

Б.А. Занкевич

АНАЛИЗ РЕГМАТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАЗЛОМОВ ДОКЕМБРИЙСКОГО ФУНДАМЕНТА УКРАИНСКОГО ЩИТА

Структурные ансамбли разломов геологических карт докембрия Украинского щита, «стационарные» максимумы азимутальных диаграмм разломов диагональной и ортогональной систем сопоставлены с известными ортогональными схемами регматических сетей разломов щита К.Ф.Тяпкина, с иерархической схемой разломов-сдвигов Д.Муди – М.Хилла, с диаграммами структур моделей сдвига С.С.Стоянова.

Ключевые слова: регмагенез, разломы, разломные зоны, сдвиги, тектоника, Украинский щит.

Введение. Геологическая наука в рамках собственной методологии традиционно имеет дело с эмпирическими аспектами регматической сети, латеральными её проявлениями – структурными планами, картами и разрезами разломных зон и разломов. В начале – с формой и масштабами разломных структур; далее – с иерархическим пространственным соотношением разноранговых разломов; затем – с вероятными механизмами их образования. Изучение регматических сетей представляет не только теоретический, но и прикладной, металлогенический и инженерно-геологический интерес. Разломные зоны Украинского щита характеризуются неоднократными тектоно-магматическими активизациями (ТМА) и металлогенические исследования сопутствующего оруденения часто касались вопросов регулярности структурного плана разломов.

Последнее обстоятельство определяет **актуальность региональных исследований**, ориентированных на совершенствование моделей регмагенеза и способов изображения разломной сети, а в прикладном отношении – на уточнение структурных критериев минерагенического анализа. Особенность **объекта исследований** – линеаментов, региональных разломных зон и глубинных разломов докембрийского фундамента УЩ – несоизмеримая с человеком масштабность. Это ведет к использованию моделей – картографических и тектонофизических как инструмента рассмотрения природных совокупностей разломов; чему обязаны методологические акценты данной статьи. Выполненный ранее анализ структурного ансамбля разломов мегаблоков УЩ [14] продолжен здесь рассмотрением на (суб)региональном масштабном уровне разломных сетей. **Предметом исследования** являются региональные структурные планы УЩ, латеральные совокупности разломных зон и разломов, их «модельные» изображения. **Цель** – выявление пространственно-генетических закономерностей разломной сети фундамента УЩ путем обобщения результатов проведенных исследований разломно-блоковой тектоники и аналогии природных структурных планов с тектонофизическими моделями разломно-сдвиговых зон.

Исследование региональной сети разломов формализовано сведено нами к аналоговому сопоставлению данных картографического анализа разломов УЩ в виде азимутальных диаграмм разломов с соответствующими диаграммами тектонофизических моделей сдвиговых зон [16]. Из положений статьи и интерпретации результатов очевидно, что наш подход является вариантом редуцированного к 2-d картографическим материалам УЩ структурно-парагенетического анализа Л.М. Расцветаева [15], принятого в качестве базового. Такой адаптированный структурно-парагенетический подход к анализу разломных сетей мы успешно апробировали на масштабном уровне рудных районов Среднеприднепровского, Ингулецкого и др. мегаблоков УЩ на примерах структур рудных полей и месторождений Fe, U, Au [1,2,4,10,8,9,13]; а также территорий, периферических относительно щита: ДДВ и СЗ шельфа Черного моря [5,11,12].

Постановка проблемы. Близкое к современному содержание термина «регмагенез» начинается с работы A.Verronet (1911); в качестве рабочей гипотезы оно стало основой концептуальной модели регмагенеза как общепланетарного развития существенно

сдвиговых разломов и линеаментов земной коры, производных тангенциальных скалывающих напряжений (диагональных пар сил сдвига и меридиональных сил растяжения-сжатия), в свою очередь обусловленных изменениями режима ротации и полярного радиуса геоида.

Регматическая сеть линеаментов геоида – это видимый результат регмагенеза, следствия глобальных ротационных и эндогенных процессов. Методологически регматическая сеть – это «вершина айсберга» проблем регмагенеза, большую часть которого представляют эндогенные составляющие тектоногенеза. Кроме данных геологии, к решению проблем обычно привлекаются и данные планетологии, астрономии. Ротационный режим геоида определяется гравитационным взаимодействием с Луной, Солнцем и планетами, а его интенсивность зависит от положения Солнечной системы на галактической орбите. Региональные проявления, геологические описания и комментарии регматической сети в научной литературе многообразны; чаще её изображали в виде регулярной сети разломов того или иного порядка на специализированных картах и схемах, а также – на гистограммах и круговых азимутальных диаграммах разломов тех или иных районов.

Это проблемное направление разломной тектоники освещалось в работах известных геологов: Личков Б.Л., 1944; Пейве А.В., 1945, 1956, 1960; Суворов А.И., 1973; Хобс В., 1951; Зондер, 1956; Д. Муди, М. Хилл, 1956; Ли-сы-гуан, 1957; Стовас М.В., 1958, 1963, 1975; Каттерфельд Г.Н., 1959, 1962 и др.; Долицкий А.В., Кийко И.А., 1963; Воронов П.С., 1968; Хаин В.Е., 1973; Шульц С.С., 1966, 1971, 1973 1979; Квет Радан, 1982; Полетаев А.И. и др., 1983, 1986; Мирошниченко В.П., 1984; Иванов Л.Б., Лекёрова А.А., 1985; Гарбар, 1987 и др.; Cloos E., 1949; Hobbs W., 1912 и другие. В этом ряду есть и украинские геологи, исследователи теоретических и прикладных аспектов разломных сетей УЩ: Бондарчук В.Г., 1946, 1960; Чебаненко И.И., 1963, 1966; Чекунов А.В., 1972; Соллогуб В.Б., 1986; Старостенко В.И. и др., 2007; Субботин С.И., 1975; Тяпкин К.Ф., 1974 и др.; Довбнич М.М., 2007; Галецкий Л.С., 1974; Гинтов О.Б., 2005 и др.; Князев Г.И., 1973 и другие. В итоге этих исследований структура и механизмы разломно-блоковой делимости земной коры могут представляться как структурно-функциональные параметры концептуальной модели регмагенеза, а по уровню изученности элементов – феноменологической.

