

A stylized graphic of a mountain range. The top part shows white, jagged peaks against a teal background. Below this, a horizontal yellow line runs across the width of the image. Underneath the yellow line, the mountain range continues as a solid black silhouette against a dark green background.

М. А. КАШКАЙ, Г. П. ТАМРАЗЯН

ПОПЕРЕЧНЫЕ
/ АНТИКАВКАЗСКИЕ /
ДИСЛОКАЦИИ
КРЫМСКО -
КАВКАЗСКОГО
РЕГИОНА

А. А. Зюльев

Глубоководному

Аршалу

Амбарцумовичу

Габриеляну

На добрую память

От авторов



M. A. KASHKAI, G. P. TAMRAZIAN.

CROSS-FOLDS (ANTICAUCASIAN) OF THE
CRIMEA-CAUCASUS REGION,
THEIR EFFECT ON THE MAGMATISM
AND REGULARITIES IN USEFUL
MINERALS DISTRIBUTION

М. А. КАШКАЙ, Г. П. ТАМРАЗЯН

ПОПЕРЕЧНЫЕ
(АНТИКАВКАЗСКИЕ)
ДИСЛОКАЦИИ
КРЫМСКО-КАВКАЗСКОГО
РЕГИОНА,
ИХ РОЛЬ В МАГМАТИЗМЕ
И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ
РАЗМЕЩЕНИЯ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



1307

В работе освещены важнейшие поперечные дислокации Крымско-Кавказского региона. Эти дислокации нередко обрисовывают отдельные регионы, различные по своему палеотектоническому режиму, палеогеографическим условиям, распределению фаций и их мощностям, характеру складкообразования, разрывообразования и вулканизма. Они влияют также на общее развитие всей структуры региона, часто обуславливая его поперечную зональность.

Поперечные дислокации отражаются и в геоморфологии региона, с ними согласуются вертикальные движения, распределение основных особенностей речной сети, сейсмотектоническая активность и тепловой режим недр, распределение полезных ископаемых (магматогенных и осадочных) и минеральных вод. С этими дислокациями связаны основные черты эволюции интрузивного и эффузивного магматизма, эндогенное оруденение, важнейшие металлогенические особенности, в них отражаются основные черты глубинных структур (для наиболее глубокозалегающих даже особенности строения верхов мантии).

Поперечные дислокации в Крымско-Кавказском регионе разновозрастны, встречаются как кайнозойские (в особенности неоген—четвертичные), так и унаследованные более древние — мезозойские и палеозойские. Явления унаследованности и переориентировки тектонического плана для больших интервалов времени отмечаются как пульсационные.

Работа представляет интерес для геологов, геофизиков, геохимиков и специалистов смежных отраслей знаний, занимающихся вопросами региональной геологии, изучением новейших и современных тектонических движений, эволюции глубинных структур, палеотектоники и палеогеографии, геоморфологии, гидрографии и гидрогеологии, термальных и других геофизических полей, интрузивного и эффузивного магматизма, эндогенного оруденения, металлогении и распределения полезных ископаемых, минеральных источников и формирования состава их вод. Несомненно, что роль поперечных дислокаций необходимо учитывать в качестве важнейшей при прогнозе и поисках различных полезных ископаемых.

ОТ РЕДАКТОРА

Проблема роли поперечных нарушений в строении и развитии складчатых зон в последние годы все больше привлекает к себе внимание. Все более очевидным становится большое влияние этих поперечных дислокаций на все стороны эволюции структуры, в том числе глубинной структуры подобных зон, а также на распределение полезных ископаемых, как магматогенных, так и осадочных, на сейсмическую активность района, на его тепловой режим и т. д.

Соответствующие материалы по Кавказу значительно способствовали развитию наших представлений о поперечных деформациях геосинклинальных складчатых зон. Один из авторов настоящей работы — М. А. Кашкай является одним из пионеров постановки данной проблемы. В дальнейшем авторы продолжали свои исследования в этом направлении, собрали большой и весьма разнообразный фактический материал, свидетельством чего является данная книга. Ее несомненным достоинством, помимо обилия фактических данных, следует считать разносторонность освещения проблемы. Кроме того, многие вопросы, поднятые авторами, требуют более глубокого анализа, но это, очевидно, дело будущего. Уже в настоящем виде работа М. А. Кашкай и Г. П. Тамразяна должна заинтересовать многих специалистов разных отраслей геологии и геофизики и тем самым содействовать дальнейшему развитию исследований по проблеме изучения поперечных дислокаций.

Член корр. АН СССР
В. Е. Хаин

ВВЕДЕНИЕ

Кавказ традиционно характеризуется своей запад-северо-западной так называемой кавказской ориентировкой, которая в современном его строении считается основной. Однако кавказское направление дислокации не является единственным на Кавказе. Как в его структуре в целом, так в особенности и в отдельных его регионах нередко отмечаются дислокации других простираний, пересекающих общекавказское простирание чаще всего в поперечном или близком к нему направлении. Складки и линии разрывных нарушений поперечного простирания принимаются как отклонение (под большим углом) от основного направления простирания дислокаций горных сооружений.

Такие поперечные складки в литературе отмечались неоднократно и их возникновению давалась разная трактовка. Альпийские геологи Арган (Argan, 1912), Кобер (Kober, 1923), Энгел (Engel, 1949), Кинг (King, 1955), Кросс (Cress, 1955), Раст и Платт (Rast and Platt, 1957) и другие называли некоторые районы, например во Французских и Швейцарских Альпах, антиклинального и синклинального (поперечные) характера соответственно «кульминациями» и «депрессиями». Некоторые геологи считали поперечные складки унаследованными или образовавшимися вследствие седиментации пород в поперечных долинах.

Поперечные структуры северо-восточного направления на Малом Кавказе впервые установил М. А. Кашкай (1933, 1939, 1947, 1951, 1952, 1955, 1965_{1,2,3} и др.). Он подразделил поперечные структуры по их происхождению на: 1) самостоятельные дислокационные структуры; 2) унаследованные от более древних структур; 3) «пар-

ные» структуры, образовавшиеся одновременно с продольными. Для Кавказа поперечные дислокации он назвал также «антикавказскими».

Дальнейшие исследования и литературные изыскания позволили выявить региональное значение поперечных (антикавказских) структур, на Кавказе выраженных пликативными и дизъюнктивными дислокациями. На основании всестороннего анализа фактического материала удалось установить роль поперечных структур в формировании магматических образований и их металлогении, в гидротермальных процессах, в проявлении глубинного тепла недр на поверхности (геотермии), в разгрузке минеральных и других подземных вод, в появлении эманации радия, в характере сейсмичности. Местами к поперечным дизъюнктивным дислокациям приурочены выходы нефти и газовых струй, грязевой вулканизм. Таким образом, в проявлении таких дислокаций на территории Кавказа устанавливается определенная закономерность, дающая возможность научно обосновать и сформулировать практические критерии для поисков и разведки различных видов полезных ископаемых. Можно также наметить основные направления сейсмических явлений, поскольку они оказываются тесно связанными с поперечными структурами и современными вертикальными движениями.

Впоследствии оказалось необходимым систематизировать имеющийся фактический материал по изучению поперечных структур Кавказа, что и было впервые выполнено в Институте геологии Академии наук Азербайджанской ССР М. А. Кашкай и Г. П. Тамразяном. Подготовленный авторами доклад на тему «Об антикавказских дислокациях на Кавказе» был доложен на Всесоюзном совещании по тектонике Альпийской геосинклинальной области юга СССР в 1954 г. (опубликован в Трудах Совещания в 1956 г.). Как было видно из обсуждения доклада на совещании, а также из опубликованных за последние десять лет статей (см. список литературы), проблема поперечной складчатости на Кавказе оказалась актуальной и привлекла большое внимание. Поперечные структуры обнаруживаются также в Крыму, на Карпатах, в Альпах, в Средней Азии и др. Они, несомненно, характерны для северных районов Ирана и Турции и для многих других территорий.

Мы считаем, что в локализации магматических образований, в характере металлогении и вообще в закономерностях размещения полезных ископаемых весьма существенны узлы пересечения поперечных структур со структурами общекавказского направления.

Анализ материала показывает, что на Кавказе каждый геологический период регионально характеризуется, по М. А. Кашкай, следующими собственными направлениями структур:

I. Каледонская и герцинская (варисцийская) складчатости имели в основном северо-восточное и северо-западное направление.

II. Мезо-кайнозойская — киммерийская (юра — нижний мел) и альпийская (верхний мел — третичная) складчатости, наиболее ярко выраженные на Кавказе, в основном были северо-западного направления.

III. Неоген-антропогеновая складчатость была северо-восточного направления.

Эти структуры характерны, вероятно, для значительной части Крымско-Кавказско-Альпийской системы. Каждая система важнейших проявлений складчатости сопровождалась складчатостью основной и второстепенной, сопряженных направлений, одно из которых обычно было более слабым. В ряде регионов удается установить наложение более молодых структур на древние, особенно «омоложение» последних вдоль глубинных разломов.

С сожалением приходится отметить, что нередко авторы не ссылаются на наши работы, впервые опубликованные по данному вопросу, несмотря даже на использование их.

Нами было отмечено, что поперечные дислокации связаны как с неоднократно периодически возобновляющейся унаследованностью, так и с наличием в каждую эпоху двух сопряженных самостоятельно существующих направлений дислокаций. В этом отношении особенно характерны плиоцен-антропогеновые поперечные дислокации. Тогда же (1954 г.) в Крымско-Кавказском регионе нами были выделены и описаны семь самостоятельных крупных поперечно-меридиональных дислокаций: Крымская, Керченская, Гагринская, Ставропольско-Эльбрусская, Казбекско-Араратская, Дагестанско-Зангезурская, Шахдагско-Талышская. Мы отметили, что проявления дислокаций антикавказского направления имеют значительно большее значение в тектоническом строении Кавказа, чем это принято считать. Дальнейшие исследования по этому вопросу должны выяснить генетическую связь разрывов (как кавказского, так и антикавказского направлений) с историей геологического развития как Кавказа, так и прилегающих к нему областей, в частности ограничивающих Кавказ морских впадин — Каспийской депрессии на востоке и Черноморской депрессии на западе, сыгравших, вероятно, немалую роль в ориентировке структурных элементов в области периклинальных погружений Кавказа.

ОСНОВНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ДИСЛОКАЦИИ КРЫМСКО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Поперечные дислокации обуславливают поперечную зональность Кавказа, проявляющуюся в наличии сопряженных зон поднятий и относительного прогибания в продольных антиклинальных зонах. Поперечная зональность Малого Кавказа осложняется и в определенной мере затушевывается интенсивным сводовым поднятием, наиболее интенсивным в центральной части, объединившим в плиоцен-антропогеновое время ранее разрозненные самостоятельные поднятия.

Поперечные дислокации и связанная с ними поперечная зональность, по существу, отмечались на протяжении всей мезокайнозойской истории Кавказа, то усиливаясь, то ослабевая, более или менее изменяя свою пространственную ориентировку. Мезокайнозойская история Кавказа выявляет роль многих разломов (как продольных, так и поперечных), довольно устойчивых и оказывавших значительное, а местами решающее влияние на интенсивность и направленность тектонических движений и на развитие разделяемых ими блоков. Крупные тектонические разрывы имеют нередко глубокое заложение, их развитие было непрерывно-прерывистым в течение длительного времени. Разломы имеют, как известно, очень важное значение при распределении во времени и в пространстве магматической деятельности, они часто контролируют оруденение и предопределяют пространственную локализацию многих полезных ископаемых не только эндогенного, но и экзогенного генезиса.

Разломы уже давно стали предметом значительного внимания со стороны исследователей. Однако это относится, прежде всего, к продольным разломам, поперечные разломы нередко освещаются недостаточно внимательно, часто только мимоходом. Это связано отчасти с тем, что многие поперечные разломы, в особенности глубокого заложения, связаны с глубокими структурными этапами. На поверхности они выявляются слабо, отмечаются только в виде флексуобразных изгибов и ступеней либо даже вовсе не обнаруживаются сразу. Для выявления таких разломов требуется тщательный кропотливый анализ большого фактического материала, который не так уж часто оказывается в распоряжении исследователя.

Не останавливаясь подробно на этом вопросе, отметим лишь, что поперечные разломы широко распространены на Кавказе. Наиболее значительные из них так или иначе увязываются с региональными поперечными дислокациями, но в отличие от последних склонны ориентироваться не только (или даже не столько) в близмеридиональном, сколько в северо-восточном направлении. Именно последнее направление оказывается характерным (и это естественно) и для зон сейсмической активности, склонных также к северо-восточной ориентировке.

В общем поперечные дислокации проявляются различно, выделяются пликативные и дизъюнктивные поперечные дислокации. Пликативные поперечные дислокации обычно имеют близмеридиональную региональную ориентировку, северо-восточная ориентировка более характерна для локальных структур. Дизъюнктивные дислокации чаще обладают северо-восточной ориентировкой, хотя отмечаются и разломы меридионального направления.

В структуре Крымско-Кавказской провинции нами (1956 г.) выделены семь близмеридиональных зон дислокаций, проходящих через всю провинцию и нередко продолжающихся в пределах смежных геосинклинальных и платформенных областей. Они

осложнены поперечными и продольными линиями разрывов. Тогда же было отмечено, что эти поперечные поднятия не равнозначны, одни из них являются более резко выраженными и крупными (Ставропольско-Эльбрусское и Дагестанско-Зангезурское поперечные поднятия), другие менее отчетливы (Крымское, Казбекско-Арааратское и Шемахинско-Талышское поперечные поднятия), третьи лишь намечаются на основе рассмотрения дна прилегающих пространств Черного моря (Керченское и Гагринское поперечные поднятия). Выраженность поперечных (меридиональных) поднятий зависит от того, в каком месте складчатого сооружения они пересекают это последнее.

Исследования и анализ большого фактического материала, проведенные в течение последующих 10 лет, подтвердили и позволили обосновать дополнительно эти выделенные поперечные дислокации. Поперечные меридиональные поднятия, хорошо выраженные в одном направлении, быстро утрачивают эту выраженность в противоположном направлении, в котором более существенными становятся другие региональные поперечные дислокации.

Так, например, Ставропольско-Эльбрусское поперечное поднятие является главным на Большом Кавказе и прослеживается далеко на север (через Ергени и т. д.), тогда как на юге, даже в пределах Малого Кавказа, по существу не замечается его четкого продолжения, здесь оно только угадывается. Второе крупное поднятие Большого Кавказа — Дагестанский клин, не имеет в ближайшем районе четко выраженного северного продолжения, однако хорошо трассируется на Малом Кавказе, образуя в целом Дагестанско-Зангезурское близмеридиональное поперечное поднятие. Далее, Крымское поперечное поднятие, не особенно хорошо заметное в Крымско-Кавказской провинции, в южном направлении оказывается значительно более крупным, чем даже Ставропольско-Эльбрусское поперечное поднятие, продолжаясь далеко на юг через всю Малую Азию в сторону Средиземного моря.

Таким образом, поперечные меридиональные поднятия не только не равнозначны одно другому, но по простиранию могут изменять степень выраженности. Соответственно в продольном для складчатой системы направлении существенно изменяется относительная роль отдельных поперечных меридиональных поднятий.

Кратко опишем выделенные региональные поперечно-меридиональные дислокации (рис. 1).

1. **Крымское** региональное поперечно-меридиональное поднятие проходит через Крымский полуостров, проявляясь здесь Крымским складчатым обломком, гравитационным максимумом полуострова и высокой температурной аномалией Степного Крыма. Далее на его северном продолжении в пределах Украины на участке Кривой Рог — Днепропетровск — Полтава располагается крупная и широкая зона интенсивных современных вертикальных движений (значительных поднятий), а еще севернее аналогичная, хотя и меньшая по

интенсивности, зона современных поднятий в районе Брянска — Вязьмы — Смоленска.

Южное продолжение Крымского поперечного поднятия пересекает Черное море, обуславливая пережим его котловины (по изобатам 1—1,5 км), и переходит на огромный северный выступ Малой Азии в сторону Черного моря.

