) расположение разрывов относительно координатной сетки (Гришкян, 1968 и др.). Для других платформенных областей это подтверждается результатами статистического анализа направлений осей аномалий и зон повышенных градиентов гравитационного поля (Вашилов, Гайнанов, 1968 и др.). Все эти исследования подтверждают идеи Р. Зондера (Sonder, 1938), Н. С. Шатского (1955), С. С. Шульца (1966) и др. о том, что совокупность этих закономерно направленных разрывов определяет все многообразие блоковой тектоники платформ.

Наиболее конкретно о первичном (относительно платформенных структур) характере планетарной сетки разломов писал Н. С. Шатский (1955): «Форма и соотношение синеклиз и прогибов при оседании определяется глыбовой структурой земной коры, т. е. ранее существовавшей или потенциальной сеткой разломов и тектонических швов планетарного характера».

Вместе с тем на современные тектонические карты обычно попадают только те планетарные разломы, формирование и развитие которых было связано или с интенсивным проявлением магматизма (что обеспечило их четкую выраженность в геофизических полях), или с вертикальными и горизонтальными подвижками крыльев разрывов, зафиксированными в смещениях пород и геофизических аномалий. В связи с этим выделяемые разломы имеют обычно характерные для каждого региона простирания (региональная трещиноватость). Это, однако, не означает, что в их пределах отсутствуют разрывы других систем. Последние просто не проявились достаточно четко в формировании пликативных дислокаций и магматической активности. Гетерогенность каждой крупной структурной единицы выражается в «выборе» из своей совокупности планетарных разрывов нарушений одного или нескольких направлений в зависимости от своей собственной ориентировки или от простирания прилегающих геосинклинальных систем.

Вместе с тем в рельефе платформенных равнин с мощным осадочным чехлом фиксируются разрывные нарушения всех планетарных систем (Воронов и др., 1968; Ласточкин, 1969 и др.), в том числе разрывы, не сопровождаемые смещениями (зоны повышенной трещиноватости). Это объясняется главным образом способностью проникновения разрывов вверх по чехлу вплоть до земной поверхности, часто без смещений по ним, механизм которого рассмотрен Бланше и другими исследователями.

Резюмируя сказанное выше о соотношении планетарной и региональной трещиноватости, можно заключить, что наличие первой не исключает существования второй, и наоборот. Планетарная трещиноватость повсеместно распространена в платформенных областях, а региональная трещиноватость представляет собой совокупность разрывов одной или нескольких систем, выбранных из общепланетарной сети.

В качестве примера рассмотрим закономерности ориентировки разрывных нарушений Вилуйской синеклизы и Алданского щита. Для Вилуйской синеклизы региональными принято считать разрывы северо-восточного простирания, обрамляющие наиболее погруженную часть впадины, а для северного склона Алданского щита наиболее характерны разломы субмеридионального и северо-западного простираний. Разрыв-

ные нарушения перечисленных направлений выражены в рельефе. Вместе с тем в пределах Вилуйской синеклизы примерно с одинаковой частотой выражены ортогонально и диагонально ориентированные дизъюнктивные морфоструктуры (Гольбрайх и др., 1968), а для Алданского щита Р. И. Гришкяном (1968) в результате детальных геологогеографических работ были установлены все системы планетарной трещиноватости: 300 и 30, 330 и 60, 00 и 90°.

По вопросу о соотношении планетарной и местной (локальной) трещиноватости существуют две точки зрения. Ряд авторов, отрицая общепланетарную закономерность в ориентировке разрывов, считает, что их распределение по диапазонам простираций является только показателем распределения напряжений, возникших при образовании пликативных структур, или что наряду с региональными разломами глубокого заложения существует локальная трещиноватость, определяемая морфологией и ориентировкой структур (Гольбрайх и др., 1968).

Признавая установленные эмпирические зависимости между элементами залегания слоев и ориентировкой локальных трещин, мы поддерживаем точку зрения Бланше (1957), согласно которой планетарная трещиноватость могла бы проявиться идеально в рельефе и ландшафте только при условии горизонтальной гомогенности земной коры. Отклонение же от закономерной ориентировки разрывов связано с местными пликативными дислокациями. Об этом же пишет С. С. Шульц (1966): «Вместе с ростом локальных структур первичные планетарные трещины теряют геометрическую правильность строения своей сети, когда горизонтальные слои, в которых они образовались, дислоцируются».