Региональные проявления разломов-сдвигов, интересующие нас в пределах УЩ, освещали Г.Н. Каттерфельд и И.И. Чебаненко [18] в качестве следствий сдвиговых дислокаций планетарных линеаментов. Ускорение/производная скорости вращения Земли с периодичностями галактического года активизирует разломы планетарной сети за счёт широтных инерционных сил блоков литосферы. Такая интерпретация генезиса регматической сети дополнялась в работах И.И. Чебаненко региональной структурно-геологической и тектонофизической, а также экспериментальной аргументацией; вместе с тем «в тени», за пределами обсуждения оставались пространственно-кинематические связи линеаментов с разломами высоких порядков.

Регматические сети региональных разломов карт-схем УЩ по К.Ф. Тяпкину [17] и др. имеют геолого-геофизическое обоснование; ортогональные пары разновозрастных разломов, пересекаясь, образуют разломные сети. Разновозрастные сети равнопорядковых разломов, накладываясь с угловым смещением ($\approx 15^\circ$), зависящим от угла скалывания горных пород, создают полигональный структурный план земной коры. Но представление «априори» о регулярном наложении с угловым смещением однопорядковых по масштабу и одновозрастных разломов методологически лишь усложняет проблему «соответствия-несоответствия» известных ортогональных схем и природных разномасштабных совокупностей картируемых разломов УЩ.

Регматическая сеть на специализированных картах-схемах К.Ф. Тяпкина, вне зависимости от масштаба изображаемых разломов и размеров ячеек сети, заметно отличается от структурного плана разломов на геологических картах разных авторов, что связано с рядом обстоятельств:

– совокупность разломов геологической карты отличается меньшей полнотой и регулярностью, большей фрагментарностью, так как разломы, «залеченные» магматогенными и седиментогенными процессами картируются не всегда;

– на специализированной карте-схеме показаны не только достоверно выявленные по комплексу геологических методов разломы, но и разломы (и их фрагменты), предполагаемые по косвенным признакам-индикаторам (отдельным методам);

– интерпретация исторической совокупности разломов как регулярных ортогональных сетей обусловлена на картах-схемах объединением, генерализацией в общей линии достоверных разломов разного порядка и возраста с «предполагаемыми», экстраполированными разломами.

Поводом к линейной интерпретации таких схем по К.Ф. Тяпкину, В.Н. Гонтаренко, [17] *de facto* является «стационарность» основных максимумов интенсивности разломов на гистограммах (и круговых диаграммах). Теоретической же основой является ссылка на регулярность полей напряжений ротационного генезиса в земной коре. У нас нет сомнений в достоверности исходных для этих карт-схем, *разномасштабных* структурных данных, обоснованных геологически и геофизически. Но *объединение разномасштабных (и разновременных)* разломов в ортогональные пары регматической сети на региональных схемах **методически условно**. Линии карт-схем – это *не (пара)генетические* соотношения разломов соизмеримого масштаба; скорее – *генерализованные направления* простираения зон – дискуссионно объединенные различные геологические данные.

Учитывая и нижеследующее, в генетической значимости карт-схем, в парагенетической связи разломов, в виде ортогональных сетей можно усомниться и основания для этого таковы:

– неполное совпадение азимутов простираения основных максимумов разломов соответствующих масштабных рангов на круговых диаграммах (и гистограммах) различных участков, районов и регионов (традиционно объясняемое погрешностями замеров);

– неубедительность экстраполяции схематических линий разломов карт-схем территории на участки, где они недостоверны, т. е. где разломы предполагаются либо отсутствуют;

– объединение в одну ортогональную сеть разломов разного масштабного ранга и возраста в качестве «равноправных» элементов карт-схем (и достоверных и предполагаемых разломов);

– отсутствие обоснованных механизмов образования природных разломов в совокупности ортогональных ячеек регматических сетей разного масштаба, но одной ориентировки, (т. е. механизмов, конформных наблюдаемым «сдвиговым» элементам разломных зон и их диаграмм);

– в интерпретациях ортогональных схем регматической сети не учтена известная в природе и тектонофизических моделях разломно-сдвиговых зон иерархичность разноранговых структур и ее причины – влияния новообразования разлома на поля напряжений высшего уровня;

– морфогенетические аналоги азимутального спектра структур второго порядка (и выше), выявленные в зонах динамического влияния глубинных разломов УЩ, отвечают сдвиговым структурным рисункам «вторичных структур» в тектонофизических моделях разломных зон;

– в отличие от схем, ортогональность разломных зон на картах УЩ видна при достаточной их генерализации; детализация же структурных планов в рудных районах выявляет расщепление разломов, близкое к фрактальной схеме разломов-сдвигов Д. Муди – М. Хила (рис.1).

Вопросы методологии. Собираемый образ регматической сети УЩ на азимутальных диаграммах разломов проявлен опосредованно, в постоянстве/«стационарности» азимутов основных максимумов диаграмм. Эту

«стационарность» (по сути – унаследованность) направлений регматической сети мы видим в азимутальных группах разломов, выходящих за пределы конкретных вещественных или структурно-формационных комплексов докембрия УЩ. Абстрагированные изображения регматической сети на азимутальных диаграммах разломов фундамента придают концептуальной модели регмагенеза качества статистической модели.

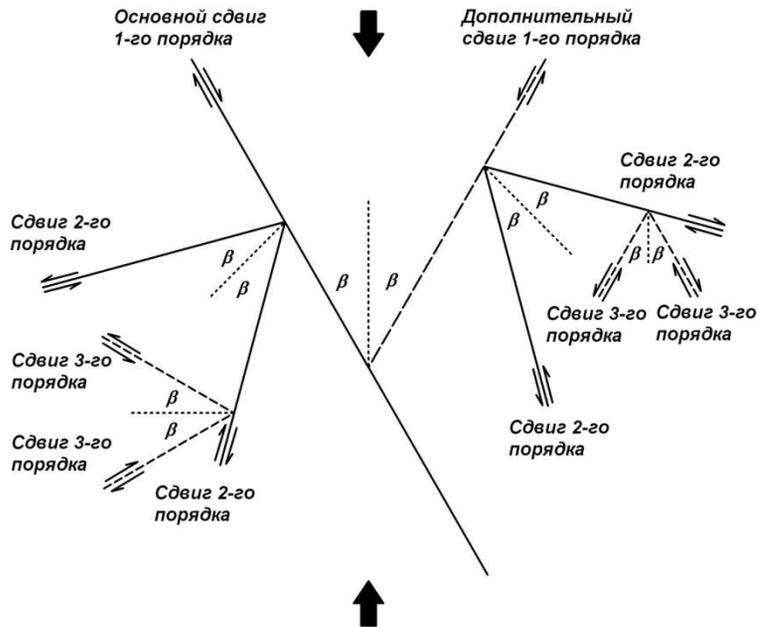


Рис. 1. Схема направлений основного разлома-сдвига и оперяющих разломов по Д. Муди, М. Хиллу [19] с упрощениями. Угол скалывания – $\beta = 30^\circ$