2. Керченское региональное поперечно-меридиональное поднятие, выраженное значительно слабее, чем Крымское, проходит через Керченский полуостров, отмечаясь геофизически повышенными

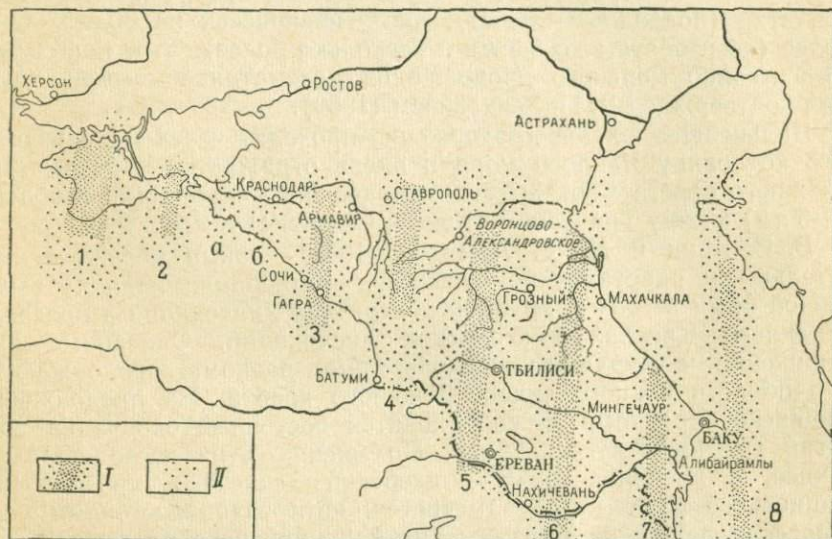


Рис. 1. Схема расположения региональных поперечно-меридиональных дислокаций Крымско-Кавказской провинции

I. Региональные поперечно-меридиональные поднятия: 1 — Крымское, 2 — Керченское, 3 — Гагринское, 4 — Ставропольско-Эльбрусское, 5 — Казбекско-Арагатское, 6 — Дагестанско-Зангезурское, 7 — Шемахинско-Талышское, 8 — Мангышлакско-Казвинское. II. Второстепенные поперечные дислокации: а — Новороссийская, б — Геленджикская

тепловыми условиями недр. О характере северного продолжения Керченского поднятия, ввиду его незначительности, судить трудно; отметим лишь, что примерно на его продолжении располагаются два участка интенсивных современных поднятий — один к северу от Азовского моря, западнее Волновахи, другой на участке, находящемся к северу от Купянска.

Южное продолжение Керченского поперечно-меридионального поднятия отчетливо прослеживается на дне северного подводного склона Черного моря по его изобатам (на глубине 1—2 км). Еще далее, во впадине Черного моря, Керченское региональное поднятие проходит через ряд подводных поднятий вблизи 36-го меридиана и далее проектируется на один из наиболее изрезанных подводных участков южной части моря.

3. **Гагринское** региональное поперечно-меридиональное поднятие проходит через Гагринский хребет, территорию Кавказского заповедника и Майкопский (Адыгейский) выступ, проявляясь здесь высокотемпературными условиями недр.

Южное продолжение Гагринского поднятия, как было отмечено нами еще в докладе, сделанном в 1954 г. (Кашкай, Тамразян, 1956), хорошо трассируется на дне Черного моря крупным батиметрическим выступом, несомненно имеющим антиклинальную природу, вырисовывающим в субмеридиональном направлении совершенно не отраженное в Черноморском побережье подводное поднятие (подводный хребет), протягивающееся на 60—80 км и более (по изобатам до 1,5 км и несколько более). Этот наш вывод относительно морского продолжения рассматриваемого поднятия был подтвержден В. П. Зенковичем (1959).

Дальнейшее южное продолжение проходит через мало изученную котловину Черного моря и вновь отражается в батиметрии у южного берега моря выступом подводного склона (по изобатам в 1,5 км) между Трабзоном (точнее, Сюрмене) и Ризе.

В. Е. Хаин и М. Г. Ломидзе (1962) своими последующими детальными работами, по существу, подтвердили наличие выделенной нами в 1954 г. крупной поперечной дислокации в пределах Западного Кавказа — Гагринской дислокации. Описанные ими Цицинский и Курджипский поперечные разломы продолжаются и в области южного склона Главного хребта. На продолжении Цицинского разлома здесь находятся восточные окончания поднятий хребтов Амуко и Ахцу. По мнению этих исследователей, южнее, в пределах Сочи — Адлерской депрессии, продолжение Цицинского разлома не замечается, хотя здесь восточный борт депрессии лежит на продолжении Курджипского разлома. Контрастное движение вдоль этого борта резко проявилось в олигоцене, в это время Гагринский массив интенсивно поднимался, а Адлерская депрессия столь же интенсивно опускалась. Далее В. Е. Хаин и М. Г. Ломидзе отмечают, что Цицинский и Курджипский разломы являются звеньями поперечной структуры, ограничивающей с запада Адыгейское (Майкопское) поперечное поднятие и Центральный Кавказ в целом. Продолжение этой структуры, как они предполагают, находится в Предкавказье и в Черном море.

4. **Ставропольско-Эльбрусское** региональное поперечно-меридиональное поднятие, крупнейшее на Кавказе, проходит через Ставропольское поднятие, район Эльбруса и далее. Оно хорошо очерчивается высокими температурами недр. Поднятие было известно давно и многократно описывалось в литературе (Герасимов, 1922; В. П. Ренгартен, 1930; Варданянц, 1935; Белоусов, 1939; Муратов, 1946—1948; Шатский, 1948; Хаин, 1949; Хаин и Леонтьев, 1950 и др.), однако направление его южного продолжения остается дискуссионным. Одни исследователи проводят его по линии Ставрополь — Сурами — промезуток между озерами Урмия и Ван. Этого мнения придерживается В. Е. Хаин (1949), который отме-

чает, что данное поперечное поднятие, строго говоря, не является вполне «поперечным», а составляет острый угол со складками господствующего запад-северо-западного — восток-юго-восточного простирания и имеет направление север-северо-западное — юг-юго-восточное. Между тем В. В. Белоусов (1939) считал его не север-северо-западным, а полагал, что структура вытянута с север-северо-востока на юг-юго-запад от района, расположенного к востоку от Ставрополя по направлению к Батуми. А. Я. Дубинский (1959) считает, что Ставропольское поднятие продолжается не в сторону Дзиркульского массива, а западнее, в район Сухуми.

5. Казбекско-Аrarатское региональное поперечно-меридиональное поднятие, располагаясь между хорошо выраженными на Большом Кавказе Ставропольско-Эльбрусским и Дагестанско-Зангезурским поперечными поднятиями, в своем проявлении обладает специфическими особенностями. На Большом Кавказе оно попадает в перегиб между его главными поперечными поднятиями, в районе Военно-Грузинской дороги эта региональная поперечно-меридиональная дислокация проявляется тем, что наибольшее число складок расположено именно здесь. В западном и восточном направлениях число складок все более сокращается и лишь некоторые из них прослеживаются до верховьев р. Алазань (Паффенгольц, 1959). Пройдя Большой Кавказ и его северный склон (Терско-Сунженскую область), Казбекско-Аrarатская региональная дислокация вступает в пределы центральных и северных районов Восточного Предкавказья, здесь она проходит через Прикумские брахиантиклинальные поднятия Ачикулакского и Озексуатского районов.

Казбекско-Аrarатское поперечное поднятие по существу ограничивает с востока подъем кристаллического фундамента выше океанического уровня в области Большого Кавказа. В целом же по верхам кристаллического фундамента Казбекская поперечная зона все же более погружена, она как бы очерчивает седловину между двумя основными выступами кристаллического фундамента — Западно-Кавказским и Восточно-Кавказским. Однако уже на поверхности базальтового слоя картина существенно изменяется, наблюдается обратное соотношение и Казбекский участок отвечает региональному поднятию, разделяющему весь Кавказ на две прогнутые зоны, одну к западу, а другую к востоку от него. Как отмечают Б. К. Балавадзе и Г. Н. Шенгелая (1961, стр. 1330), «Казбекская поперечная зона, которая менее погружена (до 28 км), разделяет две указанные области интенсивного погружения». Следовательно, гравиметрические данные, относящиеся к 1961 г., полностью подтвердили значение Казбекского поперечного поднятия, которое многим казалось смутным и непонятным в момент его выделения нами еще в 1954 г.

Таким образом, на Большом Кавказе Казбекско-Аrarатская поперечная дислокация, попадающая в вогнутый перегиб между его главными (по поверхности кристаллического фундамента)

выступами, в базальтовом слое и в особенности в верхах мантии отвечает самому крупному поперечному поднятию Большого Кавказа, по обе стороны от которого верхи мантии глубоко погружаются, образуя две котловины.

Следует отметить также, что основные поперечные поднятия Большого Кавказа (Ставропольское и Дагестанский клин), которые первыми привлекли к себе внимание в качестве поперечных, по верхам мантии полностью утрачивают свое значение. Здесь главенствующим поперечным поднятием всего Кавказа является Казбек-Аrarатская региональная поперечно-меридиональная дислокация. Южное продолжение Кавказско-Аrarатской региональной дислокации проходит через Малый Кавказ и прослеживается между озерами Ван и Урмия.

Куринская и Рионская впадины Закавказья отделяются одна от другой как раз в месте прохождения здесь Казбекско-Аrarатской поперечной дислокации-перегиба, к западу (в сторону Черного моря) и к востоку (в сторону Каспийского моря) от которого отмечается общее структурное погружение.

6. **Дагестанско-Зангезурское** региональное поперечно-меридиональное поднятие проходит через Дагестанский клин, восточную часть Малого Кавказа. Здесь южное продолжение этого крупного поперечного поднятия восточного Кавказа отчетливо проявляется в современных орографических и геоморфологических особенностях, вырисовывая наиболее высоко приподнятые участки восточной части Малого Кавказа. Почти меридиональный Зангезурский хребет и Карабахское вулканическое нагорье достаточно четко трассируют южное продолжение Дагестанско-Зангезурской поперечной дислокации, восточный склон которой проходит через хребты Мровдагский, Карабахский, Бергушетский.

Северное продолжение Дагестанско-Зангезурского регионального поднятия проектируется на зону поднятий Астраханского района и восточной части Промысловского.

7. **Шемахинско-Талышское** региональное поперечно-меридиональное поднятие, ранее (в 1956 г.) названное нами Шахдагско-Талышским, протягивается через юго-восточный Кавказ (Шемахинский район и районы, прилегающие к нему с запада), своей западной частью охватывает Кюрдамирский гравитационный максимум, расположенный между Талышом и Карамарьянским увалом, далее через Талышскую горную систему и через район горного поднятия Саваландаг оно продолжается на юг.

Таковы выделенные нами в 1954 г. региональные поперечно-меридиональные дислокации. Кроме них имеются и другие, более мелкие поперечные перегибы, особенно заметные в районе северозападного погружения Большого Кавказа. Здесь проходят второстепенные поперечные поднятия Геленджикское (к востоку от Геленджика) и Новороссийское (к западу от Новороссийска), отражающиеся и в строении прибрежного мелководья.

8. Мангышлакско-Казвинская региональная поперечно-меридиональная дислокация может быть условно выделена в пределах Каспийского моря. Она проходит через западную оконечность Мангышлака, пересекает восточный борт Средне-Каспийской впадины, проходит восточнее Апшеронского полуострова, пересекает Южно-Каспийскую котловину и, направляясь к крайне западной части Мазандарана, проходит через область правобережья р. Сефидруд.

Мангышлакско-Казвинская региональная меридиональная зона дислокаций располагается в пределах огромной поперечной Каспийской впадины, поэтому ее самостоятельное проявление весьма затушевано. Можно отметить лишь следы этой меридиональной поперечной зоны положительного знака, например подводное поднятие к юго-западу от мыса Песчаного, два подводных почти меридиональных поднятия в восточной части Среднего Каспия, высоко приподнятые и глубоко размытые (до низов продуктивной толщи) структуры к востоку от Апшеронского полуострова: Нефтяные Камни, остров Жилой, Камни Григоренко, остров Артема, банки Дарвина и другие, выступ северо-западной части Эльбурса (Иран) в Каспийское море и т. д. На севере, в пределах Прикаспийской впадины, к северному продолжению Мангышлакско-Казвинской меридиональной зоны приурочивается примерно меридионально ориентирования флексура в структуре верхнего палеозоя.

В 1933 г. во время работ в центральной части Малого Кавказа М. А. Кашкай обратил внимание на антикавказское — поперечное или северо-восточное — направление складчатости и линий тектонических разрывов. В дальнейших своих исследованиях он обнаружил проявление антикавказских нарушений (кроме верховьев р. Тертер) также в районе Джермука, в верховьях р. Акеры, в Нахичеванской АССР и в других местах (Кашкай, 1933, 1939, 1947, 1948, 1952, 1955, 1956, 1959, 1964).

Складчатость в мезозойских вулканогенно-осадочных образованиях этой части Малого Кавказа в целом имеет общекавказское направление (северо-западное — юго-восточное), однако в ряде мест выявляется складчатость антикавказского направления (СВ $30-50^\circ$). Ось крупной антиклинальной складки антикавказского направления проходит, как отметил М. А. Кашкай, вдоль р. Тертер по линии Верхний Истису — Нижний Истису, восточнее селений Кельбаджар и Милли. Юго-восточное крыло этой складки имеет падение под углом $50-70^\circ$, северо-западное — под углом $25-50^\circ$. Общее направление складки выдерживается как в районе Мыхтокянского хребта, так и в юго-восточной части бассейна оз. Севан, охватывая и верховья р. Арпачай. Присводовая часть этой крупной складки в долине р. Тертер сильно разбита и осложнена разрывами. В районе Верхнего Истису установлен крупный сброс северо-восточного направления вдоль правого берега р. Тертер. Сброшенная часть представлена вулканогенными породами кельбаджарской свиты (верхний эоцен). В районе имеется ряд трещин и разрывов. Как отметил М. А. Кашкай, все эти тектонические нарушения, мно-

гочисленные трещины и дайки имеют северо-восточное направление, лишь изредка можно встретить трещины и дайки иных направлений.

Заметим, что в одном из классических районов развития жильных образований, в верховьях р. Тертер, пластовые интрузивы (силлы) и дайки имеют северо-восточное направление (СВ 30—50°), т. е. согласное с вмещающей кельбаджарской свитой. Это же антикавказское направление имеют пластовые интрузивы и дайки также в метаморфизованной туфогенной толще эоцена и в других вмещающих породах, в частности в породах Далидагского гранитоидного плутона. Дайки других направлений встречаются редко.

Антикавказское направление имеют трещины и жилы липаритов и дацитов также в Шальва-Лачинском плутоне. Северо-восточное направление жил и трещин отмечено в верховьях р. Арпачай у курорта Джермук и в ряде мест центральной части Малого Кавказа (Лачинский район и др.). Эту же антикавказскую ориентировку имеют и пострудные тектонические разрывы в северо-восточной части Малого Кавказа — Чирагидзор, Тоганалы, Кедабек и др.

В районах серноколчеданных месторождений северо-восточного склона Малого Кавказа кварцевые порфиры и покрывающие их вулканогенные породы подверглись дизъюнктивной дислокации, выраженной многочисленными сбросами антикавказского или меридионального направления. Впрочем большинство тектонических разрывов Чирагидзорского, Тоганалинского, Кедабекского и других месторождений и проявлений образовалось в ранние фазы альпийской складчатости, хотя впоследствии и неоднократно оживлялось. Новые данные последних лет, освещающие особенности тектонического развития восточной части Малого Кавказа, приводит и Э. Ш. Шихалибайли (1964), указывая и на наличие поперечных дислокаций.

В Армении поперечная складчатость установлена по южному краю зоны в ряде мест центральной части Малого Кавказа. Особенно характерны зоны разрывов, проходящие через курорт Джермук, в районе Раздан, близ Еревана, в окрестностях сел. Кох и др. Ряд поперечных разрывов проходит в северной части Ирана (Карадаг, Джульфа и др.). В Турции известны поперечные разрывы в районах сел. Кульп, Кварханских и Ирисовских месторождений колчеданных руд.

