

УДК 55(1)+550.83

СИСТЕМЫ РАЗЛОМОВ ФУНДАМЕНТА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ СО СТРУКТУРАМИ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

А. Я. Краснощек

Изучению разломов Северного Причерноморья посвящена обширная литература. Основными глубинными разломами, определяющими тектоническую структуру региона, по мнению одних исследователей [3, 10, 14, 15, 18 и др.], являются меридиональные и широтные, по мнению других [5, 13 и др.], — северо-западного и северо-восточного простирания. Начиная с 1955 г. эволюция представлений о глубинной тектонике Причерноморья связана с развитием идей М. В. Муратова о сочленении здесь двух платформ — Русской и Скифской [8, 9]. Многочисленные исследования были направлены на выяснение местоположения и характера зоны сочленения разновозрастных комплексов фундамента. При этом основное внимание уделялось взаимосвязи южного склона Украинского щита, четко выраженного в физических полях субмеридиональной системой разломов, с областью субширотных аномалий, приуроченной к предполагаемому поясу Скифской плиты. Однако материалы исследований по смежным с Северным Причерноморьем и Черным морем районам, в частности Украинскому щиту [17], Балканскому п-ову [2], Кавказу [4] указывают на существование и заметную роль в формировании структур фундамента и осадочного чехла разных направлений и группируемость их в определенные системы. Выяснение истинной роли различных систем разломов в геотектоническом процессе Причерноморья и северо-западного шельфа Черного моря имеет как теоретический, так и практический интерес. Автор предпринял попытку осветить этот вопрос, опираясь на статистический анализ обширной новой геолого-геофизической информации, полученной в последние годы.

Закономерности в очертаниях береговой линии, рельефе морского дна, структуре осадочного чехла и фундамента, свидетельствующие о существовании систем разломов

В литературе неоднократно указывалось на повышенную тектоническую активность современной геологической эпохи. Ведущее место в активизации земной коры, по мнению В. Г. Бондарчука [1] и Г. Ф. Лунгерсгаузена [6], принадлежит дифференцированным движениям вдоль разрывов. Роль новейшей дизъюнктивной тектоники в формировании береговой линии и морфологии основных участков акватории Черного и Азовского морей была выявлена нами ранее [16]. Показано, что выровненные берега «прямолинейного типа» и батиметрические уступы идентичны по ориентировке с серией разломов фундамента на суше. Поэтому изучение направлений линейных отрезков береговой линии и батиметрических ступеней позволяет судить о существовании разломов тех же направлений и в фундаменте.

Из рис. 1 видно, что как линейные отрезки в очертаниях береговой линии, так и батиметрические ступени имеют часто повторяющиеся

азимуты. Для анализа были использованы карты рельефа дна глубоководной части и северо-западного шельфа Черного моря. Замеры выполнены по средне- и мелкомасштабным картам с различной точностью: допустимым считалось расхождение не более 5° . Результаты статистической обработки 272 замеров азимутов представлены графически в виде розы-диаграммы (рис. 2). Протяженность линейных элементов при этом не учитывалась, поэтому самые протяженные из них, при малом количестве встреч, на диаграмме проявятся слабо, а непротяженные, но часто встречаемые — интенсивно. Роза-диаграмма направлений линей-