«Стационарность» максимумов азимутальных диаграмм диагональной и ортогональной систем проявляется на разных масштабных уровнях исследования разломов фундамента и в меньшей мере – чехла. Максимумы *совокупности разломов всех рангов* статистически имеют «интегральное» содержание, зависимое от методик построения диаграмм, но количество разломов по направлению слабо связано с их рангом. Очевидно, регматические сети карт-схем К.Ф. Тяпкина образуют максимумы диаграмм в направлениях разломов сети. Но «стационарными» максимумы диаграмм разломов будут и в структурных планах существенно иной, фрактальной геометрии – наподобие иерархической схемы «чистого» сдвига/сжатия Д. Муди – М. Хилла, значимой для изотропных сред и существенно отличной от ортогональных схем одноранговых разломов.

В интерпретации генезиса регматической сети разломов регионального уровня весьма перспективны аналогии диаграмм разломов УЩ с круговыми диаграммами вторичных структур тектонофизических моделей разломно-сдвиговых зон, их структурными рисунками [14]. Для таких 2-d аналогий докембрийских площадей с квазидвумерными моделями мы сопоставляли азимутальные «эмпирические» диаграммы природных разломов, построенные по нормированным замерам простираения («азимут-длина/длина минимального разлома»), и «эталонные» диаграммы-палетки (рис. 2) вторичных структур тектонофизических моделей разломно-сдвиговых зон С.С. Стоянова [16]. Эти модели корректны по условиям подобия для хрупких, хрупко-пластических деформаций, преобладающих в земной коре; «эмпирические» же и «эталонные» диаграммы статистически обоснованы. Как региональный объект УЩ подобен в разрезе этим квазидвумерным моделям по отношению латеральных размеров к глубине геолого-

геофизической изученности фундамента. Так как структурные рисунки (при)разломных зон УЩ формируются фрагментарно, но выдерживаются статистически, то в аналогиях с моделями приоритет имеют азимутальные «эмпирические» и соответственно «эталонные» круговые диаграммы структур.

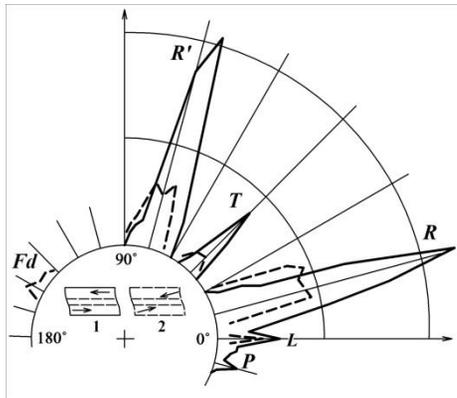


Рис. 2. Диаграмма вторичных структур сдвиговых зон скальвания по книге [16]
1 – в условиях сдвига/среза;
2 – сдвига с наложенным поперечным сжатием (транспрессия)

Из-за разного содержания терминов «структурный парагенез(ис)», «структурный рисунок», «структурный ансамбль» разных тектонических школ приоритет в изучении структур имеют те или иные методы анализа. Применение терминов (и соответствующих методов) определяется не столько их ограничениями/недостатками, сколько целями исследования, корректностью задач, которые в свою очередь определяются концептуальностью подхода и возможностями методик. Таким образом, методологически необозначенное различие может вести к дискуссиям в оценках результатов структурно-парагенетических исследований представителями разных школ.

Содержания терминов приняты здесь по А.В. Лукьянову, И.Г. Щербе (1972): *структурный парагенез(ис)* – комплекс простейших структурных форм, составляющих единую тектоническую зону, связанных ...пространственным единством и устойчивостью/повторяемостью; *структурный рисунок* – упорядоченное множество одновозрастных парагенезов. (Структурные рисунки/квасисинкинематичные диспозиции разломов разного ранга сложены парагенезами, как ряды формаций – формациями...) Типы парагенезов структур: сжатия, растяжения, сдвига – отражают геодинамику (кинематику и реологию) условий формирования. Историческая совокупность структурных рисунков составляет *структурный ансамбль* территории.

Дискутируемые же оценки *синкинематичности* обусловлены различием **масштабов временной шкалы структурообразования** (для одноактного разломообразования – *деформирования*) разновозрастных и унаследованных структурных рисунков УЩ. Иерархические совокупности складчатых и разломных структур УЩ – сформированные исторически структурные рисунки и ансамбли отображены на геологических и металлогенических картах. Независимо от разновозрастности структурные рисунки, угловые сочетания разломов и разломных зон в плане докембрийского фундамента достаточно характерны, чтобы искать на картах аналоги структурных рисунков разломов второго порядка, известных для «модельных» разломно-сдвиговых зон.

Геологические карты формально рассматриваются здесь как официальные, опубликованные графические 2-d модели разломно-блокового строения фундамента щита. При этом базовые составляющие использованных аналогий уже достаточно апробированы. У моделей разломно-сдвиговых зон есть тектонофизическое, теоретическое и экспериментальное обоснование [16; и др.]; у разломных зон и разломов УЩ – обширное геолого-тектоническое и интерсубъективное картографическое обоснование. Сходимость полученных нами ранее оценок субрегиональных разломных

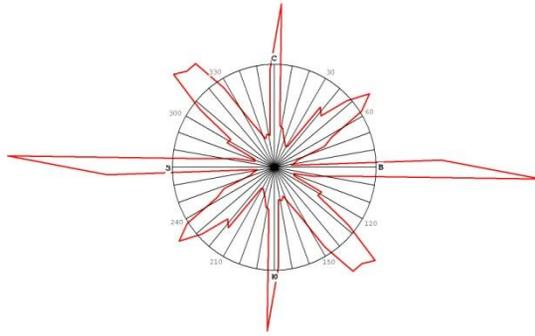
зон в разных блоках УЩ [14, 20] как существенно сдвиговых, статистическая представительность эмпирических диаграмм разломов для геологических карт м-ба 1:1 000 000 (и детальнее) – основа корректности рассматриваемых аналогий с моделями и для УЩ в целом.