Складчатость антикавказского направления приурочена и к синклиниям Малого Кавказа, в особенности граничащим с Куринской впадиной. Складчатость такой ориентировки выявлена в верхнемеловых отложениях Казахского гемисинклиория, в верхнем мелу и в палеогене Агджакендского гемисинклиория, в Мардакертском гемисинклиории. Антикавказскую ориентировку имеет Худаферинское поднятие майкопа и складчатость верхнего плиоцена в Нижне-Араксинском прогибе близ Горадиза.

Крупный прогиб, приуроченный к долине нижнего течения р. Аракса — примерно от Мегри до выхода реки на равнину, также

имеет антикавказскую ориентировку. Этот поперечный прогиб раскрывается в Нижне-Куринскую депрессию и с ним сочленяются продольные прогибы низовьев Базарчая и Акеры.

Образование долины р. Аракса на вышеотмеченном участке приурочено примерно к меотису (Хаин и Шарданов, 1952). Антикавказский прогиб Аракса впоследствии прогрессировал в своем развитии, в акчагыле и в нижнем апшероне он покрывался водами моря. К концу верхнеплиоценового времени общее воздымание суши привело к восстановлению долины нижнего течения Аракса; Нижне-Араксинский прогиб антикавказского направления продолжает и поныне существовать вместе с приуроченной к нему долиной нижнего течения Аракса, впадающей почти под прямым углом в р. Куру, протекающую в общем и кавказском направлении.

Как уже было выяснено, в поперечных — антикавказского направления — прогибах Сомхетско-Карабахской антиклинальной зоны Малого Кавказа, примерно в олигоцене, зародились долины рек Акстафы, Тертера и Каркарчая. Наличие поперечных погружений способствовало оформлению в антропогене единой речной сети Куринской впадины и привело, в частности, к формированию долины нижнего течения Аракса.

Наличие складчатости антикавказского направления в Нахичеванской АССР отмечал М. А. Кашкай при изучении Бадамлинской структуры. В пределах территории Нахичеванской АССР местами наблюдается антикавказское направление складок и дизъюнктивных дислокаций. Антикавказское направление дислокаций в основном характеризует палеогеновые и неогеновые отложения, преобладающие вторые. Однако и палеозойский комплекс Нахичеванской АССР обычно осложнен поперечными нарушениями (сбросо-сдвигами) антикавказского направления, нередко достигающими значительной амплитуды. В Джульфинском массиве имеется серия нарушений антикавказского направления (СВ 10—70°).

Мелкая складчатость нередко изменяет простирание с северо-западного на северо-восточное (зоны Юхары-Данзикской и Яйджи-Садаракской антиклинальных складок). Здесь в районе Волчьих ворот к югу от сел. Садарак складки антикавказского направления с выходами девонских пород в ядре разделяют Араратскую и Нахичеванскую котловины, различающиеся историей тектонического развития. Эти структуры за последнее десятилетие изучали Ш. А. Азизбеков (1961), Т. М. Гаджиев (1962) и другие геологи.

Дислокация антикавказского направления развита в Киров-абадской области. Здесь в зоне третичных предгорий вырисовывается огромная региональная моноклинали, простирающаяся с северо-запада на юго-восток. На фоне этой моноклинали антиклинальные структурные выступы имеют простирание, перпендикулярное господствующему простиранию кавказской складчатости — они направлены с юго-запада на северо-восток, т. е. в антикавказском направлении.

Рассматривая в целом региональные поперечно-меридиональные дислокации, отметим, что такие основные, давно известные поперечные поднятия, как Ставропольско-Эльбрусское и Дагестанско-Зангезурское хорошо и четко выделяются прежде всего на Большом Кавказе, тогда как южнее они выражены менее отчетливо. В то же время расположенная между ними Казбекско-Араратская поперечная дислокация, нечеткая на севере, становится важнейшей в Закавказье. Кроме поперечно-меридиональных дислокаций на Кавказе вырисовываются и северо-восточные поперечные дислокации.

Рассмотрим поперечные дислокации Малого Кавказа. В Азербайджане известны три группы антиклинальных складок северо-восточной ориентировки. Одна из них располагается в Нахичеванском наложенном синклинории между Восточным Арпачаем и Нахичеванчаем. Вторая группа располагается в Кельбаджарском наложенном синклинории в верховьях Тертера. Третья группа складок (гемиантиклиналей), ориентированных в северо-восточном направлении, приурочена к Агджакендскому синклинорию на северо-восточном склоне Малого Кавказа — между Кировабадом и Нафталаном.

Все три группы поперечных антиклинальных складок Малого Кавказа расположены вдоль единой зоны, также имеющей северо-восточную ориентировку (азимут около 40°) и проходящей по направлению простираения этих поднятий. Примечательно, что из имеющих в Азербайджане многочисленных синклинориев именно в этих трех, приуроченных к одной региональной зоне северо-восточного направления, расположены все существенные антиклинальные поднятия северо-восточной ориентировки. Заметим также, что все эти поперечные антиклинальные поднятия сформировались перед плиоценом (иногда, возможно, перед средним плиоценом).

Образование упомянутых складок северо-восточной ориентировки неминуемо связано с тангенциальным — боковым сжатием в кавказском направлении. При этом характерно, что в пределах восточной части Малого Кавказа выявилась ослабленная зона, наиболее податливая для пликативных дислокаций, охватывающая эти поперечные складки. Эта зона, аномальная для Малого Кавказа, очерчивает полосу концентрации тектонических напряжений. Интересно также и то, что горные сооружения Малого Кавказа оказались смещенными на северо-восток именно вдоль этой полосы и только в ее пределах, именно ей отвечает заливообразный выступ на северо-востоке границы мегаантиклинория Малого Кавказа (рис. 2).

Другая зона, в которой встречаются складки того же северо-восточного направления, проходит несколько западнее, примерно от Еревана (антикавказские складки Приереванского района) к Иджеванско-Казахскому району, к северу от оз. Севан, оконтуривая полосу северо-восточной ориентировки (азимут около 35° —

40°); складки этой последней полосы были сформированы перед олигоценом.

Среднее расстояние между двумя описанными зонами распространения антикавказских поднятий составляют около 100—120 км. Заметим, что примерно на таком же расстоянии к юго-востоку от Нахичеванско-Нафталанской полосы северо-восточной дислокации располагается выделенная Г. П. Тамразяном (1958, 1960₄) зона Восточно-Кавказского глубинного разлома, приурочен-

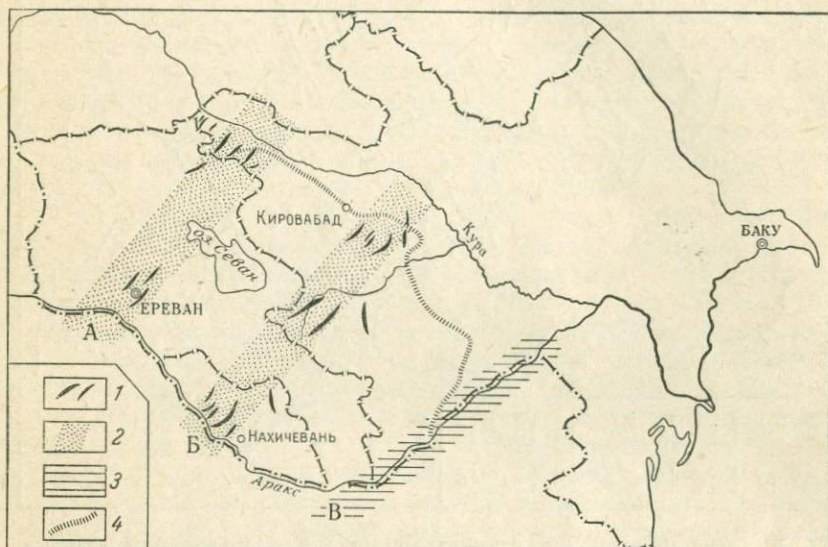


Рис. 2. Схема распределения складок северо-восточной ориентировки в пределах Малого Кавказа

1 — складки северо-восточной ориентировки; 2 — зоны концентрации складок северо-восточной ориентировки; 3 — зона Араксинского прогиба, совпадающая с Восточно-Кавказским глубинным разрывом; 4 — северо-восточная граница мегантиклинория Малого Кавказа. Зоны структурных дислокаций северо-восточной ориентировки: А — Ереванско-Казахская; Б — Нахичеванско-Нафталанская; В — Араксинский прогиб

ная здесь к Араксинскому прогибу — Нижне-Араксинскому наложенному синклинию.

Поперечные разрывные дислокации распространены в Крымско-Кавказской провинции, как и во многих других регионах, весьма широко (рис. 3). Кроме описанных поперечных дислокаций встречаются другие аналогичные, но меньшего масштаба, причем нередко более четкие. Это касается в особенности юго-восточного и северо-западного периклиналильных погружений Большого Кавказа и прилегающих территорий. Некоторые поперечные дислокации подобного рода в юго-восточной части Кавказа и прилегающей части Каспия описали С. Р. Зубер (1922), В. А. Горин (1939, 1951, 1953), Г. П. Тамразян (1954, 1958, 1959, 1960, 1961, 1963) и др.

Рассматривая расположение грязевых вулканов юго-восточного Кавказа, В. А. Горин (1951) подчеркнул, что особого внимания заслуживает северо-восток — юго-западное направление в расположении полос ныне действующих грязевых вулканов, поскольку линейная зона, образуемая полосами этого направления и переходя-

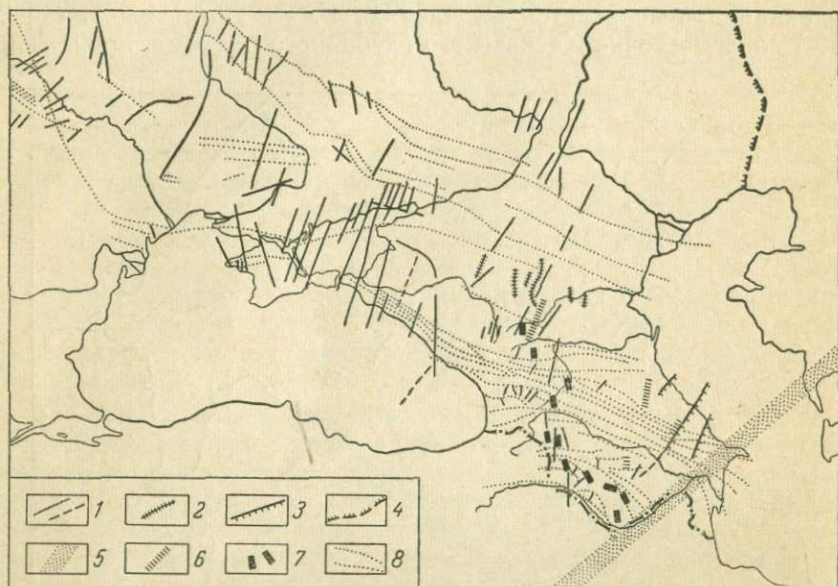


Рис. 3. Схема региональных близмеридиональных и северо-восточных разломов Предкарпатья и Закарпатского прогиба, Причерноморья, Приазовья, Крыма, Дноно-Днепровской впадины, Предкавказья, Кавказа и Закавказья

1 — поперечные и северо-восточные разломы; 2 — разломы и предполагаемые разломы кровли домезозойского фундамента Ставрополя; 3 — границы поперечных ступеней юго-восточного Кавказа, отличающихся различной историей образования и на глубине возможно отвечающих глубинным разломам; 4 — флексуры в верхнем палеозое Прикаспийской впадины, выделенные по геологическим и геофизическим данным; 5 — зона Восточно-Кавказского глубинного разрыва; 6 — основные разломы Кавказа, питающие плиоценово-четвертичный вулканизм; 7 — крутые ступени поперечных флексур Кавказа, сопровождающие глубинные разломы; 8 — продольные глубинные разломы Кавказа и другие разломы. Схема составлена по материалам: А. А. Габриеляна (1961), В. В. Глушко, И. Ф. Клироченко, В. С. Попова, М. В. Чирвинской (1960), В. А. Горина (1953), И. В. Кирилловой, Е. Н. Люстиха, В. А. Растворовой, А. А. Сорского (1960), Т. С. Лебедева, Г. Т. Собакарь (1962), Б. К. Лютнева и Ю. А. Стерленко (1963), Е. Е. Милановского (1960), Е. Е. Милановского и В. Е. Хаина (1963), М. Ф. Мирчинка, Н. А. Крылова, А. И. Летавина и Я. П. Маловицкого (1963), Н. В. Неволдина (1958), Д. В. Несмеянова и Р. С. Безбородова (1963), В. Б. Соллогуба (1962), С. И. Субботина (1959), Г. П. Тамразяна (1960), В. Е. Хаина и М. Г. Ломидзе (1961), А. Н. Шарданова (1960), Э. Ш. Шихалибейли (1964) и др.

щая на часть Кобыстана и Апшеронского полуострова, как бы обрезает юго-восточное погружение Главного Кавказского хребта. Это положение не случайно тоже происходило в конце понтического времени, когда упомянутые полосы образовывали ряд островов с проявлением грязевого вулканизма в северо-восточной части архипелага (Горин, 1951). Кроме того, кавказское и антикавказ-

ское направления разломов получают отражение и в батиметрических условиях современного Каспия.

В. А. Горин (1953) описал также поперечные разломы Юго-Восточного Кавказа, проявляющиеся резкими уступами в рельефе суши и морского дна. Им выделены три поперечные ступени — Бабадагско-Базардюзинская (совместно с Кусаро-Дивичинской), Маразинская и Азербайджанская.

Г. П. Тамразян (1958) в пределах юго-восточного погружения Большого Кавказа выделил наряду с продольными грязевулканическими зонами поперечную зону, протягивающуюся с юго-запада на северо-восток (1958). Эта мощная поперечная грязевулканическая зона приурочена к полосе резкого изменения простирания структур. Впоследствии было отмечено, что к ней приурочена максимальная во всем Азербайджане (и, пожалуй, во всем мире) концентрация газовых (грязевых) вулканов на единицу земной поверхности — до 4—7 и более вулканов на площади в 100 км².

Г. П. Тамразян (1959_{1,2}, 1960₁₋₄) на основе батиметрических данных выделил неизвестные до того антиклинальные поднятия, впоследствии подтвержденные сейсморазведкой, например антиклинальные поднятия им. Петрова, им. Зевина и др. Он же в 1959 г. выявил пережимы-валы северо-восточной ориентировки в структуре дна Южного Каспия, в том числе ранее неизвестное крупное поднятие антикавказского простирания, отходящие от восточного склона Южно-Каспийской впадины в юго-западном направлении, названное им Хребтом им. акад. Абиха, которое отчетливо выявляется с глубины 250 м (по изобатам 275—300, 350, 400, 450, 500, 550 и 600 м и т. д.). Этот крупнейший в Каспийском море подводный хребет имеет антиклинальную природу и осложнен разрывными дислокациями. Проведенные позже сейсморазведочные работы подтвердили наличие здесь крупной антиклинальной зоны, совпадающей с подводным хребтом, в пределах которой были выделены отдельные антиклинальные складки: им. Малыгина, им. Басина, им. Абиха, им. Голубятникова. Протяженность этой антиклинальной зоны антикавказского (северо-восточного) простирания составляет около 110 км.

Тогда же Г. П. Тамразян (1960) отметил, что в этой впадине во время верхнетретичной складчатости образовывались в основном крупные складчатые формы (типа валов) и формировались (отчасти оживлялись) крупные разломы, вдоль которых возникали значительные перемещения. Выявленные особенности строения Южно-Каспийской впадины, в том числе наличие поперечных пережимов-валов, имеют чрезвычайно важное значение, так как к этим валам приурочены богатейшие нефтяные и газовые месторождения.

В Южном Каспии были открыты и другие структуры антикавказской — северо-восточной или почти меридиональной — ориентировки (Соловьев, Кулакова, Лебедев, Маев, 1962 и др.).