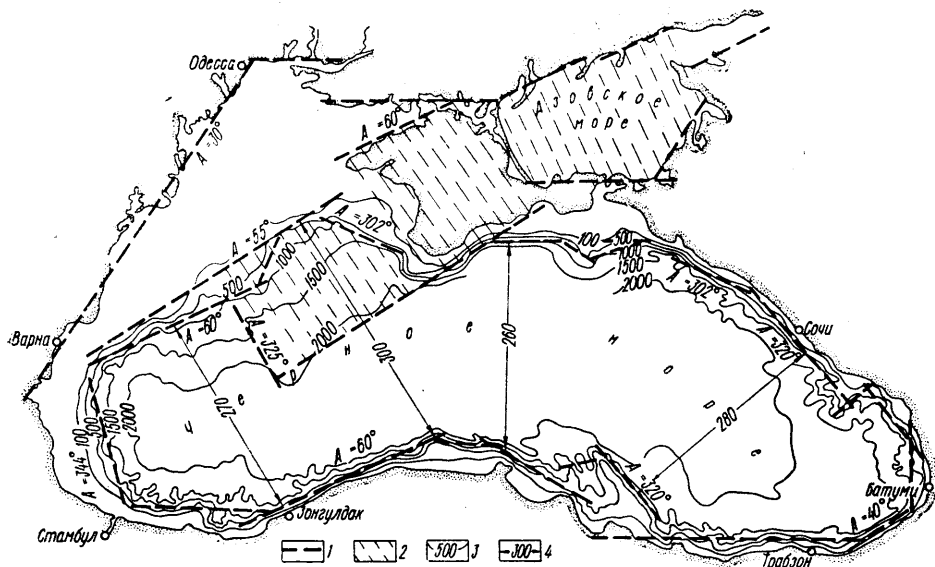


Рис. 1. Схема расположения основных линейных элементов рельефа Черноморско-Азовского бассейна.

1 — главные направления геоморфологических элементов; 2 — неотектонические блоки; 3 — изобаты; 4 — расстояние в км.

ных элементов рельефа позволяет установить четыре четких максимума, два из которых (меридиональный и широтный) более интенсивны. На их долю приходится 99 замеров из 272 (36,4%). Меридиональное и широтное направления характеризуются непротяженными, но часто встречающимися в рельефе дна северо-западной части моря уступами. Для подчеркивания роли других структур с менее четко выраженным направлением, мы прибегли к не совсем строгой, с точки зрения математической статистики, операции, построив диаграмму без элементов меридионального и широтного направлений (см. рис. 2, б). Заметим, что аналогичный прием применяется и в дальнейшем при построении диаграмм по другим данным.

При рассмотрении диаграмм видно, что основные направления деформаций в рельефе дна моря и береговой линии по степени значимости имеют азимуты, близкие к $0, 90, 120, 60$ и 30° . Проявились и другие менее четкие деформации с направлениями — $70, 320$ и 330° . Статистическая обработка замеров азимутов осей антиклинальных и синклиналиных складок, разрывных нарушений (213 замеров), выполненная по результатам структурных построений с учетом сейсморазведки и бурения, позволяет установить существование основных направлений деформаций с азимутом 60 и 120° . Менее четко выражены направления с азимутами, близкими к $25, 47, 315, 348^\circ$.

Аналогичный анализ выполнен для аномалий физических полей (гравитационного и магнитного), которые, как правило, обуславлива-

ются структурой фундамента региона [17]. Характернейшей особенностью гравитационного поля Причерноморья является существование линейно-вытянутых на сотни, тысячи километров аномальных зон, представленных как гравитационными ступенями, так и цепочками локальных минимумов и максимумов силы тяжести. В магнитном поле к некоторым из них приурочивается смена интенсивности, знака, направления простираения аномалии. В отдельных случаях они сопровождаются цепочками локальных магнитных аномалий положительного знака. Та-