В разломных зонах УЩ *малоамплитудная* сдвиговая компонента региональных дислокаций часто выявляется традиционным методом реперов и выражена в смещениях разломов. Реализуются они в условиях комбинации деформации простого сдвига/среза: с поперечным сжатием (транспрессия) или растяжением (транстенсия). Сдвиговая компонента присутствует (но не всегда заметна) в таких комбинированных ситуациях; однако, разломы-сдвиги, -взбросы и -сбросы тектонофизически могут рассматриваться как «физический сдвиг» – относительное смещение блоков/крыльев разлома. Сдвиги в зонах разломов, наряду со слабой обнаженностью УЩ, маскируются комбинированной кинематикой разломов, инверсиями направлений смещения блоков, многоактностью тектонических деформаций и активизаций, внедрением аллохтонных тел. Малоамплитудные сдвиги разломов – это лишь видимые следствия региональных деформаций сдвига, закономерно «организующих» структурные планы более обширных (при)разломных зон.

Разломно-блоковая концепция, в частности и сдвиговая тектоника, может рассматривать не только смещения блоков/крыльев главных разломов, но и производные от таких смещений, структурные следствия деформации сдвига. Комплексы структур второго порядка, вероятно парагенетически связанных, в этом смысле – «вторичные» складчатые и разрывные структуры (структурные рисунки) УЩ, можно рассматривать на диаграммах как сумму разновозрастных структур зон динамического влияния крупных разломов в аналогии с моделями сдвиговых зон. Блоковая делимость разного ранга, характерная для активизаций УЩ, это самый контрастный фактор механической анизотропии разломных зон со сдвиговой компонентой деформаций; но он не меняет типовых для сдвига структурных рисунков разломов второго ранга в плане фундамента.

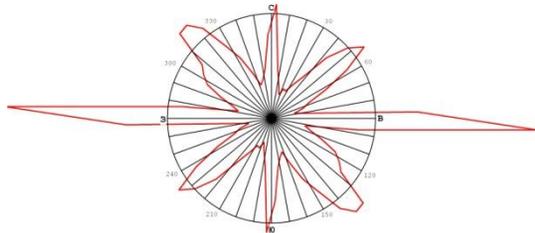
Кинематика вторичных структур в моделях сдвига может быть описана «спектром» их тектонофизических (дис)позиций: Fd, P, L, R, R', T, созданных перестройкой начального поля напряжений. Те же дискретные угловые соотношения (от 10-15°, до 30°) разломов, присущи и структурным планам (при)разломных зон, районов УЩ и азимутальным диаграммам. Аналогия природных структур/диаграмм и «модельных», прямо не оценивает кинематику каждого разлома второго порядка и историю кинематики (при транстенсии и транспрессии компонента сдвига часто не замечается). Анализ совокупности разломов района методически формализовано выявляет во всех случаях компоненту сдвига *главного «структурообразующего» направления*; затем – аналогию азимутальных групп и отдельных разломов сдвиговому «спектру» и тем самым – возможную, модельно «разрешенную» кинематику, согласно их позиции в «спектре». *Главное «структурообразующее» направление* при активизациях и инверсиях (суб)регионального сдвига становится уже «*структуроорганизующим» направлением* для разломов второго порядка.

Результаты и обсуждение. Морфология азимутальных диаграмм УЩ (рис. 3.1-3.8) несколько отличается от «эталонных» (см. рис. 2), но сохраняет «константы» угловых соотношений максимумов, отражающих пространственно-генетические связи разломов, по сути – производных региональных сдвиговых деформаций. Различия «длины лучей» могут определяться: частотой встречаемости разломов по направлениям, анизотропией среды структурообразования, концептуальной позицией авторов карт. Диаграммы статистически выделяют по направлениям разновозрастные совокупности разломов УЩ; среди них есть и полные, и фрагментарные структурные рисунки сдвига разломов второго порядка, создающие основу рассматриваемых аналогий диаграмм разломов природных и модельных сдвиговых зон.



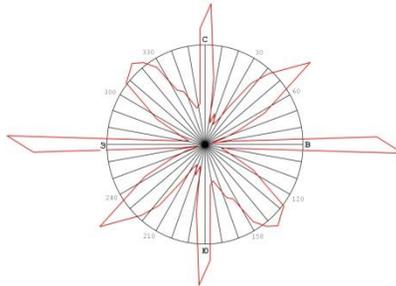
3.а

Рис. 3.а-з Диаграммы простираения разломов УЩ (интервал 5°); составила Н.В. Шафранская
 3.а – «Геологічна карта докайнозойських утворень України», м-б 1:1 000 000; ДГС України, 2007; ред.: Калінін В.І., Круглов С.С., Гурський Д.С.



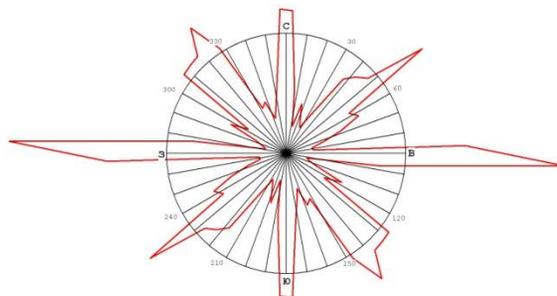
3.б

3.б – «Прогнозно-металлогеническая карта ... фундамента Украинского щита», м-б 1:1 000 000; КП «Кировгеология», 2002; ред. Кузьмин А.В.