Разделение всей совокупности трещиноватости в, том числе выраженной в современном рельефе, на планетарную-первичную и местную-вторичную позволяет по-новому ставить вопрос об унаследованности разрывов. Трещиноватость первого типа характеризуется длительным развитием и подчинена общепланетарным процессам (твердые приливы и отливы в земной коре); появление и развитие местной трещиноватости связано с образованием пликативных структур и морфоструктур. Сеть планетарных разломов определяет конфигурацию и границы крупных платформенных структур и морфоструктур и ориентировку многих локальных структур (см. ниже), тогда как особенности ориентировки и морфологии пликативных форм обуславливают простираание, интенсивность и другие характеристики местной трещиноватости.

Построение карт избранных простираций прямолинейных элементов орогидрографии (мегатрещин, по И. Г. Гольбрайху и др., 1968) на Западно-Сибирскую плиту и Сибирскую платформу показало, что мегатрещины сосредоточены в пространстве далеко не равномерно, а в основной своей массе составляют довольно широкие, протяженные на сотни и тысячи километров ортогонально и диагонально ориентированные зоны. Многие из них нашли свое отражение в геофизических полях, что говорит об их заложении в платформенные этапы развития территорий. Очевидная независимость этих зон от структурно-тектонической гетерогенности фундамента и осадочного чехла платформ позволяет считать данные образования своеобразным фоном, на котором проявляются местные разрывы, связанные с пликативными рельефообразующими деформациями (например, кольцевые и радиальные разломы на мезозойских поднятиях Сибирской платформы и др.).

Простираание дизъюнктивных морфоструктур в пределах каждого незначительного по площади участка подчинено положению этого участка в системе планетарных разрывных зон (Ласточкин, 1969) и пликативным рельефообразующим деформациям. Влияние последних зависит от величины деформаций, которые максимально проявляются в складчатых областях, где затушевываются общепланетарные закономерности ориентировки.