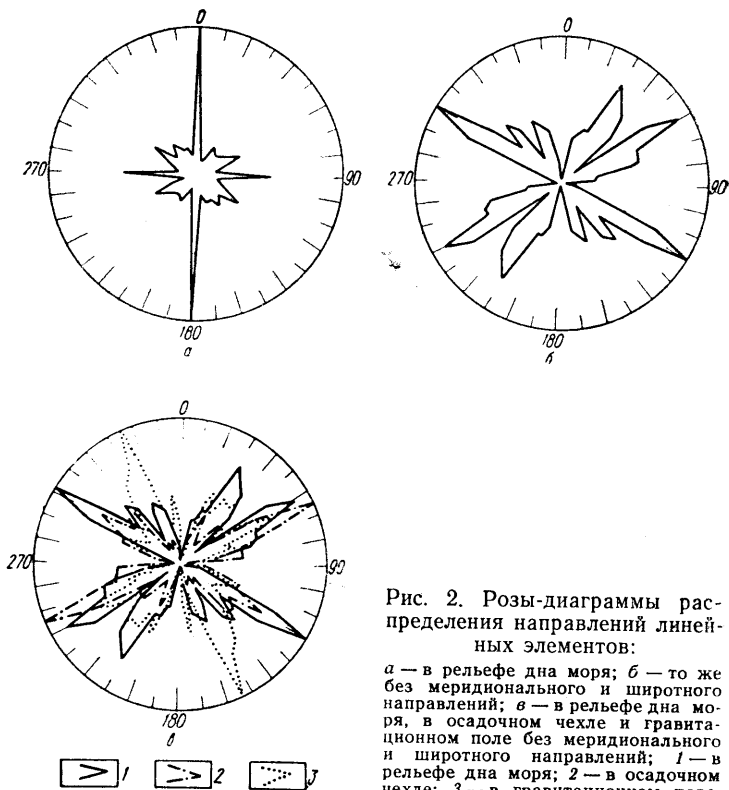


Рис. 2. Розы-диаграммы распределения направлений линейных элементов:

а — в рельефе дна моря; *б* — то же без меридионального и широтного направлений; *в* — в рельефе дна моря, в осадочном чехле и гравитационном поле без меридионального и широтного направлений; 1 — в рельефе дна моря; 2 — в осадочном чехле; 3 — в гравитационном поле.

кие зоны, согласно общепринятым в настоящее время критериям и принципам, могут быть интерпретированы как зоны глубинных разломов. Следует отметить, что эти зоны в физических полях не всегда проявляются одинаково. В одних случаях в гравитационном поле им соответствуют ступени типа теоретических для границ блоков с разной плотностью, в других — ступени могут быть осложнены наложением аномалеобразующих факторов. Иногда на отдельных участках разлом выражен четче в магнитном поле. Для исследуемого региона также характерны проявления глубинных разломов в виде зигзагообразной ломанной линии с выдержанным направлением осевой зоны.

Для выявления направлений ориентировки линейных элементов физических полей, вызванных особенностями строения фундамента, нами обработано 342 замера азимутов ступеней, осей аномалий гравитационного поля и 552 замера — магнитного поля. Замеры выполнены по среднемасштабным картам. Розы-диаграммы позволяют выделить максимумы с азимутами, близкими к 0, 90, 22, 35, 62, 295, 315, 335 и 353°.

При совмещении диаграмм без элементов доминирующих меридионального и широтного направлений (см. рис. 2, б) видно совпадение основных максимумов деформаций в рельефе дна моря, фундаменте, осадочном чехле и линейных направлений в гравитационном поле. Ста-

тистический анализ деформаций, характерных для региона, позволяет сделать следующие основные выводы:

1. В Северном Причерноморье и северо-западной части Черного моря деформации фундамента, осадочного чехла, рельефа дна моря определенным образом ориентированы в пространстве и, как правило, взаимно перпендикулярны (ортогональны).

2. Совпадение максимумов диаграмм, построенных для рельефа дна моря, структурного плана осадочного чехла и фундамента указывает на общность причин их генезиса. Деформации, наблюдаемые в рельефе дна моря и осадочном чехле являются следствием активных деформаций в фундаменте.

3. Проявление основных для региона направлений деформаций в физических полях указывает на возможность их изучения по результатам интерпретации гравитационного и магнитного полей.