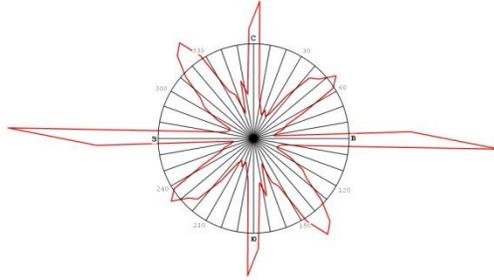
3.в

3.в – «Карта разломно-блоковой тектоники Украинского щита», м-б 1:1 000 000; ЦТЭ Мингео УССР, 1984; ред. Каляев Г.И.



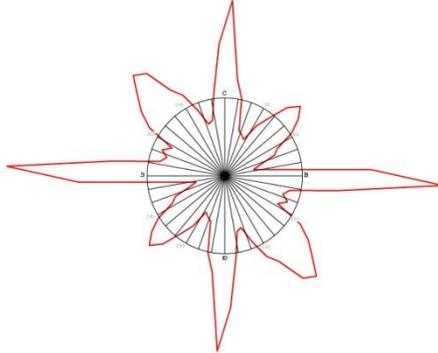
3.г

3.г – «Комплексна металогенічна карта України», м-б 1:1 500 000; ДГС України, 2002; ред. Гошовський С.В.



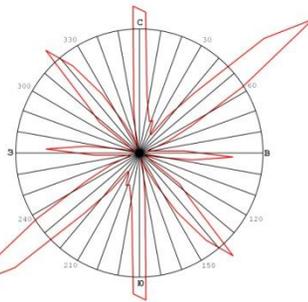
3.д

3.д – «Комплексна металогенічна карта України»; м-б 1:500 000; ДГС України, 2002; ред. Гошовський С.В.



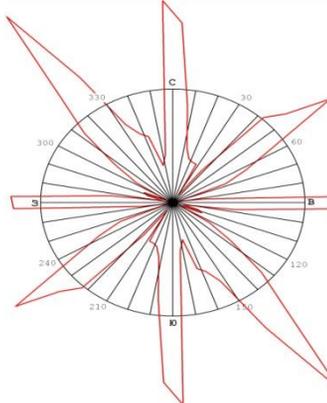
3.е

3.е – «Прогнозная карта ... кристаллического основания Украинского щита», м-б 1:500 000; Кировская экспедиция, 1978; гл. ред. Олейник О.А.



3.ж

3.ж – «Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР», м-б 1:1 000 000; Мингео СССР, 1988; ред. Крылов Н.А.



3.з

3.з – «Тектонічна карта України», м-б 1:1 000 000; ДГС України, 2004; Гурський Д.С., Круглов С.С.

Эмпирические азимутальные диаграммы простирания разломов УЩ являются базовыми для сформулированных ниже основных результатов исследования. Несмотря на дискуссионность объединения разновозрастных и разноранговых структур УЩ в диаграммах, последние сохраняют узнаваемые аналогии с диаграммами вторичных структур моделей сдвига С.Стоянова. Фундаментальная устойчивость этих аналогий, по-видимому, обусловлена ведущей ролью существенно сдвиговой деформации в разломообразовании щита; а при активизациях – с перманентным унаследованием созданных сдвигом разломно-блоковых неоднородностей. Результаты обсуждаются в свете тематических данных, полученных нами ранее [3, 5, 6, 12, 14, 20], а также – известных геологических и тектонофизических представлений о разломных зонах УЩ.

1. Рассмотрены соотношения структурного ансамбля разломов геологических карт УЩ с модельными представлениями в виде ортогональных схем регматических сетей, и в виде основных «стационарных» максимумов азимутальных диаграмм разломов фундамента:

а) на картах УЩ проявляются структурные планы однопорядковых, генерализованных до субрегионального масштаба, разломных зон (подобно регматическим ортогональным схемам), но, по совокупности геологических данных они не представляют парагенетические связи разломов;

б) на азимутальных диаграммах разломов УЩ основные «стационарные» максимумы ортогональных и диагональных систем отвечают генерализованным направлениям разломных зон и глубинных разломов щита, как и простираниям множества высокопорядковых разломов.

2. На азимутальных диаграммах разломов УЩ сателлитные пики образуют угловое смещение относительно максимумов ортогональных и диагональных систем, характерное для дискретного «спектра» направлений разломов второго порядка в моделях сдвига. (Квази)ортогональные пары разломов: L-R' и L-L' совместно и «внемасштабно» входят в основные максимумы диаграмм.

3. Разломно-блоковая и кинематическая гетерогенность разломных зон фундамента УЩ, интересубъективность картографических данных в целом не меняют присущие сдвигу угловые сочетания основных максимумов и сателлитных пиков диаграмм. Эта устойчивость – следствие доминанты существенно сдвиговых деформаций разломообразования и унаследования ранних направлений региональной сети при активизациях, инверсиях разломов-сдвигов первого порядка.

Максимумы азимутальных диаграмм разнопорядковых разломов УЩ (как и отдельных диаграмм аллохтонных малых геологических тел: даек, линейных тел метасоматитов, рудных тел, участков наложенной минерализации) [3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20] при последовательных совмещениях с поворотом «эталонной» диаграммы-палетки совпадают в аналогиях сдвигового «спектра» структур с направлениями основных разломов регматической сети либо с производными от них разломами второго порядка. Так, в (при)разломных зонах структурные позиции геологических тел позволяют использовать их как вещественно-возрастные реперы/индикаторы сдвига, а опосредовано – и как структурные реперы. На масштабном уровне мегаблоков УЩ ранее мы показали [14], что анализ диаграмм/гистограмм разломов и структурных планов выявляет ведущую роль региональной сдвиговой компоненты дислокаций в организации разломных зон, совокупностей разломов мегаблоков и структуры щита в целом.

В картируемых совокупностях разломов смежных иерархических рангов угловые соотношения в структурных рисунках типичны для стадии разрушения моделей разломно-сдвиговых зон. В активизациях регматической сети УЩ с изменением стресса первичная кинематика разломов второго порядка вынужденно эволюционирует, компенсируется относительными смещениями блоков, бывает и нетипичной; при инверсиях основного сдвига так же меняются и смещения «синтетических» структур второго порядка. В условиях разломно-блоковой делимости УЩ малоамплитудная компонента сдвига региональных активизаций зон динамического влияния и пересечения глубинных

разломов реалізувалась избирательно, как селективная и адаптивная. Анализ диаграмм и структурных рисунков в комплексе выявляет и такие латентные формы сдвиговой деформации – локальные проявления унаследования; видны они в тектонофизических позициях даек, рудоносных тел в узлах пересечения разломов [1, 3, 8, 9].