Антикавказская ориентировка дислокаций и тектонических движений на Юго-Восточном Кавказе отмечается не только для

современной и недавних геологических эпох развития, но и для более отдаленного времени, выявляясь на картах изопахит. Так, например, как показал Г. П. Тамразян (1961), в восточной части Апшеронского полуострова в мезозое господствующим направлением тектонических форм развития, вырисовываемых изопахитами, является северо-восточное, находящееся в резком несоответствии с современной структурой Апшеронского полуострова, в которой складчатые формы имеют направление, колеблющееся между широтным, северо-западным и близмеридиональным.

По данным Г. П. Тамразяна (1961), в современной структуре Апшеронского полуострова 25% всех изгибов осей антиклиналей имеют ориентировку от меридиональной до северо-восточной (азимут 51°). При этом примечательно, что антиклинальные изгибы этого направления располагаются в юго-восточной части полуострова непосредственно к юго-востоку от Аджакбулско-Мардакянского разрыва.

Роль меридиональных волнообразных движений в строении Кавказа, Предкавказья и Закаспия отмечал также И. О. Брод (1959). Он считал, что на всей рассматриваемой им территории в этапы увеличения интенсивности горообразовательных движений преобладали подъемы и прогибы кавказского и широтного направлений, а в периоды выравнивания рельефа — меридиональные волнообразные движения первого порядка.

А. Н. Шарданов (1959) на схеме геотектонической зональности северо-западного Кавказа выделил направленные на юго-восток такие поперечные разломы, как Джигинский (проходит через Темрюк), Гостагаевский (проходит восточнее Джигинского разлома), Молдаванский (проходит через Новороссийск), Геленджикский (проходит через Геленджик), Туапсинский (проходит через Туапсе), Цицинский и Курджипский (проходят в верховьях рек Пшеха, Курджипс, Сочи). Последние два поперечных разлома впоследствии были объединены (Е. Е. Милановский, Хаин, 1963) в Пшехинско-Адлерскую зону разломов, значительно более крупную, чем остальные поперечные разломы северо-западного Кавказа. Она приходится на западную часть выделенной нами в 1954 г. Гагринской региональной поперечно-меридиональной дислокации.

На схеме геотектонической зональности юго-восточного Кавказа А. Н. Шардановым (1961) были выделены поперечные ступени, границы между которыми, возможно, отвечают глубинным разломам. Такими границами поперечных ступеней — поперечными разломами — являются структуры; Уркарыхская, проходящая через Каякент в Южном Дагестане¹; Хазрынская, проходящая через

¹ Впоследствии Уркарыхская полоса поперечных ступеней, возможно отвечающая зоне глубинного разлома, была подробно проанализирована и охарактеризована Д. В. Несмеяновым и Р. С. Безбородовым (1963) в качестве уступа разлома, связанного с глубинным разломом фундамента.

низовье р. Самур и затем по осевой зоне бассейна р. Турианчай; Халтанская, проходящая через низовье и правобережье р. Вельвелячай, вблизи Конахкенда, через Халтан, верховья рек Пирсаат и Ахсу.

Халтанский уступ, отвечающий зоне поперечного глубинного разрыва, близ Ахсу пересекается с протягивающимся с северо-запада другим глубинным разломом, переходящим восточнее Сабирбада на правобережье низовьев р. Куры и выходящим к заливу им. Кирова. Образовавшийся при этом между ними (северо-восточным поперечным и юго-юго-восточным в общем продольным разломами) тупой угол достигает значительной величины ($125-135^\circ$), поэтому может появиться неоправданный соблазн считать, что юго-западный участок Халтанского поперечного разрыва якобы плавно сочленяется с проходящим у Ахсу в общем продольным глубинным разломом, юго-восточное продолжение которого будто бы перехватывается Халтанским разрывом.

Зона Хазринского уступа-разрыва Большого Кавказа, возможно, продолжается и в пределы Малого Кавказа, в общем охватывая нижнее и среднее течение р. Тертер и далее проектируясь на общую ориентировку долин Нахичеванчай и Арпа (Нахичеванская АССР, Армения).

Б. В. Григорьянц и В. Е. Хаин (1958) рассмотрели вопрос о наложенной складчатости на примере Юго-Восточного Кавказа, основной причиной образования которой является общее изменение структурного плана области. Наложённая складчатость по отношению более ранней основной складчатости может быть любого направления, в частности и поперечного. Одновременно со складчатостью основного направления могут возникать и дополнительные складки, развивающиеся сопряженно с ней и имеющие преимущественно перпендикулярное (поперечное) направление.

А. А. Самохин (1957) описал структуру массива Больших Балкан (система Передового хребта северо-западного Кавказа), вытянутую поперек основного общекавказского направления с юго-запада на северо-восток (поднятие протягивается вдоль р. Малой Лабы). Здесь распространены две системы трещин — поперечные и продольные по отношению к самому поднятию. При этом почти все продольные трещины по своей ориентировке являются антикавказскими, северо-восточными, субмеридиональными, часть же поперечных к структуре трещин, расположенных в ее северо-восточной части, также имеет антикавказскую (северо-восточную) ориентировку. Автор указывает также на северо-восточное, т. е. антикавказское, направление интенсивного внедрения магмы.

Трещины, в особенности пластовые, весьма интенсивно минерализованы и содержат основную массу жильных пород. Значительное количество их ориентировано также в антикавказском направлении.

ПОПЕРЕЧНЫЕ ДИСЛОКАЦИИ В ДРУГИХ РАЙОНАХ СССР И ЗА РУБЕЖОМ

Поперечные дислокации на территории СССР

Зоны поперечных дислокаций выделены и в других регионах СССР в областях развития как молодой мезозойско-кайнозойской складчатости, так и более древней — палеозойской, докембрийской.

Н. С. Шатский (1948) отметил, что зоны поднятий и опусканий Русской платформы, протягивающиеся в пределах Кавказа, выражены наличием поперечных перегибов в его структуре, тем самым меридиональные прогибы^И волны поднятий охватывают не только геосинклинальную область Кавказа, но также и платформенные территории Восточно-Русской платформы.

А. А. Савельев (1953) отметил наличие вдоль северной окраины Донбасса, помимо складок общедонецкого направления, также поперечных к ним структур — антиклиналей и синклиналей. Эти структуры продолжают на юг в пределах собственно Донбасса, где тот же автор отметил около трех десятков таких поперечных зон при интервалах между зонами первого порядка от 30 до 80 км. Продольные и поперечные зоны принадлежат к единой разновозрастной складчатой системе.

Как отмечает В. Б. Соллогуб (1959), по данным геофизических исследований и бурения обосновываются представления о блоковом строении докембрийского фундамента южного склона Украинского кристаллического щита и прилегающих к нему прогибов. Региональные швы, обуславливающие блоковое строение, ориентированы в северо-западном, меридиональном и северо-восточном направлениях.

Р. М. Пистрак (1962) рассмотрела роль поперечных движений, условия возникновения и развития поперечных зон, их соотношения и связи с главными структурными зонами широтного или северо-западного направления для Днепровско-Донецкой впадины. Последняя возникла при опускании фундамента вдоль разлома северо-западного направления. В этой впадине на основании распределения гравитационного поля и сейсмических данных намечаются тектонические зоны, простирающие которых в общем перпендикулярно к ориентировке впадины, структурные элементы которой рассечены этими зонами. Некоторые из таких поперечных тектонических зон перебрасываются на соседние кристаллические массивы. В палеозое — в нижней перми и карбоне, вероятно, и в девоне, движения вдоль поперечных зон были нисходящими (в направлении с северо-запада на юго-восток), обусловившими ступенчатое погружение Днепровско-Донецкого грабена и его бортов к востоку.

А. А. Суворов (1955), описывая складчатые и разрывные дислокации мезокайнозойского структурного этажа в ряде районов Средней Азии и показывая, что они являются отражением разломов погребенного палеозойского фундамента, выделяет ряд признаков

таких разломов, в том числе крестовые структуры, т. е. перекрещивающиеся складки и разрывы двух направлений, одно из которых отвечает основным простираниям структур мезозойско-кайнозойского покрова, а другое отражает направление разломов фундамента.

Как отмечает Ф. С. Моисеенко (1961), результаты региональных гравиметрических исследований подтверждают представления о перекрещивании герцинских и каледонских складчатых структур в Центральном Казахстане. Аномалии силы тяжести, обусловленные каледонскими складчатыми зонами, имеют на юго-западе территории северо-западную ориентировку, а севернее становятся меридиональными и даже северо-восточными, герцинские же структуры имеют преимущественно северо-западное простирание. Несовпадение герцинских структурных элементов с каледонскими особенно значительно для более крупных из них, мелкие герцинские складки нередко наследуют каледонские простирания.

А. А. Толоч (1959) рассмотрел вопрос о формировании трещин, ориентированных поперек складчатых структур горного хребта Сихотэ-Алинь, структурные элементы докембрийского фундамента которого простираются в северо-западном направлении поперек простирания более молодых элементов складчатого сооружения, сформировавшегося в конце мезозоя; интенсивные движения продолжались в палеогене и неогене.

Н. В. Горлов (1960) описал поперечную складчатость архея северо-западного Беломорья. Основная складка, ориентированная в северо-западном направлении до почти меридионального, осложнена мелкими складками двух взаимно перпендикулярных направлений; те из складок, которые ориентированы согласно общему простиранию главной складки, развиты наиболее интенсивно и относятся к складкам волочения, они являются более поздними, чем поперечные складки. Участки сопряжения антиклинальных поднятий двух взаимно перпендикулярных направлений обычно приобретают куполовидное строение — простое или сложное, и к ним часто приурочены пегматитовые жилы.

О. М. Борисов (1962) отметил существование крупного глубинного шва общим протяжением 1000 км в пределах Тянь-Шаня. Этот поперечный глубинный разлом Тянь-Шаня является границей между более активной тектонической областью, находящейся на востоке, и менее активной, расположенной на западе, а также границей между высокосейсмичной областью и менее сейсмичной. Вдоль этого поперечного разлома происходит изменение мощностей и фаций осадков, смена литологического состава, типа проявлений и локализации магматических и рудных образований, знаков магнитных аномалий.

Опубликована интересная работа о разломной тектонике И. И. Чебаненко (1963), который рассмотрел ряд диагональных разломов на описываемой нами территории.

Поперечные дислокации в зарубежных странах

Поперечные дислокации отмечены во многих регионах как северного, так и южного полушария.

Наложение каледонских складок на древнюю складчатую систему в районе мыса Малин (Англия) отметили Д. Л. Рейнольдс и А. Холмс (Reynolds, Holmes, 1954). В кристаллических сланцах устанавливается наличие двух складчатых систем, древняя докаледонская простирается в северо-западном направлении, молодая каледонская — в северо-восточном. Очевидно, здесь имеет место наложение разновозрастных структур.

Д. М. Ламберт (Lambert, 1959) описал поперечную складчатость в слоях Грамскато, Корнуэлл (Великобритания). Здесь развита система мелких складочек примерно одинаковых по размеру, но распределенных по двум системам, ориентированным взаимно перпендикулярно. Интересно, что кливаж вдоль осевых поверхностей складочек является общим для обеих систем. Предполагается, что обе системы складок образовались на раннем этапе развития упругих деформаций до развития кливажа.

Примерно такие же структурные соотношения наблюдаются в далрейдской и мойнской сериях Центральной Шотландии, однако здесь складки, поперечные к «каледонским», находятся в явно подчиненном положении. То же наблюдается для структур района Коуэл. В отношении этих случаев Б. Кинг и Н. Раст (King and Rast, 1956) пришли к заключению об одновременности образования таких двух разно ориентированных систем складок.

О поперечных складках в северной Шотландии писал Джон Саттон (Sutton, 1960). Им выделены поперечные складки одновременные, более поздние или, наоборот, более ранние по отношению к основной складчатости.

Интересные данные о поперечной складчатости Кантабрийских гор и Пиреней (Испания) приводит Л. У. Ситтер (Sitter, 1960). В южной части Кантабрийских гор наиболее отчетливо прослеживаются (в основном в широтном направлении) складки, отвечающие примерно судетской фазе. Складки, образовавшиеся примерно в астурийскую фазу, имеют север-северо-западную ориентировку, а образовавшиеся еще позже, в саальскую фазу, вновь ориентированы в широтном направлении. Поперечная складчатость, осложняющая основную широтную, отмечена в северной части Писуэргского бассейна. Ситтер приходит к выводу, что поперечная складчатость приповерхностных зон создается при наложении нескольких фаз одного и того же периода орогенеза.

Сарро-Рейнольдс (Sarro-Reynolds, 1960) подчеркнул роль поперечных разрывов в структуре восточного обрамления массива Веркор к югу от Гренобля (Франция). О значительных поперечных дислокациях западной Юры писал А. Кэр (Caire, 1960).

Согласно Н. Ульянову (Oulianoff, 1946), полоса тектонически нарушенных пород, слагающих Рейнский грабен, продолжается

в меридиональном направлении далеко на юг, пересекая альпийские складки почти под прямым углом в центральной части Западных Альп, недалеко от массива Монблан.

Как отмечал К. Н. Томе (Thome, 1955), крупные поперечные разрывы (сдвиги), расчленяющие герцинские складки Рейнских гор, были заложены много раньше астурийской (главной) фазы складкообразования, во время которой образовались эти горы. Дислокации северо-западной ориентировки связаны с догерцинскими структурами кристаллического основания складчатого пояса.

В. Шван (Schwap, 1956) описал поперечную антиклинальную зону Тюрингии — Франконского Леса, протягивающуюся в северо-западном направлении на 40 км при ширине 10 км. Эта зона является поперечной по отношению к протягивающимся в северо-восточном направлении структурным зонам Средне-Тюрингенских сланцевых гор. Формирование антиклинальной зоны Франконского Леса приурочивается к движениям позднесудетского возраста. Внутри отдельных участков этой зоны наблюдается северо-восточная ориентировка складчатой структуры. Интенсивность складчатости и сланцеватости в общем затухает с глубиной. Позднеорогенные проявления магматизма и оруденения пространственно связаны с поперечными трещинами и системами кливажа.

Г. Раст и Д. И. Платт (Rast and Platt, 1957) отметили, что часто употребляемый термин «поперечные складки» пока еще не получил правильного толкования. Характерной особенностью многих поперечных складок, например в Альпах и других районах, естественно, является их ориентировка, постоянно перпендикулярная или почти перпендикулярная к главному направлению складчатости. По мнению авторов, это дает им основание считать оба направления ориентировки возникшими одновременно.

М. Элиаш и Я. Земан (Eliáš u Zeman, 1958) рассмотрели вопрос о поперечной складчатости в Оставско-Карвинском районе (Словакия — Польша). В этом районе три параллельные складки продуктивного карбона, ориентированные примерно в меридиональном направлении и протягивающиеся на расстоянии более 100 км, упираются в субширотные складки Польского Среднегорья. Кроме того, в самом продуктивном карбоне прослеживаются поперечные антиклинали и синклинали субширотного направления. Таким образом, продуктивный карбон осложнен складчатостью двух взаимно перпендикулярных направлений — почти меридиональной и почти широтной. Авторы считают, что поперечные складки являются более поздними по отношению к продольным. Е. Бончев (1958, 1963) отметил наличие в Болгарии диагональных дислокаций.

Ю. Карагюлева (1961) и др. отмечает в Болгарии наличие нескольких зон четко выраженных поперечных поднятий и понижений, а также зон крупных разрывов.

Эд. Парезас (Perezas, 1940) выделил в Анатолии ряд поперечных тектонических элементов, существовавших, по мнению автора,

в мезозое и обусловивших тектонические, фациальные, орографические и гидрографические особенности региона.

И. В. Шредер (Schroeder, 1944) наметил ряд поперечных поднятий и опусканий, отраженных в структуре, фациях, орографии и гидрографии территории Ирана, а также в распределении некоторых полезных ископаемых. По его мнению, поперечные структуры проявлялись начиная с верхне-мелового времени.

Н. Пинар и Э. Лан (Pinar и Lahn, 1955), рассматривавшие тектонику Анатолии, отметили наличие поперечной складчатости в областях, разделяющих промежуточные (срединные) массивы, расположенные в центральной полосе Анатолии и отделяющие северную зону альпийских складок от южной. Босфорские складки имеют меридиональную ориентировку, также отличную от господствующего направления складчатости. После времени альпийской складчатости вся Анатолия подверглась интенсивным послеальпийским движениям. При этом в подавляющем большинстве случаев обусловленные эпейрогеническими движениями структуры наследуют простиранья альпийских структур. Однако развиты и поперечные (перпендикулярные или косые) к ним структуры. С разрывами часто связаны минеральные источники — горячие и холодные.