Характеристика систем разломов и образованных ими блоков

Основные разломы Северного Причерноморья, выделенные по результатам интерпретации физических полей, схематично представлены на рис. 3. Их выделению предшествовал тщательный анализ характерных для полей региона линейно-вытянутых аномальных зон, ведущее место в выражении которых принадлежит гравитационным ступеням. В результате такого анализа установлено, что они имеют азимуты, близкие к 0, 90, 24, 294, 32, 302, 56, 326, 65, 335, 75 и 345°. Таким образом, как и на диаграммах, здесь наблюдаются взаимно перпендикулярные пары разломов, азимуты которых близкие к выявленным на рис. 2. Разломы с азимутами простираения 75 и 345°, установленные по цепочкам минимумов силы тяжести, смене ориентировки аномалий и интенсивности гравитационного магнитного полей, на рис. 2 не были выявлены. Образование пар разломов с азимутами 56—326° и 65—335° происходило на одних и тех же участках, что позволяет упрощенно отнести их к одной системе с азимутами 60—330°. По аналогии к одной системе могут быть отнесены разломы с азимутами 24—294° и 32—302°. По степени выраженности в полях лучше проявились разломы с азимутами 32—302°. Совпадение по местоположению разломов с близкими азимутами простираения, по-видимому, указывает на проявление на одних и тех же участках различных по времени заложения, но близких по направлению систем разломов. Более молодая система при своей активизации использовала ослабленные более древними разломами участки земной коры.

Как видно из рис. 3, разломы ортогональных направлений группируются в четыре системы с названными выше азимутами простираений. Расстояние между разломами, как и в пределах Украинского щита [17], чаще всего равно 140—150 км, хотя наблюдаются и отклонения. Нарушения выдержанности расстояний, как правило, кратны 35 и 17 км. Разломы одной системы, пересекаясь между собой, образуют блоки правильной формы. Однако такие «правильные» блоки, выделенные при «реставрации» систем разломов в физических полях, не являются определяющими при изучении тектонической структуры региона. Для Северного Причерноморья характерны более сложные фрагменты земной коры, образовавшиеся при пересечении разломов разных систем. Они отличаются друг от друга различным законом распределения плотности. Размеры фрагментов близки к 100—150×100—150 км. Назовем их блоками первого порядка.

Для исследуемого региона характерно объединение блоков со сходным законом распределения плотности в линейные системы. В Северном Причерноморье выделяются три такие системы: Северная, Центральная и Южная (см. рис. 3). Каждая из названных систем отличает-

ся направлением простираия аномалий, их интенсивностью, морфологией гравитационного поля. В магнитном поле эти системы блоков четко не выражены. Образование систем блоков необходимо связывать с последними существенными перестройками структуры фундамента и вертикальными перемещениями, обусловившими их различный эрозионный срез. Поскольку многие из показанных на рис. 3 блоков не имеют прямого отображения в осадочном чехле, то надо полагать, что последняя существенная перестройка фундамента происходила еще в

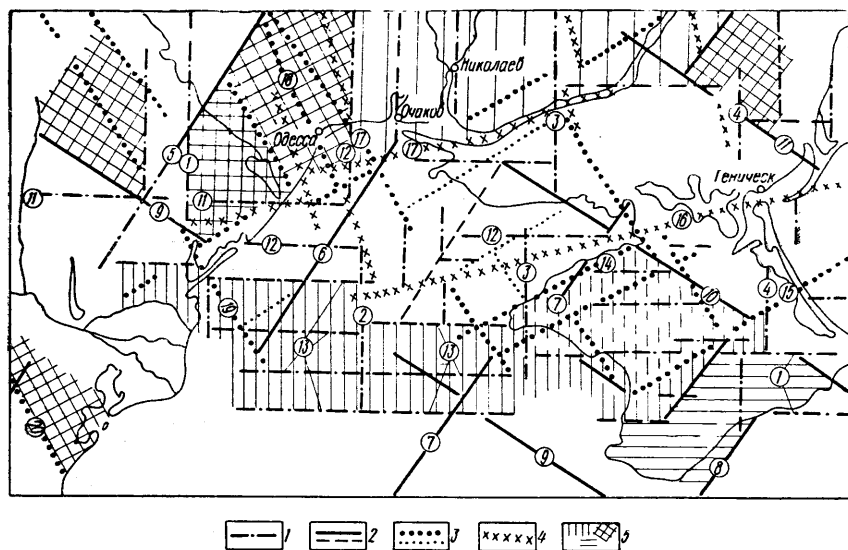


Рис. 3. Схема расположения зон глубинных разломов и образованных ими блоков в Северном Причерноморье.