Закономерная дискретность азимутальных ориентировок разломов (и осей складок) выявлена разными методами в зонах динамического влияния глубинных разломов докембрия, имеющих сдвиговую компоненту дислокаций. Латеральные диспозиции субрегиональных и локальных структур (разломов и контролируемых ими геологических тел) диагностированы как типовые для сдвиговой деформации в аналогиях с корректными моделями разломно-сдвиговых зон. Эта морфогенетическая аналогия обязана «пилотным» механизмам физического сдвига структурообразования земной коры, распространённости существенно сдвиговых деформаций, ротационным и глубинным геодинамическим причинам [1-14, 20]. Сочетания разломов в плане УЩ, их структурные рисунки, как и основные и сателлитные максимумы диаграмм, отражают существенную роль сдвиговой составляющей в истории развития разломов регматической сети.

Заключение. Традиционное понимание регматической сети диагональной системы глобальных линеаментов как глубинных разломов-сдвигов первого порядка, отвечающее «эллипсоиду деформации» вращающегося геоида, дополняется здесь результатами проведенного анализа (суб)региональных разломных сетей УЩ; наши данные [1-14,20] свидетельствуют о ведущей роли механизмов сдвиговой деформации в развитии иерархической структуры коры.

Регматическая сеть разломов земной коры исторически формировалась и перманентно активизировалась циклично действующими тектоническими силами растяжения-сдвига-сжатия, связанными с изменениями ротационного режима в ходе галактического года, полярного радиуса Земли и положения оси её вращения. По совокупности геологических данных представляется, что регматическая сеть развивалась последовательно как иерархическая комплементарная система разломных зон, тектонофизически предопределяющая реализацию механизмов физического сдвига в гетерогенной среде горных пород по направлениям спектра «вторичного» структурообразования при разных ориентировках тангенциальных стрессов.

Непосредственно действие ротационного фактора в регматической сети глобальных линеаментов, глубинных разломов первого порядка на УЩ проявлено в пилотных механизмах сдвиговых деформаций. Разломы высших порядков, являясь иерархическими производными основных разломов-сдвигов диагональной системы, развиты в обширных зонах динамического влияния последних [14]; они также входят в направления регматической сети/в максимумы азимутальных диаграмм. Так, на (суб)региональном уровне ротационный фактор проявлен опосредованно как совокупное действие планетарных и региональных существенно сдвиговых деформаций и дислокаций, с тенденцией к расщеплению разломов в верхних этажах земной коры.

Азимутальная дискретность диаграмм разломов УЩ вмещает и историю консолидации коры. Так, в мезоархее Сурской синклинали – останце архейской коры выявлены наиболее древние структуры второго порядка (разломы и дайкоподобные тела соленовской свиты *kv*) зон динамического влияния северо-западных существенно сдвиговых линеаментов; инверсии сдвига симметрично дополняли спектр разломов, наследуя P-, Fd-, R'-направления ранних структур [1]. Сдвиги северо-восточных линеаментов, видимо, не создавали новых направлений разломов, а избирательно унаследовали предшествовавшие. На диаграммах УЩ (см. рис. 3) инверсии сдвига основных разломных зон видны в симметрии сателлитных максимумов относительно главных. Тектонофизические позиции аллохтонных малых геологических тел – структурно-вещественных возрастных реперов/индикаторов сдвиговой деформации [1, 2, 3, 8] выявляют в супракрустальных комплексах нижнего протерозоя УЩ уже «зрелую», комплементарную регматическую сеть.

Механизмы «вторичного» структурообразования эволюционировали от директивной существенно сдвиговой деформации, упруго-пластической, а затем и упругой – в верхних этапах коры, к селективной и в итоге – к адаптивной деформации участков неоднократного пересечения, наложения и активизации разломов УЩ. Энергетические механизмы минимизации селективной и адаптивной сдвиговой деформации, концентрация деформации привели в итоге вторичное структурообразование, активизацию унаследованных структур сложно организованных зон к «прокрустовому ложу» направлений зрелой регматической сети. Зоны динамического влияния глубинных разломов-сдвигов исторически развиваясь, определяли структуры фундамента и (прото)чехла УЩ и масштабы наложенных эндогенных процессов, позицию геологических тел, и тем самым – дискретность локализации оруденения в «благоприятных» структурах тектоно-магматической активизации (ТМА).

Анализ металлогенических структурно-тектонических факторов докембрия УЩ должен учитывать азимутальную устойчивость простираний разломов в её аналогиях со «спектром» вторичных структур моделей сдвига. Так, известно, что разломы второго порядка с комбинированной кинематикой доминируют, а разломам с компонентой растяжения свойственна повышенная проницаемость. С ними связано наложение разновозрастных геологических процессов, в том числе рудогенных [1, 2, 4, 6, 9, 10]. Критерием оценки их перспективности и масштабности – иерархического ранга в сети разломов, имеющих сдвиговую компоненту деформаций, становится интерпретация (дис)позиций структур района в аналогии со структурами растяжения «спектра» модельных структур сдвига. Структурно-тектонофизический фактор дополняет эвристические возможности разломно-блоковой сдвиговой тектоники, конкретизируя прогноз структур, контролирующей алохтонное оруденение в направлениях «спектра» структур сдвига. Структурная часть фактора представлена собственно прогнозируемой структурой, тектонофизическая часть – её (дис)позицией относительно «главных» разломных зон района исследования.

Фрагментарность/дискретность проявлений ТМА в разломно-сдвиговых зонах, локальность структур с минеральными новообразованиями, включая рудоносные, обусловлена разной проницаемостью высокопорядковых разломов, их тектонофизической (дис)позицией. Независимые, казалось, вопросы унаследования, активизации разломов и разломных зон «связаны» с директивными, селективными и адаптивными механизмами деформации сдвига, рангом и комплементарностью структур в регматической сети, как и вопросы локального прогноза: масштабов, дискретности и позиции/проницаемости рудоконтролирующих структур. В наших работах [1-4, 6, 8-10, 13] они рассматривались при анализе детальных геолого-структурных карт и планов рудных районов и полей (карт м-б: 1:50000 – 1:10000; планов м-б: 1:5000 – 1:2000).