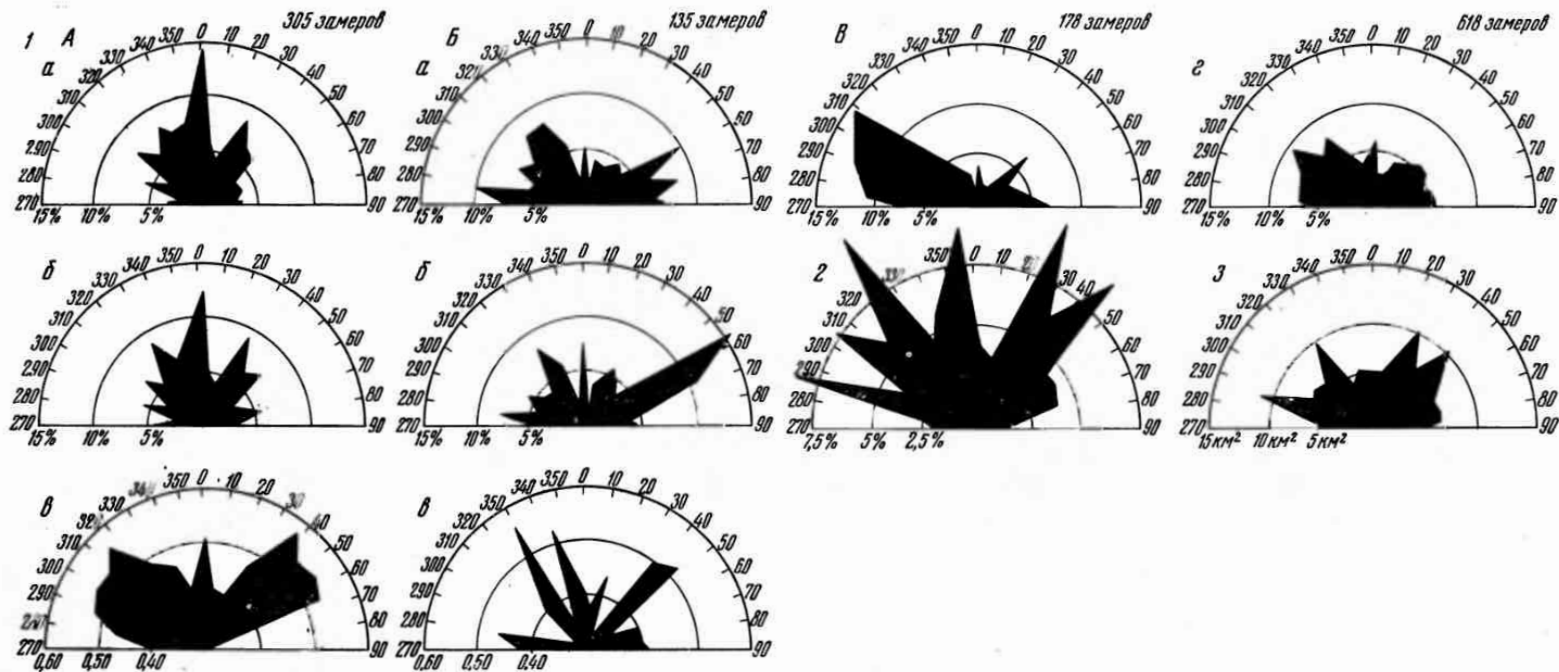


Рис. 3. Распределения количества и морфологических характеристик локальных пликтивных структур по диапозонам простираций.

1. Розы-диаграммы локальных положительных структур: А — Западно-Сибирская плита; Б — Туранская плита, В — Скифская плита (а — распределение количества структур по диапозонам простираций, (%); б — суммарных длин их продольных осей, %; в — средняя удлинённость структур в диапазонах простираций (отношение короткой оси структуры к длинной); г — сводная для эпигерцинских плит (по количеству структур). 2. Распределение суммарной площади структур Западно-Сибирской плиты. 3. Распределение средних площадей структур Западно-Сибирской плиты

Соотношение планетарной, региональной и местной (локальной) трещиноватости между собой, а также с крупными и локальными пликативными структурами и морфоструктурами можно представить в виде схемы.



Особого внимания заслуживает вопрос о генетической приуроченности многих локальных структур к разрывным нарушениям, в том числе к закономерно ориентированным дизъюнктивным морфоструктурам.

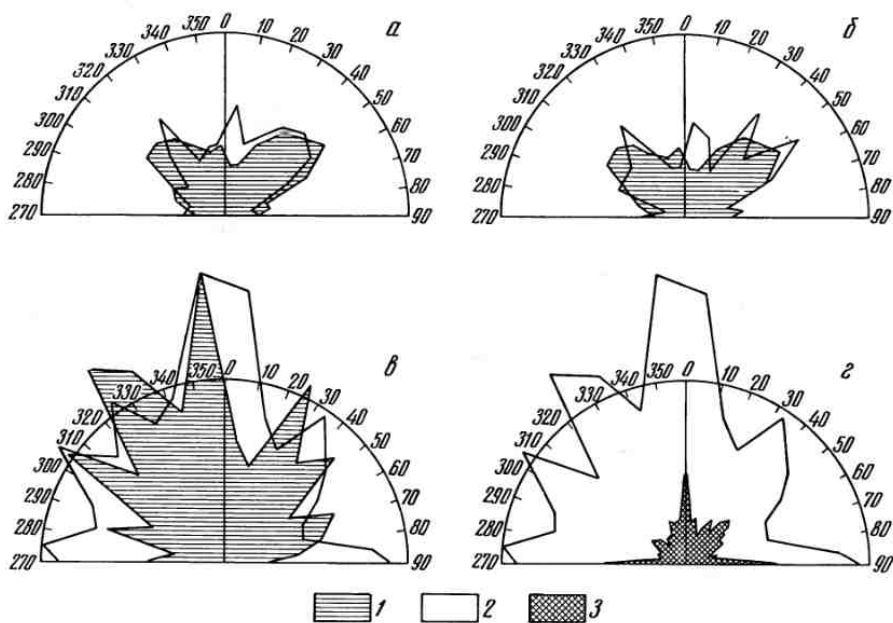


Рис. 4. Сопоставление роз-диаграмм повышенных горизонтальных градиентов силы тяжести локальных структур Западной Сибири с дизъюнктивными морфоструктурами.