К. А. Коттон (Cotton, 1957) рассмотрел в качестве примера сдвиговое смещение вдоль Новозеландской зоны поперечных разломов. Эта зона состоит из целого ряда крупных и мелких разломов плиоценового и плейстоценового возраста.

Р. Латтон (Latton, 1959) изучал поперечную структуру Южной Аризоны (США). Он считает, что вначале формировались широтные складки ларамид, а затем при оживлении древних сбросо-сдвигов фундамента, имеющих север-северо-западное простирание, путем волочения образовались складки осадочного чехла с их изгибами в плане. Над сбросо-сдвигами фундамента возникли надвиги, вдоль этих разломов происходило внедрение интрузивных штоков.

Таковы вкратце некоторые основные данные об истории исследования поперечных дислокаций Кавказа и некоторых других территорий.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ПОДНЯТИЯ, ИХ ОТРАЖЕНИЕ В ОРОГИДРОГРАФИИ, СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЯХ И ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ

Выделенные региональные поперечно-меридиональные поднятия обычно отчетливо выражены в рельефе, например Ставропольское поднятие, Дагестанский клин, Крымское поднятие и др. Нередко эти структуры несут на себе также вулканы: Эльбрус, Казбек, Арагац, Арарат, Гялинка и др. Гагринское и Керченское поднятия выделяются как своим положительным наземным рельефом, так и положительным подводным рельефом их южных продолжений.

Гидрографическая сеть тоже не безразлична к региональным поперечно-меридиональным поднятиям. Так, например, р. Кура (см. рис. 1) после каждого пересечения очередного меридионального поднятия резко сворачивает на юг: ниже Тбилиси — после пересечения Казбекско-Арагатского поднятия, ниже Мингечаура — после пересечения Дагестанско-Зангезурского поднятия и ниже Али-Байрамлы — после пересечения Шемахинско-Талышского поднятия.

Крупные реки северного склона Большого Кавказа часто при подходе к крупным региональным поперечно-меридиональным поднятиям сворачивают на север, например р. Кума у Воронцово-Александровского, р. Терек вблизи Гудермеса, р. Кубань вблизи Армавира.

Интересно сравнить выделенные региональные поперечно-меридиональные дислокации с распределением современных вертикальных движений. Необходимая для этого карта, составленная на основе обработки результатов повторного высокоточного нивелирования, имеется для Европейской части СССР. При сопоставлении выделенных региональных поперечно-меридиональных дислокаций с последней уточненной картой современных вертикальных движений, приведенной в работе В. А. Матцковой (1963), выявляются интересные соотношения (рис. 4).

Как видно на карте, выделенные региональные поперечно-меридиональные дислокации находят четкое отражение в современных вертикальных движениях. Участки наиболее значительных интенсивных поднятий приходится обычно на зоны региональных поперечных дислокаций или на их продолжения. При этом на продолжении Крымского поперечного поднятия располагается зона наиболее значительных скоростей современных вертикальных положительных движений в районе Кривого Рога — Кременчуга; далеко на севере на продолжении этой зоны находится местная положительная аномалия современных вертикальных движений в районе Брянска — Вязьмы — Смоленска, расположенная на фоне огромной области современных нисходящих движений. На северном продолжении Керченского регионального поперечно-меридионального поднятия также располагаются участки положительных вертикальных современных движений: один — в районе к западу от Донецка — Волновахи, другой — в районе Купянск — Старый Оскол. На продолжении Гагринского регионального поперечно-меридионального поднятия располагаются участки повышенных скоростей подъема у Ростова и вблизи Миллерово. При этом на продолжении зоны повышенных скоростей современного подъема находится и некоторая часть северного продолжения Ставропольско-Эльбрусского поперечного поднятия.

Таким образом, зоны повышенных скоростей подъема земной поверхности склонны приурочиваться к продолжениям выделенных региональных поперечно-меридиональных дислокаций земной коры. Это хотя и приблизительное, но примечательное обстоятельство.

Для Кавказа нет надежных карт площадного распределения современных вертикальных движений и сравнение можно вести лишь на основе сопоставления скоростей современных вертикальных движений вдоль редкой сети линий повторного нивелирования, а также путем использования схем современных движений, составленных на основании применения геолого-геоморфологического

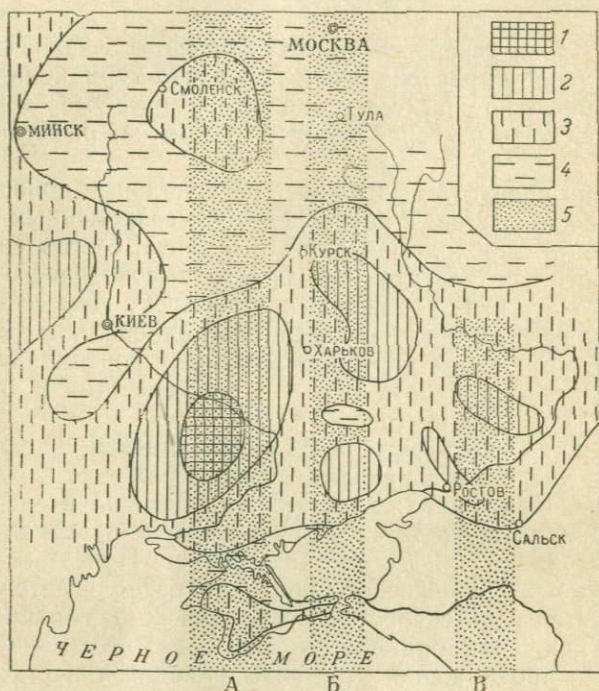


Рис. 4. Современные вертикальные движения (по В. А. Матцковой, упрощено) и региональные поперечно-меридиональные дислокации юго-запада Европейской части СССР

Зоны поднятия (мм/год): 1 — от 8 до 12; 2 — от 4 до 8; 3 — от 0 до 4. Зоны опускания (мм/год): 4 — от 0 до 4; 5 — региональные поперечно-меридиональные поднятия: А — Крымское, Б — Керченское, В — Гагринское

метода. Последний метод является приближенным и указывает лишь на общие тенденции, например на наиболее значительный рост Большого Кавказа и зон поперечных дислокаций (Ставропольско-Эльбрусской, Дагестанско-Зангезурской и др.). Сопоставление скоростей современных вертикальных движений вдоль линий повторного нивелирования по профилю Ростов — Гудермес, проведенное А. Т. Донабедовым и В. А. Сидоровым (1963), показывает (рис. 5), что участок Ростов — Павловская отвечает неглубокому залеганию кристаллического докембрийского фундамента (500 м)

у Ростова и его погружению на юго-восток; здесь скорости вертикальных современных движений относительно значительны и постепенно уменьшаются к югу. Поскольку этот участок профиля уходит вдоль региональной поперечно-меридиональной дислокации, его нельзя считать характерным. Начиная со ст. Павловской профиль вдоль железной дороги сворачивает на юго-восток, пересекая выделенные региональные поперечные дислокации. На участке Кропоткин — Новокубанская четкой пикой повышенных скоростей

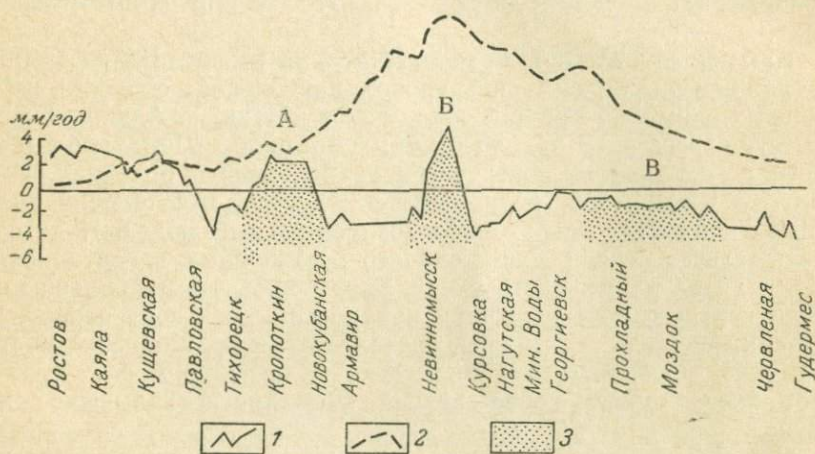


Рис. 5. Соотношения между современными вертикальными движениями земной коры, рельефом и региональными поперечно-меридиональными дислокациями по профилю Ростов—Гудермес

1 — скорости современных вертикальных движений земной коры (по А. Т. Донабедову и В. А. Сидорову, 1963); 2 — схема изменения рельефа; 3 — региональные поперечно-меридиональные дислокации: А — Гагринская, В — Ставропольско-Эльбруская, В — Казбекско-Арагатская

современных вертикальных движений земной коры выделяется Гагринское региональное поперечно-меридиональное поднятие.

На участке Невинномысск — Курсавка четко выделяется повышенными скоростями движения земной коры Ставропольско-Эльбрусское региональное поперечно-меридиональное поднятие. На участке между Георгиевском и пунктом, находящемся несколько восточнее Моздока, слабо выделяется Казбекско-Арагатская региональная поперечно-меридиональная дислокация. На этом участке отмечены вертикальные движения отрицательного знака, но в его пределах опускание происходит более медленно, чем западнее и восточнее.

Как интересную деталь отметим, что на участке от Ростова до Армавира профиль нивелирования проходит по низменности (высота 0—200 м), а в конце этого участка выделяется Гагринское региональное поперечное поднятие. К востоку от Армавира профиль нивелирования поднимается на Ставропольскую возвышенность и до ст. Прохладной проходит на высоте 200—500 м. Однако

несмотря на то, что у Армавира профиль нивелирования переходит на возвышенность, скорость современных вертикальных движений не увеличивается (за исключением локального участка Невынномыск — Курсавка), как следовало бы ожидать (в случае учета одной орографии), а уменьшается.

На Северном Кавказе современные вертикальные движения отражают скорее всего не современную орографию — не Ставропольскую возвышенность в целом, а прежде всего региональные поперечно-меридиональные дислокации. Это весьма примечательный факт.

Как показал Г. П. Тамразян (1960), на участке Евлах — Аляты по данным повторных нивелировок наибольшие скорости вертикальных движений приурочены к участку Падар — Аджикабул, т. е. к месту пересечения нивелировочным профилем Шемахино-Талышского регионального поперечно-меридионального поднятия. К западу, у Кюрдамира, располагается участок, отвечающий значительно меньшему погружению (относительный подъем), который соответствует осевой зоне наиболее повышенных гравитационных аномалий Кюрдамирского моста. Характерно, что наибольшие скорости вертикальных движений приурочены не к зоне пересечения с гравитационной аномалией, связанной с Кюрдамирским мостом, а к зоне, расположенной восточнее, не связанной с какой-либо аномалией, только пересекающей Шемахинско-Талышское поднятие.

Таким образом, оказалось, что все региональные поперечно-меридиональные дислокации Кавказа отражены в современных вертикальных движениях и притом значительно более интенсивно, чем в современном рельефе. Это факт выдающегося значения.

Кавказ в целом характеризуется отрицательным гравитационным полем, положительные аномалии наблюдаются только на отдельных участках. Соотношения поперечных дислокаций с гравитационным полем весьма сложные.

Поперечные поднятия, часто отвечающие участкам повышенной мощности земной коры, обычно характеризуются гравитационными минимумами, а их продолжения лишь на низменностях и локальных возвышенностях отмечаются максимумами. Площади с высокими и очень высокими значениями аномалий отмечаются, как показал Е. Н. Люстих (см. работу И. В. Кирилловой и др., 1960), лишь вблизи побережий Черного и Каспийского морей. При этом их западные участки (Колхидский и Аджарско-Имеретинский максимумы) относятся к южной ветви Ставропольско-Эльбурского поперечного поднятия, а восточная, наиболее значительная и интенсивная аномалия, связанная с Кюрдамирским мостом, приходится в общем на Шемахинско-Талышскую поперечную зону и прилегающую с запада территорию. На эту зону приходится и отдельные гравитационные максимумы на Юго-Восточном Кавказе.

Крупнорегиональные аномалии простираются в большинстве случаев в северо-западном, близкавказском направлении и тем са-

мым отражают, прежде всего, ныне сложившиеся геологические условия недр. Для региональных поперечных дислокаций большое значение имеют, по-видимому, не сами гравитационные аномалии, а градиенты силы тяжести. Такие участки повышенных градиентов располагаются преимущественно вдоль границ между максимумами и минимумами (Кириллова и др., 1960), однако все же отмечается тенденция к приуроченности таких участков, в особенности значительных и протяженных, к зонам региональных поперечных дислокаций.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОПЕРЕЧНЫХ ДИСЛОКАЦИЯХ

Анализ данных, приведенных в каталоге землетрясений, показывает их закономерную приуроченность как к продольным, так и к поперечным сейсмическим зонам, а также к местам их пересечений. Е. А. Розовой (1939) очаги землетрясений на Кавказе располагаются вдоль отдельных линий, почти перпендикулярных Главному Кавказскому хребту. Было показано, что эпицентры землетрясений приурочиваются в основном к зонам, разграничивающим области поднятий и опусканий, с одной стороны, и к поперечным поясам, совпадающим с поперечными антиклинальными перегибами в общей структуре Кавказа, с другой (В. В. Белоусов, И. В. Кириллова, А. А. Сорский, 1952).

Произведенный нами анализ сейсмических условий Кавказа выявил значительную неравномерность в распределении сейсмических очагов. На составленной нами карте (рис. 6) показано распределение наиболее значительных землетрясений¹ (с интенсивностью $4\frac{1}{4} \leq M < 7\frac{1}{2}$), видны поперечные и продольные сейсмоактивные зоны. Наиболее характерны поперечные зоны, обычно протягивающиеся в северо-восточном направлении (азимут около 50°). Выделяются две основные полосы северо-восточной ориентировки и одна незначительная между ними. Северо-западная основная поперечная зона протягивается широкой полосой от Ахалкалахского нагорья к Приказбекскому району² и далее к Северному Дагестану. Количество землетрясений здесь составляет около 5 на каждые 10 км поперечного сечения зоны. Вторая основная поперечная сейсмическая зона, расположенная юго-восточнее, протягивается от района стыка Зангезурского и Карадагского хребтов к Шемахинскому району, в ней количество землетрясений достигает 4 на 10 км расстояния.

Намечается еще одна очень узкая, также поперечная зона, протягивающаяся от района сочленения Шахдагского и Мровдагского

¹ В условиях Кавказа магнитуде $5\frac{1}{4} \leq M < 7\frac{1}{4}$ отвечает балльность землетрясений примерно около 7—9 баллов по обычной шкале.

² Некоторые поперечные сейсмоактивные зоны на Кавказе были ранее выделены Г. П. Тамразяном (1956), отметившим, например, в отношении землетрясений Приказбекского района, что южная группа эпицентров вытягивается в общекавказском направлении, тогда как северная группа эпицентров отвечает зоне повышенной сейсмичности антикавказского направления.

хребтов через Мингечаурское водохранилище к низовьям р. Самур, прямо к наиболее глубокофокусному сейсмическому очагу всего Кавказа, где насчитывается около 5 землетрясений на 10 км расстояния.