Выводы. 1. Выявленные аналогии максимумов азимутальных диаграмм разломов УЩ и направлений спектра вторичных структур тектонофизических моделей обусловлены ведущими механизмами сдвига в структурообразовании; так в зонах динамического влияния планетарных разломов-сдвигов возникают регматические сети разломов первого и второго порядков. Диаграммы разломов УЩ интегрально отображают, а в методически обоснованной интерпретации выявляют ведущую роль существенно сдвиговых деформаций и малоамплитудных дислокаций в образовании и активизациях иерархически сложной сети разломов и разломных зон фундамента.

2. Структурные рисунки и азимутальные диаграммы разломов УЩ в аналогиях с тектонофизическими моделями выявляют преобладание спектра L, R-, P-, T-, R'-направлений разноранговых разломов в разломно-сдвиговых зонах. Интерпретированные диаграммы структур УЩ являются дополнительными индикаторами/статистическими реперами существенно сдвиговой деформации (в разных проявлениях и масштабах). Малые алохтонные геологические тела при определении их возраста и тектонофизической позиции в исследуемой зоне являются структурно-вещественными, возрастными реперами/критериями сдвига, как и рудные тела ТМА.

3. Структуры второго порядка и геологические тела ТМА, проявленные дискретно в L, R-, P-, T-, R'-направлениях сдвига, наследуют и последовательно дополняют азимутальный спектр регматической сети УЩ, производной планетарных диагональных линеаментов, глубинных разломов-сдвигов. Так, исторически нарастали протяженность и ширина разломов, структурно-вещественное наполнение зон динамического влияния: (при)разломная складчатость, структурно обусловленные аллохтонные тела магматитов, метасоматитов, швы тектонитов, наложенные эндогенные и инфильтрационные процессы, генерации минерализации, в том числе и рудной.

Автор благодарен за сотрудничество в исследованиях разломной тектоники, структур рудных районов и месторождений УЩ, за подготовку диаграмм – главных материалов статьи доктору геологических наук, старшему научному сотруднику Н.В. Шафранской. Обзорный характер статьи и вместе с тем лимиты её объёма привели к ограничению списка литературы, в том числе и работ автора, наиболее необходимыми для обсуждения проблемы публикациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Занкевич Б.А.* Роль глубинных разломов в формировании структур золоторудных районов Приднепровья // *Геохімія та екологія*. 2000. Вип. 2. С. 68-83.
2. *Занкевич Б.А.* Структурно-тектонифизические рудоконтролирующие факторы Криворожско-Кременчугской железорудной зоны УЩ // *Геохімія та екологія*. 2002. Вип. 5/6. С. 265-276.
3. *Занкевич Б.О.* Структурні критерії протоактивізації Середньопридніпровського блока Українського щита // *Вісник КНУТШ. Геологія*. 2004. № 31/32. С. 44-47.
4. *Занкевич Б.А.* Структурно-тектонифизические факторы металлогенического анализа // *Геохімія та рудоутворення*. 2005а. №23. С. 36-44.
5. *Занкевич Б.А.* Геодинаміка і розломна тектоніка етапу закладання Дніпровсько-Донецького рифту // *36. Енергетика Землі і її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання*. К.: 2005б. С.155-160.
6. *Занкевич Б.А.* Закономерности тектонического развития Криворожско-Кременчугской зоны Украинского щита // *Тектоника, минералогия, минеральные ресурсы*. 2005в. Вип.11. Т.1. С. 78-90.
7. *Занкевич Б.А.* Мельниченко Т.А., Шафранская Н.В. Унаследование структурных планов северо-западного шельфа Черного моря // *Геология и полезные ископаемые мирового океана*. 2009. №1. С. 52-62.
8. *Занкевич Б.О.* Михальченко І.І., Шафранська Н.В. Структурна позиція метасоматитів і дайок Новоукраїнського гранітоїдного масиву Українського щита // *Геологічний журнал*. 2010. №4. С. 80-87.
9. *Занкевич Б.О.* Михальченко І.І., Шафранська Н.В. Структурна позиція тіл метасоматитів Новокостянтинівського рудного поля Новоукраїнського масиву УЩ // *36. Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна»*. 2011. Вип. 15(192). С. 153-161.
10. *Занкевич Б.А.* Ноженко А.В., Шафранская Н.В. Тектоно-магматическая протоактивизация и структурные факторы локализации урана Кировоградского блока Украинского щита // *Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою землі і етапами її тектоно-магматичної активізації*. 36. УкрДГРІ. Київ. 2008. С. 183-190.
11. *Занкевич Б.О.* Токовенко В.С., Трохименко Г.Л., Шафранська Н.В. Структура й перспективи ВВ-носності валу Андрусова Чорноморської западини // *Геология и полезные ископаемые мирового океана*. 2007. №4. С. 35-43.
12. *Занкевич Б.А.* Шафранская Н.В. Тектоническая позиция зоны газовых факелов северо-западной части Черного моря // *Геология и полезные ископаемые мирового океана*. 2009. №3. С. 35-54.
13. *Занкевич Б.О.* Шафранська Н.В. Структурні умови локалізації ураноносних альбітитів (на прикладах Кіровоградської зони УЩ) // *Геохімія та рудоутворення*. 2012а. Вип. 31/32. С. 127-135.
14. *Занкевич Б.А.* Шафранская Н.В. Закономерности латеральной диспозиции разломных зон Украинского щита: анализ картографических данных // *Тектоніка і стратиграфія*. 2012б. Вип. 39. С. 9-20.
15. *Расцветов Л.М.* Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений // *Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов*. ГИН АН СССР. 1987. С. 173-275.
16. *Стоянов С.С.* Механизм формирования разрывных зон. М.: Недра. 1977. 144 с.
17. *Тяпкин К.Ф., Гонтаренко В.Н.* Системы разломов Украинского щита. К.: Наукова думка. 1990. 184 с.
18. *Чебаненко И.И.* Основные закономерности разломной тектоники земной коры. К.: 1963. 156 с.