а — приуральская часть; б — центральная область (составил Г. Р. Миркин); в — Западно-Сибирская плита в целом; г — розы-диаграммы локальных структур; 1 — то же дизъюнктивных морфоструктур; 2 — то же повышенных градиентов силы тяжести (Ващилов, Гайнанов, 1968) и дизъюнктивных морфоструктур; 3 — то же повышенных горизонтальных градиентов силы тяжести

Изучение локальных пликативных структур эпигерцинских плит показало, что распределение их количества и суммарных длин по диапазонам простираций не одинаково и характеризуется четко выраженными пиками (рис. 3, а, б).

Азимутальное положение преобладающих простираций структур в основном соответствует направлению общепланетарных систем. Отклонения от этой закономерности связаны с различиями в тектоническом строении и развитии плит и их геосинклинального окружения. Так, распределение локальных структур Западно-Сибирской и Туранской плит по орто-

гональным системам зависит, вероятно, от общей ориентировки этих региональных структур. Для Скифской плиты наряду с общепланетарными направлениями наиболее характерны кавказские простирания.

Важен тот факт, что простирания локальных структур совпадают с преобладающими простираниями дизъюнктивных морфоструктур (рис. 4). Это позволяет говорить о том, что ориентировка и распределение в пространстве локальных структур во многом подчинены разрывным нарушениям, входящим в закономерно ориентированные планетарные зоны разрывов и выраженным в современном рельефе.

Анализ морфологии локальных структур в зависимости от их простирания показал, что между положением структуры относительно координатной сетки и ее удлинненностью существует определенная связь. Наиболее вытянутые структуры Западно-Сибирской плиты на диаграмме (рис. 3, в) расположены в «запретных секторах» (Воронов, 1968), в то время как к азимутам общепланетарных простираний тяготеют структуры более изометричные. То же самое можно сказать относительно структур Туранской плиты, хотя диаграмма распределения коэффициентов их удлинненности получилась менее четкая.

Установленные связи между простираниями и морфологическими особенностями локальных структур и ориентировкой дизъюнктивных морфоструктур могут быть использованы при прогнозе структурных ловушек нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

- Вашилов Ю. Я., Гайнанов А. Г. Новые данные о плотностных неоднородностях земной коры и верхней мантии. Докл. АН СССР, 1968, т. 183, № 3.
- Голин А. В. Роль диагональных разрывов в средних широтах северного полушария. Географ. сб., № 15 (Астрогеология). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.
- Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Наука, Л., 1968.
- Воронов П. С., Ласточкин А. Н., Рейнин И. В., Якушев В. И. Закономерности ориентировки линейментов и их наиболее вероятный генезис.—Тр. Арк. и Антарк. научно-иссл. ин-та, т. 258, 1968.
- Гольбрайх И. Г., Забалуев В. В., Ласточкин А. Н., Миркин Г. Р., Рейнин И. В. Морфоструктурные методы изучения тектоники закрытых платформенных нефтегазоносных областей. Л., Недра, 1968.
- Гришкян Р. И. О системной трещиноватости в породах Алданского щита.—В кн.: VI совещание по проблемам планетологии (тез. докл.). Л., Изд-во ВГО, 1968.
- Ласточкин А. Н. Методика и основные результаты выявления разрывных нарушений, выраженных в рельефе Западно-Сибирской равнины.—В кн.: Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопроисловых работах. Л., Изд-во ВНИГРИ, 1969.
- Муди Дж., Хилл М. Сдвиговая тектоника.—В кн.: Вопросы современной зарубежной тектоники. М., Изд-во иностр. лит., 1960.
- Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.
- Шатский Н. С. О происхождении Пачелмского прогиба.—Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол., 1955, т. 39, вып. 5.
- Шульц С. С. О разных масштабах планетарной трещиноватости.—Геотектоника, № 2, 1966.
- Blanchet P. H. Development of Fracture Analysis as Exploration Method.—Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1957, v. 41, No. 8.
- Hobbs W. H. Repeating patterns in the relief and in the structure of the land.—Bull. Geol. Soc. America, 1911, v. 22, No. 2.
- Scheidegger A. E. Stress in the Earth's Crust.—Bull. Geol. Soc. America, 1959, v. 70, No. 12, part 2.
- Sonder R. A. Die Lineamenttektorik und ihre Probleme Eclog. Geol. Helv., 1938, v. 31.
- Vening-Meinesz F. A. Shear patterns in the earth's crust. Trans. Amer. Geophys. Union, 1947, No. 1-2, v. 28.