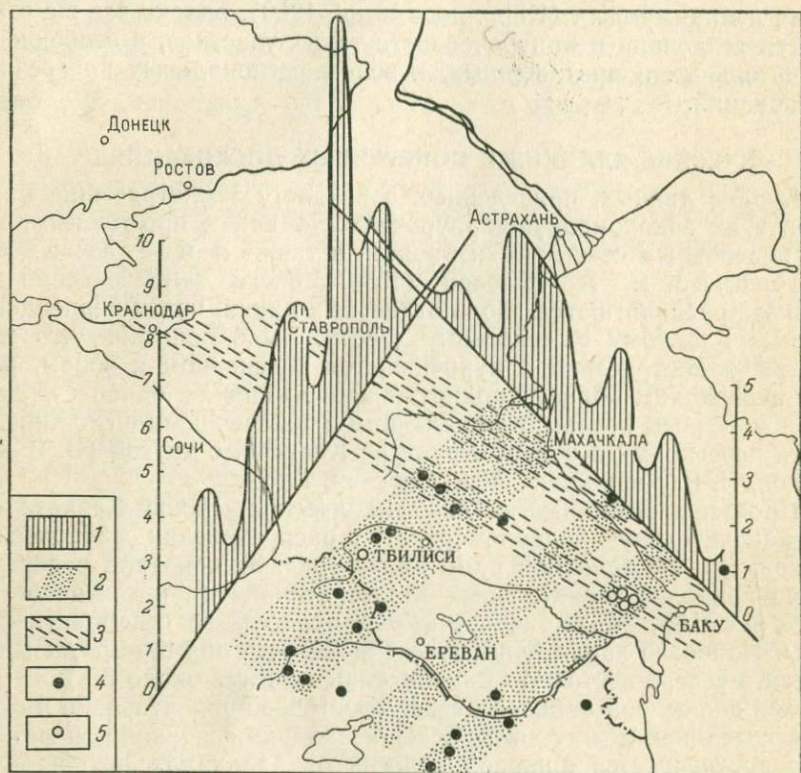


Рис. 6. Схема изменений количества землетрясений на Кавказе (1911—1957 гг.) в кавказском и антикавказском направлениях

1 — количество землетрясений (отложено от оси ординат), приходящихся на каждые 10 км вдоль направления перпендикулярного простираанию продольных или поперечных зон концентрации землетрясений; 2 — поперечные (антикавказские) зоны концентрации землетрясений; 3 — продольные зоны концентрации землетрясений; 4 — участки землетрясений интенсивности $5\frac{1}{4} < M < 7\frac{1}{2}$; 5 — участки Ахалкалакского (1899 г.) и Шемахинских (1859, 1869, 1872, 1902 гг.) землетрясений с интенсивностью в тех же пределах

Выделяются продольные и поперечные зоны наибольшей активности. Наиболее сейсмоактивны участки пересечения продольных и поперечных зон, на такие участки приходится около 70—80% всех сильных землетрясений Кавказа ($5\frac{1}{4} \leq M < 7\frac{1}{2}$).

Выделенные поперечные сейсмоактивные зоны не совпадают с выделенными региональными поперечно меридиональными дислокациями, охватывающими весь Кавказ. Это, вероятно, связано с тем, что современная региональная близмеридиональная зональ-

ность связана с поперечной зональностью более общего характера, охватывающей не только Кавказ, но и соседние платформы и складчатые системы, тогда как поперечная сейсмическая зональность связана преимущественно, и прежде всего, с Кавказом, с его глубинным строением и состоянием, а также с его структурными элементами.

В отношении Кавказа отмечено, что продольные общекавказские сейсмические зоны, по-видимому, связаны с разломами меньшей глубины заложения, тогда как поперечные к ним сейсмические зоны, вероятно, соответствуют зонам глубинных разломов

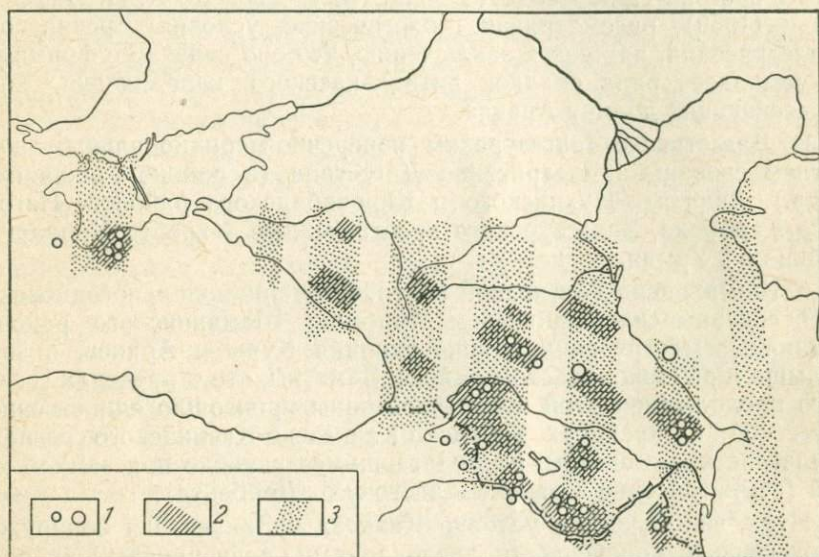


Рис. 7. Схема сейсмичности Крымско-Кавказской провинции и распространения региональных поперечно-меридиональных дислокаций

1 — участки землетрясений силой VIII—IX баллов; 2 — наиболее сейсмоактивные площади; 3 — зоны региональных поперечно-меридиональных дислокаций

более глубокого заложения (Кириллова, Люстих, Растворова, Сорский, Хаин, 1960, стр. 288).

Итак, выделяется тесная связь сейсмоактивности Кавказа с поперечными зонами, прежде всего с зонами северо-восточной ориентировки, однако и региональные поперечно-меридиональные дислокации имеют определенное значение для ее локализации. С близкомеридиональными региональными дислокациями совпадает большинство сейсмоактивных площадей Кавказа и Крыма (рис. 7).

С Крымским поперечно-меридиональным поднятием связана зона значительных землетрясений, эпицентры которых располагаются к югу от Крымского полуострова. С Гагринским поперечно-меридиональным поднятием связаны землетрясения в районе Сочи,

к северо-востоку от него, и вообще в пределах Адыгейского (Майкопского) выступа.

Со Ставропольско-Эльбрусским поперечно-меридиональным поднятием связаны землетрясения в районе Кавказских Минеральных Вод и в пределах Западно-Грузинской сейсмической зоны, главным образом в бассейне Риони и Ингури. С Казбекско-Араратской поперечно-меридиональной дислокацией связаны многочисленные землетрясения Приказбекского района, Ахалкалахского нагорья и Ленинанканского района и далее к югу — Карского плоскогорья, Аладага и т. д. К Казбекско-Араратской поперечной зоне примыкает с востока Приереванская зона. Интересно, что К. Н. Паффенгольц (1959), рассматривая геологические условия Ереванского землетрясения, пришел к заключению, что оно связано с формированием здесь ряда складок антикавказского направления, косо пересекающих долину Аракса.

С Дагестанско-Зангезурским поперечно-меридиональным поднятием связаны землетрясения Дагестана (в районе Махачкалы и др.), Закатало-Нухинского и Кировабадского районов, Нагорного Карабаха, Зангезурского хребта, южнее — хребта Карадаг и района оз. Урмия.

С Шемахинско-Талышской поперечно-меридиональной дислокацией связаны сильнейшие землетрясения Шемахинского района, а также землетрясения в зоне слияния Куры и Аракса, в зоне Талыша и в Ленкораньском районе. Заметим, что в пределах северного продолжения этой поперечной зоны произошло единственное известное в пределах Крымско-Кавказско-Каспийского региона землетрясение с очагом, располагавшимся глубоко под земной корой (землетрясение в районе к востоку от Дербента).

Итак, сейсмические условия Кавказа и Закавказья обнаруживают связь с поперечными дислокациями, подчеркивают их роль и структуру тектонически наиболее напряженных участков недр, выявляют блоковое глубинное строение и узлы пересечения продольных и поперечных структур.

РОЛЬ СОПРЯЖЕННЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ И ПРОДОЛЬНЫХ СТРУКТУР В GEOTERMИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ КРЫМА И КАВКАЗА

Поперечные дислокации Крымско-Кавказской провинции отчетливо сказываются и в характере термального поля недр. При этом в общем можно выделить двоякое их проявление: это, во-первых, достаточно четкое повышение температуры недр в зонах региональных поперечно-меридиональных дислокаций и, во-вторых, распространение термальных минеральных источников в зонах, имеющих северо-восточную ориентировку и связанных с глубоко проникающими разломами того же направления. Рассмотрим оба эти вида проявления поперечных дислокаций в распределении термальных полей недр несколько подробнее.

Площадное распределение высокотемпературных полей

Геотермические особенности выделенных региональных поперечно-меридиональных поднятий неравнозначны, так же как их тектоническое положение и теплофизические свойства слагающих их горных пород. Источники глубинного тепла и условия его разгрузки в этих регионах различны. Однако принципиально важнейшим источником тепла все же следует считать «магматическое» тепло, в генерации которого определенное значение имеет радиогенное тепло.

Из указанных нами семи поперечных поднятий высокотемпературная аномалия характерна для первого, особенно для Степного Крыма. Геотермические ступени для следующих двух к востоку поднятий находятся в пределах стандарта, а выходящие здесь отдельные источники минеральных и минерализованных вод в основном холодные. Для Тамани специфичен грязевой вулканизм, в деятельности которого немаловажную роль наряду с продольными играют и поперечные дислокации.

В пределах остальных четырех регионально-поперечных поднятий наибольшее влияние на баланс глубинного тепла оказывает неоген-антропогенный магматизм. Это подтверждается тем, что даже вдоль указанных поднятий термальные источники располагаются лишь в ареалах молодого вулканизма, например в районе Северо-Кавказских минеральных вод, Эльбрусском, Чегемском и Казбекском районах, в центральной части Малого Кавказа, в Ленкоранской области, в Крыму и др.

В этих поднятиях минеральные воды сопровождаются углекислыми газами, и участки их выходов характеризуются как углекислые провинции, за исключением низменной части Ленкоранской области.

В формировании и разгрузке термальных вод в ряде мест Крымско-Кавказской провинции, так же как и в проявлении молодого вулканизма, сейсмических и других явлений, существенное значение имеет сочетание трех основных факторов: 1) региональных поперечных поднятий, 2) разрывных нарушений северо-восточного направления и 3) общекавказских тектонических дислокаций. Узлы их пересечений наиболее благоприятны.

При анализе этого вопроса приходится конкретно рассматривать лишь те регионы, где пробурены достаточно многочисленные глубокие скважины, позволяющие уверенно судить о температуре на глубине нескольких километров. Для Крымско-Кавказского региона такие площади имеются почти повсюду вдоль северного склона Большого Кавказа и Крыма и прилегающих к ним с севера низменных территорий. В ряде случаев такие участки, охваченные глубоким бурением, переходят через осевую часть Большого Кавказа. Здесь, на южном склоне Большого Кавказа и в Закавказье, термальные условия недр можно детально осветить по ряду районов — Апшеронскому полуострову, восточной части Нижнекурин-

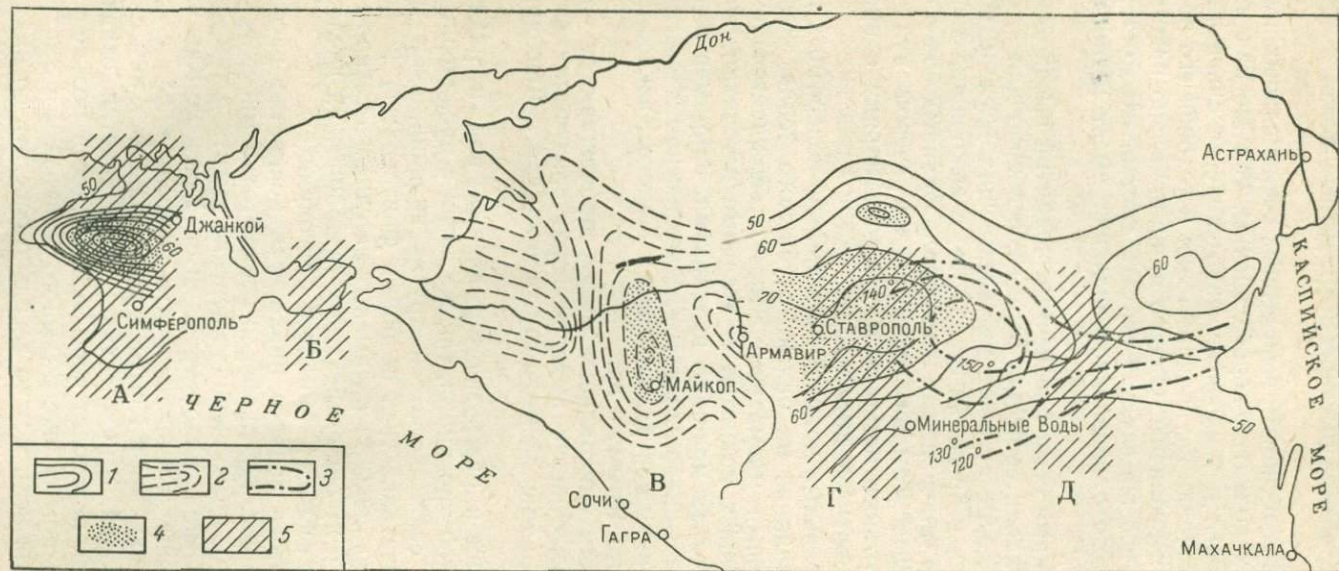


Рис. 8. Важнейшие максимумы термального поля Крымско-Кавказской провинции и региональные поперечно-меридиональные дислокации

1 — геоиотермы на глубине 1 км (западная часть Крымского полуострова, Центральное и Восточное Предкавказье); 2 — геоиотермы на глубине 2 км (Азовско-Кубанская область); 3 — геоиотермы на глубине 3 км (Центральное и Восточное Предкавказье); 4 — температурные купола; 5 — региональные поперечно-меридиональные тождиятия: А — Крымское, Б — Керченское, В — Гагринское, Г — Ставропольско-Эльбрусское, Д — Казбекско-Арагатское, Е — Дагестанско-Зангезурское

Распределение температур приведено по материалам М. М. Германюка (1960), В. С. Котова и В. Н. Матвеевко (1964), И. Г. Кисина и Е. А. Казинцева (1962), Г. М. Сухарева, Ю. К. Тарануха и С. И. Власовой (1962), Г. П. Тамразяна (1964) и др.

ской низменности, Кировабадской области, некоторым районам Грузии. Кроме буровых скважин, сведения о термальных условиях недр дают и некоторые районы, в которых на поверхность земли непосредственно выходят гипотермальные источники. Такие районы имеются на Большом и на Малом Кавказе, а также в некоторых низменных районах.

Крымское региональное поперечно-меридиональное поднятие отчетливо выделяется высокой температурой. Это видно на карте геозотерм (на глубине 1 км ниже уровня океана), составленной М. М. Германиюком (1960) для степной части Крыма. Термальный купол с максимальной температурой в 73° , выделяющийся на площади Новоселовской структуры, прямо приходится на осевую или приосевую часть Крымского поперечного поднятия (рис. 8).

Керченское поперечное поднятие также отличается повышенным геотермическим режимом недр. Это наводит некоторых исследователей на мысль даже о возможном влиянии здесь молодых интрузий. Так, С. В. Альбов и В. Г. Ткачук (1964) отмечают, что в восточной части Тарханкутского поднятия и на Керченском полуострове, где установлены наибольшие величины геотермических градиентов, повышенный геотермический режим, по-видимому, можно связать с влиянием молодых интрузий, имеющих на глубине, или с подтоком тепла с больших глубин по тектоническим разломам. Таким образом, повышенный геотермический режим отмечается не только в пределах Крымского поперечного поднятия (восточная часть Тарханкутской антиклинали как раз примыкает с запада к этому поднятию), но также и в пределах Керченского поперечного поднятия. Если подток тепла с больших глубин связать с тектоническими разломами, то и в этом случае региональные разрывы, имеющие в общем продольную (близширотную) ориентировку у Черноморской впадины, теплопроводящи именно на участках пересечения ими зон поперечных поднятий. Вместе с тем достаточно отчетливо вырисовываются и тепловые поля зон самих поперечных поднятий, например Крымского.