19. *Mudi J. D., Hill M.J.* Wrench–fault tectonics // Bulletin of the Geological Society of America. 1956. Vol.67. P. 1207-1246.
20. *Zankevich B., Shafranska N.* On the problem of correlation between the faults of Ukrainian Shield and mantle fault zones // Geophysical journal. 2010. №4. P. 212-213.

REFERENCES

1. *Zankevich B.A.* 2000. The role of deep faults in the formation of structures gold-ore regions Naddniproshchyna. Geochemistry and ekologiya. iss. 2, p. 68-83. – in Russian
2. *Zankevich B.A.* 2002. Structure- tectonophysical ore-control factors of Krivoy Rog-Kremenchug irone-ore zone of USh. Geochemistry and ekologiya. iss. 5/6, p. 265-276. – in Russian
3. *Zankevich B.O.* 2004. Structure criteria protoaktivizastion Middlepridniprovsy block of Ukrayiniashield. News KNUTSH. Geology. no. 31/32, p. 44-47. – in Ukrainian
4. *Zankevich B.A.* 2005a. Structure-tectonophysical factors of metallogenic analysis in regions and zones of Ush. Geochemistry and ore formation. no. 23, p. 36-44. – in Russian
5. *Zankevich B.A.* 2005b. Geodinamic and fault tectonics for start-stadia formastion Dniprovsko-Donetsky rift. Energetic of Earth and geological and ekological within, science-practice practicality. Kyiv, p. 155-160. – in Ukrainian
6. *Zankevich B.A.* 2005b. Regularities of tectonic development of Krivoy Rog-Kremenchug zone of Ukrainian shield. Tectonics, metallogeny, mineral resources. iss. 11/1, p. 78-90. – in Russian
7. *Zankevich B.A., Melnichenko T.A., Shafranska N.V.* 2009. Inheritance structural plans of the north-western shelf of Black Sea. Geology and Mineral Resources of the World Ocean. no. 1, p. 52-62. – in Russian
8. *Zankevich B.O., Mihalchenko I.I., Shafranska N.V.* 2010. Structural location of metasomatit an dykes of Newukrainian granit massif of Ukrainian Shield. Geological jornal. no. 4, p. 80-87. – in Ukrainian
9. *Zankevich B.O., Mihalchenko I.I., Shafranska N.V.* 2011. Structural location metasomatit bodies of Novokonstantinovska ore field of Newukrainian massif of Ukrainian Shield. Science works DNTU. "Maine-geological." iss. 15 (192), p. 153-161. – in Ukrainian
10. *Zankevich B.A., Nozhenko A.V., Shafranskaya N.V.* 2008. Tectonic and magmatic protoaktivation and structural factors of localization uranium for Kirovograd block of Ukrainian Shield / Evolution of precembrian granit and mineral resources have given energetic Earth by tectonic-magmatic activation etaps. *UkrDGR*, Kyiv, p. 183-190. – in Russian
11. *Zankevich B.A., Tokovenko V.S., Trohimenko G.L., Shafranska N.V.* 2007. The structure of first prospects of gas-oil shaft Andrusov of Black Sea depression. Geology and Mineral Resources of World Ocean. no. 4, p. 35-43. – in Ukrainian
12. *Zankevich B.A., Shafranskaya N.V.* 2009. Tectonic position of the zone of gas torches north-western part of Black Sea. Geology and Mineral Resources of World Ocean. no. 3, p. 35-54. – in Russian
13. *Zankevich B.O., Shafranska N.V.* 2012. Structure minds lokalization uranium-bearing albitit (on the butts Kirovogradsky zone of USh). Geochemistry and ore formation. iss. 31/32, p. 127-135. – in Ukrainian
14. *Zankevich B.A., Shafranskaya N.V.* 2012. Regularities of lateral disposition of fault zones of Ukrainian Shield: map data analysis. Tectonic and stratigraphy. iss. 39, p. 9-20. – in Russian
15. *Rastsvetaev L.M.* 1987. Paragenetic method of structural analysis of the disjunctive tectonic disturbances. Problems of structural geology and physics of tectonic processes. GIn AS USSR, p. 173-275. – in Russian
16. *Stojanov S.* 1977. Mechanics of formation of fault zons. *Nedra*, Moskva, 144 p. – in Russian
17. *Tyapkin K.F., Gontarenko V.N.* 1990. Fault systems within of Ukrainian shield. Kyiv, 184 p. – in Russian
18. *Chebanenko I.I.* 1963. Basis regularities of fault tectonic of Earth crust. Kyiv, 156 p. – in Russian
19. *Mudi J. D., Hill M.J.* 1956. Wrench–fault tectonics // Bulletin of the Geological Society of America. no. 67, p. 1207-1246.
20. *Zankevich B., Shafranska N.* 2010. On the problem of correlation between the faults of Ukrainian Shield and mantle fault zones. Geophysical journal. no. 4, p. 212-213.

В.О. Zankevich
ASSAY OF REGMATIC FAULT-NETS WITHIN PRECAMBRIAN BASEMANT OF UKRAINIAN SHIELD

Structural ensembles of faults on the geological maps of Ukrainian shield, "stable" maximum of the diagrams for faults of the diagonal and orthogonal systems with correlation to known orthogonal schemes for regmatic nets of faults of the shield by K.F. Tyapkin, and hierarchical scheme shear-faults by J. Moody – M. Hill, and to diagrams for structures of shear-models by S. Stojanov.

Key words: regmagenez, faults, fault-zones, shears, tectonics, Ukrainian shield.

Б.О. Занкевич
АНАЛІЗ РЕГМАТИЧНИХ СІТОК РОЗЛОМІВ ДОКЕМБРІЙСЬКОГО ФУНДАМЕНТУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Структурні ансамблі розломів геологічних карт докембрію Українського щита, «стаціонарні» максимуми азимутальних діаграм розломів діагональної і ортогональної систем зіставлені з відомими ортогональними схемами регматичних сіток розломів щита К.Ф. Тяпкіна, з ієрархічною схемою розломів-здвигов Д. Муді – М. Хілла, з діаграмами структур моделей здвигу С.С. Стоянова.

Ключові слова: регмагенез, розломи, розломні зони, здвиги, тектоніка, Український щит.

Занкевич Борис Олександрович

Стаття надійшла: 26.12.2016