Зоны глубинных разломов: 1 — азимут простираия 0, 270°, 2 — азимут простираия 32, 302°, 3 — азимут простираия 60, 330°, 4 — азимут простираия 75, 345°, 5 — блоки земной коры, отличающиеся друг от друга законом вертикального изменения плотности и историей геологического развития в докембри. Зоны разломов (цифры в кружках на схеме): 1 — Фрунзенско-Арцизская, 2 — Черноморско-Вознесенская, 3 — Тарханкутско-Криворожская, 4 — Белогорско-Приазовская, 5 — Ореховская, 6 — Западно-Черноморская, 7 — Черноморско-Краснопереконская, 8 — Черноморско-Алуштинская, 9 — Черноморско-Чадыр-Луиная, 10 — Центрально-Крымская, 11 — Арцизско-Скадовская, 12 — Притендровская, 13 — Южные зоны, 14 — Тарханкутская, 15 — Новоцарицынская, 16 — Центрально-Причерноморская, 17 — Главная Черноморская, 18 — Одесская, 19 — Черноморско-Кишиневская, 20 — Поченяга-Камена.

докембри. В фанерозе активизировались разломы, контролирующие Южную систему блоков, а также отдельные разломы и блоки других систем. Интенсивную активизацию испытали разломы Крымского п-ва и Добруджи, а также южной области Центральной системы блоков. При этом в пределах блоков первого порядка образовались более мелкие по размерам блоки второго и третьего порядка. Они, как правило, проявляются не только в фундаменте, но и в осадочном чехле, что указывает на последокембрийское время их образования.

Блоковую структуру земной коры с образованием систем блоков при участии разломов разных систем можно наблюдать и на примере очертаний глубоководной впадины Черного моря и системы современных неотектонических блоков (см. рис. 1). Контуры глубоководной впадины очерчены линейными отрезками батиметрических ступеней. Характерно, что каждому из выделенных на рисунке элементов южного континентального склона моря соответствует параллельный ему элемент в пределах северного склона. В сопоставлении с геолого-геофизическими данными батиметрические ступени соответствуют глубинным разломам. Ширина мегаблоков, образующих глубоководную впадину Черного моря, составляет 260—320 км.

Вторая система блоков, включающая участок континентального склона, Крымский п-ов, Азовское море, на порядок выше системы блоков глубоководной впадины, ее ширина близка к 150—160 км. Таким образом, как докембрийское время, так и современная эпоха характеризуются образованием линейно вытянутых систем блоков со сходной историей развития, их ориентировка в пространстве изменяется, что указывает на существование постоянных перестроек фундамента, носящих, вероятно, планетарный характер.

Проявление разломов в осадочном чехле

Представление о формах проявления разломов фундамента в осадочном чехле можно получить, изучая выделенные системы разломов в сопоставлении с имеющимися геолого-геофизическими данными о структуре осадочного чехла. В результате такого анализа установлено, что большинство из выделенных нами разломов проявились в осадочном чехле. Наиболее часто встречаемыми формами их выражения является образование линейных зон высоких градиентов в изменении мощностей или наличие уступов в рельефе отдельных горизонтов. Один из таких примеров показан на рис. 4, а (участок Центрально-Крымского глубинного разлома). Разлом выражен также в нижнемеловых — сеноманских отложениях.

В отдельных случаях широкие зоны глубинных разломов характеризуются «нанизыванием» на одну линию, соответствующую простиранию разлома, коротких по простиранию зон повышенных градиентов различных направлений. Такие нарушения могут рассматриваться как омоложенные активные разломы с мелкоблоковым раздроблением фундамента в зоне действия напряжений, возникающих при движении смежных блоков. Примером проявления такого рода глубинного разлома в структурном плане майкопских отложений является участок Центрально-Причерноморского разлома (акватория Черного моря, см. рис. 3). Признаком активизации разломов фундамента является группировка в линейные структуры локальных структурных форм осадочного чехла (антиклиналей, синклиналей, грабенов, горстов и т. д.). Такие формы могут образовываться как в зоне разлома, так и по его краям. В пределах Северного Причерноморья группировка в линейные структуры локальных структурных форм в меловых отложениях наблюдается в зоне Тарханкутского глубинного разлома, а также разлома, разделяющего Горный и Степной Крым.

Интересный пример проявления зоны глубинного разлома в осадочном чехле можно наблюдать на примере Главного Азовского нарушения [7], являющегося составной частью Центрально-Причерноморского глубинного разлома. Последний в гравитационном поле выделяется по цепочке гравитационных ступеней, относительных минимумов силы тяжести и имеет ширину более 10 км. Наличие здесь зоны глубинного разлома подтверждается данными ГСЗ. Эту зону пересекают нарушения северо-западного и северо-восточного направлений, что нашло выражение в гравитационном поле в виде ступеней (рис. 4, б). В результате этого Главное Азовское нарушение имеет вид ломаной зигзагообразной линии, которая не выходит за границы зоны разлома и приурочивается к отрезкам гравитационных ступеней. Здесь, как и в пределах Черного моря, в меловое время произошло омоложение глубинного разлома с мелкоблоковым дроблением фундамента в зоне возникших напряжений.

В исследуемом районе выделены также разломы, не имеющие на первый взгляд прямого проявления в осадочном чехле и тем не менее отнесенные к категории глубинных и активных в последокембрийское время, например Новоцарицынский и Ореховский (см. рис. 3). Проявление

нием Новоцарицынского разлома в Крыму является одноименное поднятие по фундаменту. Оно хорошо выражено в гравитационном поле в виде линейной положительной зоны, ограниченной с севера и юга высокими градиентами силы тяжести. На всем своем протяжении в сторону Крымского п-ова разлом разграничивает разновозрастный фундамент — герцинский на севере и докембрийский (байкальский [8, 12]) — на юге.

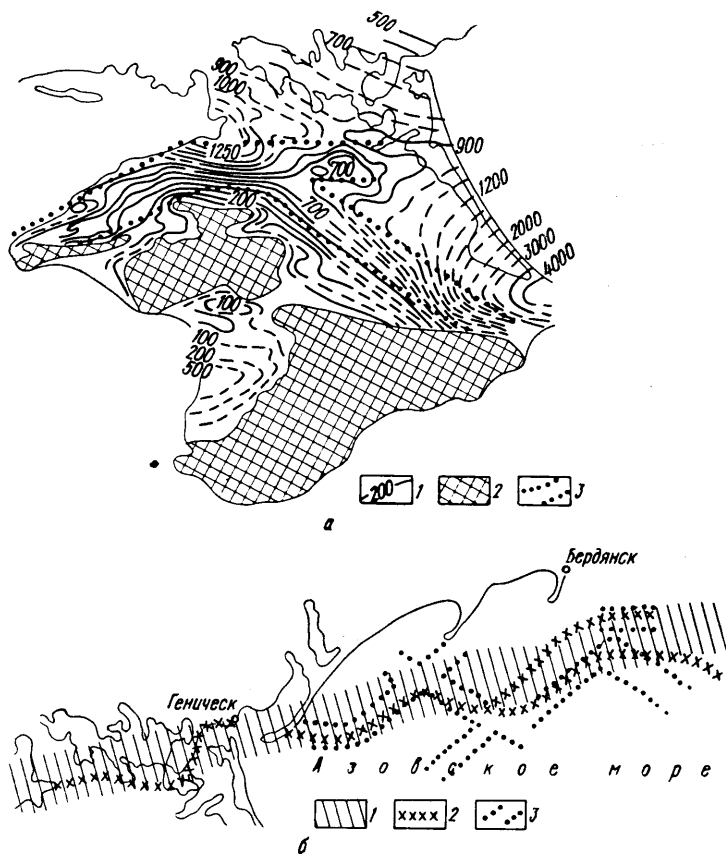


Рис. 4. Примеры отражения в осадочном чехле глубинных разломов.

а — в майкопских отложениях Крыма: 1 — изопахиты майкопских отложений (по Л. Г. Плехотному), 2 — область отсутствия майкопских отложений; 3 — зоны глубинных разломов, проявленных в гравитационном поле и майкопских отложениях; б — активизация зоны Центрально-Причерноморского глубинного разлома: 1 — зона глубинного разлома, выделенного по гравитационному полю, 2 — разрывные нарушения, по данным сейсморазведки, 3 — зоны градиентов силы тяжести.

На Азовском море этим разломом ограничивается с северо-запада Индоло-Кубанская впадина. Приведенные данные дают основание считать разлом активным в последокембрийское время. Ореховский разлом прослежен по зоне повышенных градиентов силы тяжести к северу от Придобруджинского палеозойского прогиба. Его продолжением на Балканском п-ове является Твердицкий глубинный разлом [2]. В Придобруджинском прогибе на продолжении разлома сейсморазведочными работами и бурением выявлено Ореховское поднятие («перемычка» в фундаменте), которым разграничиваются два палеозойских грабена: Алуатский на востоке и Тузловский на западе. С востока поднятием ограничивается грабен, выполненный среднеюрскими отложениями. Таким образом, проявлением Ореховского глубинного разлома в Придобруджинском прогибе является одноименное поднятие по фундаменту. Сокращение здесь мощностей палеозойских отложений, ограничение им

с востока юрского грабена указывает на активизацию разлома в после- докембрийское время. Аналогичный характер проявления в фундаменте и осадочном чехле к северу от Южной системы приподнятых блоков фундамента, по-видимому, имеет Западно-Черноморский глубинный разлом (см. рис. 3). На его продолжении в пределах шельфа моря на Балканском п-ове расположен Восточно-Фракийский глубинный разлом [2].

Особой формой проявления глубинных разломов в осадочном чехле является образование узких грабенообразных или синклиналиных прогибов, выполненных обособленным комплексом пород. Примером может быть Бабадагский меловой прогиб в Добрудже [11], образовавшийся в результате активизации зоны глубинного разлома Печеняга-Камена, или меловой прогиб в зоне глубинного разлома, разделяющего Центральную и Южную Добруджу. Меловые отложения здесь представлены орогенными или карбонатно-терригенными фациями. Аналогичные фации, но уже пермо-триасового возраста, встречены в зонах глубинных разломов, выделенных по физическим полям в Крыму.

Помимо приведенных примеров, можно привести значительное количество других данных об активизации в послекембрийское время древних глубинных разломов. Анализ их проявления в фундаменте и осадочном чехле, даже при сравнительно скудных наших знаниях о строении осадочного чехла, указывает на активизацию в послекембрийское время практически всех выявленных систем нарушений. При этом одни из них проявились в палеозойских отложениях, другие — в мезозойских и палеогеновых, третьи — в рельефе дна моря и т. д. Бывают случаи активной жизни разломов на протяжении всего фанерозоя. При активизации отрезков разломов разных систем характерно образование зигзагообразных прямолинейно ориентированных разломов, выраженных в современной структуре поверхности фундамента и осадочной толще.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарчук В. Г. Про тектоніку Причорномор'я.— Геологічний журн., 1957, т. 17, вип. 2.
2. Бончев Ек. Проблеми на Българската геотектоника. София, «Техника», 1971.
3. Гаркаленко И. А. и др. Геофизические исследования и тектоника Европейской части СССР. Киев, «Наукова думка», 1969.
4. Гамкрелидзе И. П. Планетарная трещиноватость дислоцированных толщ и связанные с нею явления.— Геотектоника, 1972, № 6.
5. Ермаков Ю. П. Схема тектонической структуры Причерноморской окраинной впадины Восточно-Европейской платформы.— Геотектоника, 1968, № 3, с. 102—107.
6. Лунгерсгаузен Г. Ф. О современной геологической эпохе и ее вероятных аналогах в истории Земли.— В кн.: Проблемы тектонических движений и новейших структур земной коры. М., «Наука», 1965, с. 7—15.
7. Маловицкий Я. П. Тектоника и история геологического развития Азовского моря (по данным морских геофизических исследований).— В кн.: Молодые платформы, их тектоника и перспективы нефтегазоносности. М., «Наука», 1964, с. 74—88.
8. Муратов М. В. Тектоника Европы. М., «Наука», 1964, с. 141—145.
9. Муратов М. В. и др. Строение складчатого основания Равнинного Крыма.— Геотектоника, 1968, № 4, с. 54—59.
10. Носовский М. Ф., Гилькман А. И. Субмеридиональные глубинные разломы и основное структурно-фациальное районирование Северного Причерноморья.— ДАН СССР, 1968, т. 181, № 4.
11. Онческу Н. Геология Румынской Народной Республики. ИЛ, М., 1960.
12. Плахотный Л. Г. Байкалиды в складчатом основании Восточного Крыма.— Геотектоника, 1969, № 3, с. 98—102.
13. Самсонов А. И., Краснощек А. Я. Новые представления о тектоническом строении Придобруджья и северо-западной части акватории Черного моря.— В кн.: Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР, № 3. Изд-в Киевск. гос. ун-та, 1969, с. 94—102.
14. Соллогуб В. Б. Тектоника передовых прогибов Альпийской геосинклинали области и сопредельных районов Европейской части СССР. Изд-во АН УССР, 1967.
15. Соллогуб В. Б., Гаркаленко И. А., Чекунов А. В. Тектоническое строение северо-западной части Черного моря по геофизическим данным.— ДАН СССР, 1965, т. 162, № 6, с. 1374—1377.

16. Ткаченко Г. Г. та ін. Про роль найновішої диз'юнктивної тектоніки у формуванні берегової лінії і морфології основних ділянок акваторії Чорного та Азовського морів.— В кн.: Геологія узбережжя дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР, № 4. Вид-во Київськ. держ. ун-ту, 1970, с. 24—33.
17. Тяпкин К. Ф. (отв. редактор) и др. Изучение тектоники докембрия геолого-геофизическими методами. М., «Недра», 1972.
18. Чирвинская М. В., Гуревич Б. Л. К вопросу о тектонике Причерноморской впадины.— Сов. геология, 1969, № 4, с. 83—92.

Днепропетровская специализированная
гравиметрическая экспедиция

Статья поступила
19.IV 1975 г.

SYSTEMS OF THE FORMATIONAL FRACTURES AND THEIR INTERRELATION WITH THE STRUCTURES OF SEDIMENTARY COVER WITHIN THE LIMITS OF THE NORTHERN BLACK SEA AREA

A. Ja. Krasnoshchek

Summary

Six systems of mutually orthogonal fractures which take part in formation of the foundation blocks may be distinguished in the Northern Black Sea area. The foundation blocks are united into the definitely oriented linear systems. Orientation of the systems in space and in time changes and this inticates to the existence of the earth crust foundation constant reconstructions of planar character. The distinguished systems of fractures manifested in the sedimentary cover and the sea bottom relief.

Forms of manifestation are different. Formation of sedimentary cover of the region is closely connected with the foundation blocks movements.