Гагринское региональное поперечно-меридиональное поднятие, северное продолжение которого освещено данными бурения, также вырисовывается по отчетливому усилению его термального поля. На этом продолжении, очерченном Адыгейским выступом, намечается отчетливый термальный купол (см. рис. 8), выделяющийся по геозотермам на глубине 2—3 км (эскиз по рисунку В. С. Котова и В. Н. Матвеевко, 1964). По данным тех же авторов¹, здесь на глубине 1 км температура достигает 75° ; на Майкопской площади на глубине 3030 м (поверхность гранитного фундамента) она повыша-

¹ Заметим, что повышение (хотя и слабое) температуры недр наблюдается также к западу и северо-западу от Адыгейского выступа (Гагринского регионального поперечного поднятия), что связано с Каневско-Березанской антиклинальной зоной. В геоструктурном отношении эта площадь несколько повышенных температур недр отвечает поперечному Геленджикскому поднятию более низкого порядка.

ется до 134° , а на площади Великой (северо-западнее Белоречинска) на глубине 3670 м (где вскрыт фундамент составляет уже 153°).

Как отметил В. С. Котов (1961), нарастание температуры с глубиной происходит не везде одинаково. На некоторых структурных поднятиях — Ставропольском, Адыгейском — температура возрастает более интенсивно, чем в областях депрессий.

Ставропольско-Эльбрусское региональное поперечно-меридиональное поднятие особенно отчетливо вырисовывается напряженным термическим режимом недр. Здесь повсеместно отмечаются высокие температуры (Ставропольский термальный максимум). На глубине 1 км температурный максимум располагается в общем вблизи Ставрополя в районе Невинномысск — Ставрополь — Петровское. С углублением в недра температурный максимум смещается на восток; по И. Г. Киссину и Е. А. Казинцеву (1962), при углублении до 2,5 км температурный максимум переходит из западных районов Ставропольского поднятия к востоку, в район Прикумска. Здесь на глубине 3 км температура составляет 156° , а на глубине 3,5 км — достигает 165° . Температурный купол у Ставропольско-Эльбрусского поперечного поднятия хорошо виден на составленной И. Г. Киссиным и Е. А. Казинцевым (1962) карте распределения температур на глубине 2,5 км в Центральном и Восточном Предкавказье (см. рис. 8).

Региональное поперечно-меридиональное поднятие на Северном Кавказе пересекается Минераловодской зоной тектонического разрыва северо-восточного направления, к которой приурочены следующие источники Северокавказских Минеральных Вод (последовательно с северо-востока на юго-запад): район севернее станции Минеральные Воды, Железноводск, Пятигорск, Кисловодск, районы Приэльбрусья и верховья р. Кубани. В этой зоне выступают горячие, теплые и холодные углекислые минеральные воды. Об этом тектоническом разрыве более 110 лет назад писал Г. В. Абих (1852): «Внутри больших котловин, которые образуются на участке Эльбрус — Казбек, между двумя главными гребнями Кавказского хребта, благодаря многочисленным поперечным сводовым поднятиям, кислые минеральные воды достигают своего максимума».

Низкая температура ряда выходов вод однотипных с углекислыми гипотермальными водами зависит от условий и глубины восходящих источников. Поэтому в генетическом отношении минеральные воды различной температуры следует причислять к единому геотермическому и гидрогеохимическому комплексу. В южной части Ставропольско-Эльбрусского поднятия к зонам пересечения поперечных и продольных линий разрывных нарушений приурочены лишь отдельные источники — например, Абастумани в среднем течении бассейна р. Рион и другие, но сейсмические явления здесь более интенсивны, чем на севере.

По мнению М. А. Кашкай, на основании геолого-структурных карт и приведенной схемы (см. рис. 1), в пределах Ставро-

польско-Эльбрусской региональной поперечной структуры нельзя выделять такие продольные зоны глубоких разломов, как Кисловодско-Боржомскую, Пятигорско-Джавскую и другие, как это делает Ю. П. Мансуренко (1962). Фактические данные позволяют по-иному подойти к их выделению: выявляются другие направления зон, относящиеся к совершенно различным линиям разрывов северо-восточного (антиклинального) и северо-западного (кавказского) направлений. Так, в пределах Ставропольско-Эльбрусского и Казбекско-Арагатского поднятий и между ними нами выделяются следующие зоны:

а) Северо-западные: Джава-Эльбрусская и Пятигорск (Железноводск), Казбекская;

б) Северо-восточные: Минераловодская — по линии разлома Минеральные Воды — Железноводск — Пятигорск — Эссентуки — Кисловодск — Эльбрус и Боржом — Джава — Серноводск. Наличие Кисловодско-Пятигорского разлома отмечал еще Абиш в 1852 г.

В пределах рассматриваемого поднятия на участке зоны Северокавказские Минеральные Воды — Эльбрус тепловой режим обусловлен главным образом неоген-антропогеновой магматической активностью в пределах Эльбруса, Верхне- и Нижне-Чегемских нагорьев и Северокавказских Минеральных Вод.

Казбекско-Арагатское региональное поперечно-меридиональное поднятие и непосредственно прилегающие к нему зоны в геотермическом отношении чрезвычайно интересны. Северное продолжение этого поднятия трассируется приуроченностью к нему зон высоких термальных полей Терско-Сунженского района, а также Черноземельского (Сухокумского) теплового максимума. Поперечно-меридиональное поднятие пересекается глубинными разломами общекавказского направления, на которых располагаются вулканы Эльбруса, Верхнего Чегема и Казбеги. Последний вулкан приурочен к пересечению этой тектонической зоны с указанным выше глубоким разрывным нарушением Боржом — Джави — Серноводск. В определенных узлах этой линии в районах последних пунктов широкое развитие получили вулканические и сейсмические явления.

На юге Казбеги-Арагатское поднятие и Ереванско-Тбилисская зона осложняются пересекающими их продольными структурами Триалетского нагорья и Севано-Акеринской тектонической зоны. Гипотермальные воды здесь характерны для Тбилиси и Цаиши, в более южных районах минеральные воды обычно холодные, углекислые.

Дагестанско-Зангезурское региональное поперечно-меридиональное поднятие на ряде участков также отличается высокими термальными показателями (Махачкала, Избербаш, Селли на северо-восточном склоне Большого Кавказа, Кировабадская область на северо-восточном склоне и Кельбаджарский район в центральной части Малого Кавказа).

Таким образом, региональные поперечно-меридиональные дислокации Кавказа получают отражение в распределении термальных полей недр. Следует заметить, что наличие выделенных нами в 1954 г. в пределах Кавказа близмеридиональных поперечных дислокаций получило впоследствии отражение и подтверждение в рассмотренной А. Я. Дубинским (1959) схеме взаимоотношений между тепловым полем и современными тектоническими структурами Предкавказья. А. Я. Дубинский отметил (1959), что «Сухокумский тепловой максимум, вероятнее всего, обязан своим наличием действию крупного Орджоникидзевского поперечного поднятия. Мы имеем здесь дело, вероятно, с крупной поперечной структурой, уходящей в область Большекавказского мегантиклинория, где с нею может увязываться Казбекский вулканический район». Эта зона представляет собой дальнейшее северное продолжение Казбекско-Араратской региональной поперечно-меридиональной дислокации. Далее указанный автор говорит, что к западу располагается Ставропольско-Кавминводская система тепловых аномалий. Приуроченность теплового максимума к одноименному геоструктурному элементу не может вызывать сомнений, это и есть Ставропольско-Эльбрусское поперечно-меридиональное поднятие. Затем А. Я. Дубинский отмечает (там же, стр. 185), что совершенно аналогично Кавминводскому и Ставропольскому максимумам Майкопская тепловая аномалия соответствует одноименному субмеридиональному поднятию, которое и является северным продолжением Гагринского регионального поднятия.

Таким образом, отмеченные А. Я. Дубинским главнейшие сводовые поднятия почти полностью соответствуют ранее выделенным нами региональным поперечно-меридиональным дислокациям Кавказа.

Дагестанско-Зангезурское региональное поперечное поднятие в геотермическом отношении активно проявляется в северо-восточных (Бежте — Буйнакск — Махачкала) и в юго-западной (курортные зоны Истису и Тутхун в Кельбаджарском районе и Джермук-Арарат) частях региона.

В зоне Махачкала — Буйнакск термический режим характеризуется тепловой аномалией нефтяных районов, а в пределах курортных районов Истису и Джермука глубинное тепло связано в основном с четвертичным вулканическим процессом, давшим здесь обширные излияния.

В пределах Дагестанско-Зангезурского поднятия М. А. Кашкай устанавливает следующие зоны:

1. Северо-западные: Севано-Акеринская, Истису-Минкендская, Туршсу-Тутхунская, Бадамлы-Джульфа-Сирабская;
2. Северо-восточные: Арарат-Джермук-Истисуинская, Джульфинская.

В курортном районе Истису, где с 1933 г. М. А. Кашкай проводил комплексные исследования, а с 1951 г. по настоящее время под его руководством ведутся буровые работы (1933, 1939, 1952,

1955, 1965), такая связь хорошо устанавливается. В первые же годы исследований была установлена приуроченность гипотермальных вод Истису и Джермука к поперечным (антикавказским) структурам. На расстоянии в 40 км от кратеров четвертичных вулканов, паразитических, трещиноватого типа, вблизи райцентра Кельбаджар буровые скважины встретили минеральную воду с температурой до 50° на глубине около 700 и 1000 м. Затем на расстоянии 32 км от вулканических центров, вблизи сел. Гештек такая же вода с температурой 60° была встречена на глубине 645 м. Далее на расстоянии 29 км в Нижнем Истису на глубине 270—300 м, встречена вода с температурой 60°; на расстоянии 15 км от этого участка, на курорте Истису, вода на глубине 150—200 м имеет температуру 62—75°. На Багырсахском участке, отстоящем от основного на 1 км, температура воды, по типу близкой к воде источника Истису, на глубине 100 м достигала 60°, на глубине 400 м 80—90°. Таким образом, подтверждается высказанное нами обоснование возможности получения южнее курорта Истису парагидротерм с температурой выше 100° с глубины 1000 м и более.

В северном конце той же термальной зоны антикавказского направления, в долине р. Тутхун, наши первые экспериментальные буровые скважины дали в 1964 г. с глубины до 270 м теплую (28°) воду с огромным дебитом — более 1 млн. л/сутки. Поскольку до глубины 700 м термальная вода смешивается с холодной речной, мы надеемся, что в глубоких горизонтах температура воды повысится до 40° и более.

Шемахинско-Талышское поперечное структурное поднятие охватывает две основные термальные зоны. На юге находится Астара — Ленкорань — Масаллинская (близмеридиональная) зона, где температура минеральных вод в Астаре и Ленкорани у выходов источников достигает 42°, а в Масаллах близка к 50°, и вторую, расположенную несколько дальше по той же термальной линии, в которой температура воды достигает 64°. В этих двух группах воды сопровождаются свободным азотом и соответствующим количеством аргона. В Масаллинском районе воды сопровождаются метановыми струями, характерными для нефтяных районов. Интересно, что наибольшее количество выходов источников расположено на пересечении термальной близмеридиональной линии с продольными линиями тектонических разрывов Талышских гор и прилегающих низменностей.

Расположенная на севере Халтанская термальная зона имеет общекавказское направление и приурочена к надвигу. В пределах этой термальной зоны наблюдается приуроченность минеральных источников к полосам поперечного направления. Температура минеральных вод достигает 50°. Халтанская термальная зона, как и многие продольные линии тектонических разрывов, в том числе с выходами минеральных вод — Шемахинско-Алтыгачская и Ше-

махинско-Кахская — пересекают не только Шемахинско-Талышское, но и Дагестанско-Зангезурское поднятие.

Апшеронский полуостров с прилегающими островами и Кобыстан в Азербайджане, так же как Грозненский нефтяной район и нефтяные области Западного Кавказа, характеризуются специфическим термическим режимом нефтяных областей. Термический режим нефтяных районов Азербайджана освещен в ряде работ (Кашкай, 1961; Овнатанов и Тамразян, 1960, 1964, Ш. Ф. Мехтиев, 1955, 1960, 1964, С. А. Алиев, 1958 и др.).

В заключение отметим, что в Крымско-Кавказской провинции по геоморфологическому принципу, по относительной подвижности складчатых зон и характеру интрузивного и эффузивного магматизма, особенно неоген-антропогенного, выделяются области по специфическим и геотермическим особенностям. Эти области следующие (по М. А. Кашкай):

1. **Неоген-антропогенная горная область**, характеризующаяся значительной обнаженностью, здесь визуальнo или интерпретацией легко определяется слабая, пологая складчатость и основные разрывные нарушения. Выделяются паразитические вулканы, кратеры и крутые скалистые обрывы. В этой области часто наблюдаются аномальные тепловые поля. К указанным структурам обычно приурочены восходящие гипотермальные, теплые и холодные минеральные воды трещинного типа, сопровождающиеся преимущественно газовыми струями. По составу эти воды в основном гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, катионы представлены кальцием, натрием и магнием.

2. **Мезо-кайнозойская и палеозойская горноскладчатые области** с резко расчлененным рельефом и интенсивной дислокацией, осложненные более молодыми продольными и поперечными поднятиями. Тектонические разрывы обычно продольные, иногда они составляют единую сеть с поперечными. Часто к узлам пересечения поперечных и продольных структур приурочены очаги разгрузки термальных и других минеральных вод и газовых струй, сейсмические явления и магматические образования. Состав вод и газов обуславливается условиями выходов и литологическим составом пород.

3. **Низменные и предгорные области**, если даже они представляют собой складчатые системы, сложенные мощными толщами осадочных и вулканогенно-осадочных пород. На поверхности разрывные нарушения в значительной мере затушеваны или проявляются слабо, вследствие чего термальные воды здесь отсутствуют или же выступают лишь в отдельных местах. Обычно они приурочены к линиям сопряжения депрессионных и горноскладчатых зон. В соответствии с геотермической ступенью температура в низменных и предгорных областях повышается равномерно с глубиной.

4. **Нефтяные и газовые области**, характеризующиеся специфической геотермией, в возникновении которой немаловажную роль играют биогеохимические процессы и явления эксгаляции и мигра-

ции (Апшеронский полуостров, Грозненский, Майкопский, Краснодарский и другие районы). Местами эти области характеризуются и грязевым вулканизмом.

Наряду с указанными выше условиями, литологическая пестрота пород и их теплофизические свойства имеют определенное значение в термическом режиме Крымско-Кавказской провинции, но эти вопросы еще слабо изучены. Необходимо комплексно изучить: 1) распределение тепла недр в горизонтальном и вертикальном направлениях в пределах как отдельных толщ, так и крупных регионов; 2) геотермические ступени до глубины 5000 м и более по имеющимся скважинам и общегеологическим данным; 3) влияние скважин на геотермический режим недр; 4) факторы генерации и перераспределения тепла, влияющие на формирование тепла; 5) тепловые аномалии молодых подвижных зон; 6) связь геотермических явлений с глубинными разломами и разрывной тектоникой вообще; 7) приуроченность молодого вулканизма, сейсмике, геотермальных, гипотермальных и других вод и рудообразования к узлам пересечения поперечных и продольных структур; 8) теплофизические свойства изверженных, осадочных и метаморфических пород различного типа; 9) взаимовлияние динамики, солевого состава гипотермальных вод и теплового режима недр; 10) гидротермальные изменения пород при воздействии на них гипотермальных вод на различной глубине в зависимости от их движения.

Распределение минеральных вод

Минеральные воды трещинного типа на Кавказе распределены небезразлично к меридиональным и северо-восточным дислокациям. Меридиональные дислокации положительного знака, несомненно, более богаты минеральными источниками, в особенности теплыми и горячими (рис. 9). Таковы, например, зона Шемахинско-Талышской поперечной дислокации, а также зоны Дагестанско-Зангезурского, Казбекско-Арагатского и других региональных поперечно-меридиональных поднятий. Вместе с тем, в силу тенденции к затухиванию различий между положительными и отрицательными дислокациями в общем сводовом поднятии Большого и особенно Малого Кавказа, множество минеральных источников имеется и в пределах региональных поперечных отрицательных дислокаций, являющихся к тому же в гидрогеологическом отношении очень эффективными региональными артезианскими бассейнами. Разгрузка их на поверхности земли часто происходит по линиям разрывных нарушений, поэтому в их распределении выделяется определенная линейность как в зоне Северо-Кавказских минеральных вод, так и в зоне углекислых вод Малого Кавказа и др.

Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что многие разрывы северо-восточной ориентировки являются хорошими проводниками вод и к ним приурочены серии указанных минеральных источников. Заметим, что приуроченность минеральных источников,

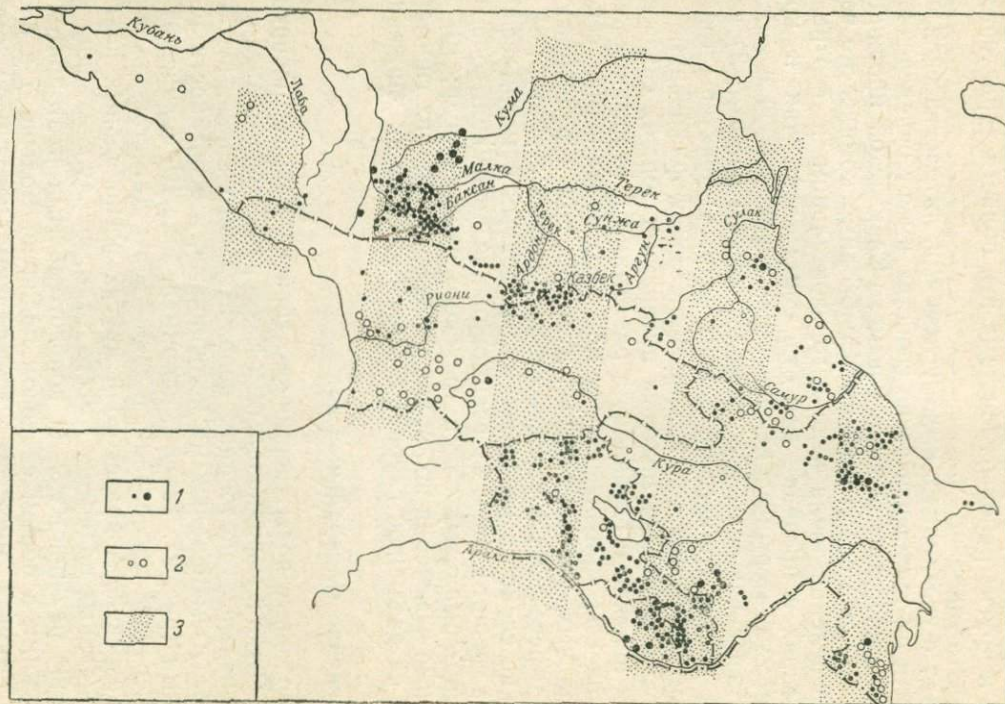


Рис. 9. Карта минеральных и термальных источников Кавказа

1 — минеральные источники с температурой до 20°; 2 — минеральные источники с температурой выше 20°; 3 — зоны региональных поперечно-меридиональных дислокаций

особенно термальных, к разломам северо-восточной ориентировки во многих случаях является надежным поисковым признаком, который с успехом применяется на практике (Кашкай, 1939, 1952, 1955).

МАГМАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПОПЕРЕЧНЫХ СТРУКТУРАХ

Все типы складчатости Большого и Малого Кавказа сопровождались в той или иной мере интрузивным и эффузивным магматизмом с выделением пород от кислого до ультраосновного состава. История геологического развития показывает, что эпохи интрузивной и эффузивной активности часто совпадали во времени, их можно охарактеризовать как вулканоплутонические эпохи, которые в геологической литературе по Кавказу еще не получили должного освещения. О роли поперечной складчатости в процессах интрузивного и эффузивного магматизма в мезозойское время на Кавказе можно лишь догадываться, поэтому сделанные в этой области попытки пока не подкреплены геолого-структурными исследованиями. Более конкретные суждения можно получить лишь о роли складчатости антикавказского направления в явлениях магматизма в палеогене, особенно в неогене и антропогене.

Геологический фундамент, по-видимому, неодинаково реагировал на неоген-антропогеновые дислокации и магматизм, поэтому мы считаем не лишним вкратце напомнить характер магматических образований и вмещающих их пород на Кавказе.

Докембрийские образования в пределах Большого Кавказа знаменуются широким развитием пара- и ортокристаллических сланцев, преимущественно гнейсов и мигматитов. Интрузивы гранитоидов приурочены к крупным поднятиям, а гипербазиты типа островных дуг — к глубинным разломам. Наблюдаются гранитоидные интрузивы различного возраста, докембрийские и палеозойские. Интрузивы различных петрографических типов, особенно гранитоидные, характеризуются специфической металлогенией: молибденом, золотом, серебром и другими металлами. Эти интрузивы хорошо изучены многими исследователями.

В Закавказье палеозойские гранитоиды выступают лишь местами, на Малом Кавказе они почти отсутствуют, а вулканогенные породы здесь представлены слабо. Во время варисцийской складчатости образовывались отдельные дайки и субвулканы диабазов и габбро-диабазов. Эффузивный магматизм был наиболее интенсивен в орогенную фазу развития геосинклиналей. Структурное положение палеозойских магматических пород изменилось благодаря воздействию последующего складкообразования.

Киммерийская складчатость знаменуется бурным проявлением магматической деятельности. Несмотря на видимую однотипность магматических образований в пределах мегасинклинорий Большого и Малого Кавказа, формации их все же имеют свои специфические особенности.

На Большом Кавказе — в образованиях от лейаса до байоса, мощности толщ порфиритов и их туфов и туффитов, а также спилито-кератофировой формации байоса достигают нескольких тысяч метров. В Малокавказском мегасинклинии эффузивный магматизм выражен в лейасе и нижнем байосе порфиритами, их туфами и туффитами; в верхнем байосе — кварцевыми порфирами и их туфами. Заслуживает внимания то обстоятельство, что обе эти формации — спилито-кератофировая на Большом Кавказе и кварц-порфировая на Малом Кавказе — почти одновозрастны или последовательны, в пределах обоих мегантиклинорий они характеризуются почти одинаковой металлогенией, главным образом колчеданным типом оруденения. Что касается порфиритов, туфов и туффитов бата, мощность которых достигает 2—3 тыс. м, то они характеризуются преимущественным развитием пирокластического материала. Вулканическая деятельность постепенно затухала в поздней юре, когда отлагались карбонатные породы с маломощными прослоями вулканогенных пород, соответствующих эпизодическим вспышкам вулканической деятельности. Вулканическая активность значительно усилилась в киммеридже.

Интрузивный магматизм в киммерийский период складчатости проявлялся значительно слабее, чем в ранние геологические периоды, в пределах Большого Кавказа его проявления известны лишь местами. На Малом Кавказе интрузивы более мощно представлены в завершающем этапе киммерийской складчатости. Так, например, в пределах Азербайджана неокомские гранитоиды и габброиды приурочены к глубинному разлому на протяжении более 100 км.

Альпийская складчатость (мел — антропоген) оказалась наиболее существенной при формировании современной структуры Кавказа, имеющей северо-западное направление. К концу периода этой складчатости мегантиклинории Большого и Малого Кавказа окончательно сформировались как высокогорные сооружения. Во время этой складчатости появлялись унаследованные или второстепенные тектонические нарушения меридионального или северо-восточного направления. Имели место и синтетектонические магматические извержения, происходившие вдоль линий разрывов и особенно вдоль глубинных разломов.

Не останавливаясь на этом интересном вопросе, отметим, что явления вулканизма активизировались и проявлялись с той или иной интенсивностью во время альпийской складчатости. Значительной силы вулканизм достиг в раннем сеноне, затем постепенно он ослабел и в кампане — маастрихте возникло длительное затишье, о чем свидетельствуют мощные толщ известняков. Аналогичные явления повторялись в среднем эоцене (лутете) при сравнительно кратковременном перерыве, когда опять-таки отлагались известняки. Вулкано-плутонические магматические образования пока установлены лишь в отдельных местах, но они должны быть изучены со всей тщательностью как в полевых, так и в лабораторных

условиях, в том числе путем определения абсолютного возраста формаций.

Вулканический, вулканоплутонический и интрузивный магматизм характеризуется различно в зависимости от того, к какой из фаз — до орогенной, синорогенной или посторогенной — киммерийского и альпийского этапов складчатости Кавказа они относились. При этом к возникшим собственным и унаследованным от палеозойского фундамента поперечным разрывам были приурочены интрузивы и вулканические излияния. Значительное количество даек основных пород мезо-кайнозоя имеет северо-восточное направление.

Неоген-антропогеновый этап развития поперечных (антикавказских) структур на Кавказе мы рассматриваем в порядке гипотезы как начало возникновения самостоятельной складчатости. Этот этап имеет исключительное значение для теоретического обоснования возникновения благоприятных геологоструктурных условий для проявления магматизма, с одной стороны, путем «омоложения» ранее существовавших поперечных линий разрывов (унаследованные глубинные разломы и др.), а с другой — путем появления новых разрывов, уже самостоятельных. В этот этап оживилась периодическая деятельность молодого вулканизма, который обусловил образование вулканогенных формаций, а также вулканоплутонического и самостоятельного интрузивного магматизма. В расположении большинства магматических формаций, кратеров, вулканов и некоторых рудных зон неоген-антропогенового времени устанавливается определенная ориентированность в северо-восточном или близмеридиональном направлении. Наиболее интенсивные извержения магмы (моногенные вулканы) и отражение на поверхности территории Кавказа других глубинных процессов приурочены к узлам пересечения поперечных и продольных структур, на что нами уже было обращено внимание ранее.

Таким образом, неогеновый и антропогеновый периоды знаменуются тенденцией к развитию поперечных поднятий в Кавказской — Альпийской системе и крупным проявлениям интрузивного и эффузивного магматизма, в том числе вулканоплутоническими явлениями. Извержения этих периодов структурно подчинены общекавказскому и наложенному на него поперечному направлению.

Неоген-антропогеновые вулканические проявления, связанные с областями значительных поднятий, приурочены в основном к зонам поперечных дислокаций субмеридиональной ориентировки. Нередко движения аналогичного направления способствовали развитию магматогенной деятельности и в мезозое, например вдоль перегибов восточной части Чегемско-Черкесского района.

Эффузивная деятельность, особенно более молодого возраста, проявлялась как на Малом Кавказе — в Севано-Акеринской зоне и на Ахалкалакском нагорье, так и на Большом Кавказе — на Эльбрусе, Казбеке, в бассейне р. Чегем и др. Ряд интрузивов также

тяготеют к поперечным дислокациям, например к Ставропольско-Эльбрусскому или Дагестанско-Зангезурскому поднятиям, что видно на участке Нуха-Закаталы в водораздельной части Главного Кавказского хребта, а также в пределах центральной части Малого Кавказа и в Шемахинско-Талышской поперечной зоне.

Магматизму Северного Кавказа посвящена обширная литература, здесь остановимся кратко лишь на данных по интересующим нас вопросам. В этой области также сказываются приуроченность магматических внедрений к пересечениям дислокаций поперечной и продольной ориентировки, в особенности к пересечениям дизъюнктивных дислокаций. Ю. П. Масуренков (1957) отмечает поперечную ступенчатость в строении Эльбрусской области. Зоны поперечных поднятий стали особенно ощутимы как участки сосредоточения кайнозойского вулканизма начиная с миоцена, с начала интенсивных поднятий всей горной области. Они явились сосредоточением ареалов интенсивных вулканических процессов не только в кайнозое, но часто и в юре, например вдоль перегибов Чегемско-Черекского района.

Магматическая деятельность плиоцен-антропогенного времени была приурочена, по-видимому, к регионально-поперечным дислокациям меридиональной или субмеридиональной ориентировки. Отмеченные И. В. Кирилловой и А. А. Сорским (1960) и другими основные расколы, питающие плиоценово-антропогенный вулканизм (центры извержения), располагаются в выделенных нами региональных поперечно-меридиональных дислокациях Кавказа. Это касается как Большого Кавказа — вулканических групп Казбека, Эльбруса, Чегемско-Баксанской группы (а также Минераловодской группы лакколлитов), так и Малого Кавказа — меридиональных вулканических хребтов Абул-Самсарского и Мокрых гор, Карабахского нагорья и др.

Г. Д. Афанасьев (1958) отметил, что в связи с воздыманиями антикавказского направления в различных ранее заложенных структурах северо-западного простирания в кайнозойское время, с неогена по четвертичное, отдельными этапами произошло внедрение магматических масс различной фациальной принадлежности. Это, например, интрузив Тырны-Ауза, лакколлиты Пятигорья, лавы потухших вулканов Эльбруса и Казбека, лавы и экструзии Чигемско-Баксанской области.

Е. Е. Милановский (1960), рассматривая новейший вулканизм Кавказа, отмечал, что основная масса новейших вулканических образований также приурочена к зоне поперечного Эльбрусско-Ставропольского поднятия. Эльбрусско-Ставропольская и Казбекско-Арагатская поперечные дислокации, возможно сближающиеся в южном направлении и расходящиеся в северном, каждая обладает своей специфической характеристикой. Северная часть восточнее расположенной Казбекско-Арагатской поперечной дислокации (Большой Кавказ) отличается от западнее расположенной Эльбрусско-Ставропольской дислокации более основным составом вул-

канических образований¹, интенсивными извержениями лав и выбросами пирокластического материала. Однако уже в восточной части Эльбрусского района кислые продукты извержений сменяются андезито-базальтовыми (вулкан Сурх), на что обратил внимание и Е. Е. Милановский (1960).

Та же картина, по существу, наблюдается и в пределах южных ветвей поперечных дислокаций, однако различия здесь слабые. Это обусловлено, во-первых, территориальным сближением, а во-вторых, в отличие от Большого Кавказа, большей длительностью периода мезокайнозойского вулканизма. Мезокайнозойско-палеогеновый вулканизм периода геосинклинального погружения менее отделяется или даже местами почти не отделяется от неоген-антропогенного вулканизма периода преобладающих поднятий.

В восточной части вулканической области Малого Кавказа, в месте ее пересечения с южной ветвью Казбекско-Арагатской поперечной дислокации, как в плиоцене (верхнем), так и ранее, в миоцене, происходили выбросы пирокластического материала (Гегам и др.). Пирокластический материал отмечается в прилегающем с востока Карабахском нагорье, входящем уже в следующую к востоку Дагестанско-Зангезурскую зону поперечных дислокаций, а также несколько западнее, в сторону Арагаца. Этими выбросами пирокластического материала Казбекско-Арагатское поднятие как бы выявляет свое единство — на севере, в пределах Большого Кавказа, и на юге, в пределах Малого Кавказа. Это характерная черта Казбекско-Арагатской поперечно-меридиональной дислокации.

Ставропольско-Эльбрусское региональное поперечно-меридиональное поднятие на Северном Кавказе начиная с неогена характеризуется интенсивным проявлением магматической деятельности. Магматическая деятельность получает значительное развитие в верхнем неогене, когда мощность толщи липаритовых лав Эльбруса превышает 300 м и образуются субвулканы, лакколиты, дайки и др. Но особенно большой мощности (более 2 тыс. м) эти лавы Эльбруса достигают в антропогене. По петрографическому составу лавы соответствуют дацитам и андезито-дацитам.

Ставропольско-Эльбрусское поднятие пересечено Минераловодской зоной тектонического разрыва северо-восточного направления. К местам пересечения таких разрывов, а также пересечения их с другими разрывами продольных линий приурочены щелочные трахилипаритовые интрузивы и экструзивы Пятигорья. С указанной северо-восточной зоной тектонического разрыва связаны источники Северо-Кавказских минеральных вод, а с южной частью этого поднятия — магматические образования аналогичного типа.

¹ Для вулканических образований Казбекской области, в отличие от Эльбрусской, характерны меньшая кислотность и большая выдержанность состава во времени (Е. Е. Милановский, 1960). Для Эльбрусской области типичны кислые — липаритовые, липарито-дацитовые, трахилипаритовые эффузии и гипабиссальные интрузии неогенового возраста, сменяющиеся в антропогене умереннокислыми продуктами, от андезито-дацитов до дацитов и липарито-дацитов.

Неоген-антропогеновый магматизм с большой активностью действовал в районе Верхне-Чегемского и Нижне-Чегемского нагорья. Извержения в этом районе и на Эльбрусе аналогичны как по мощности липаритов и их туфов, так и по характеру изменений петрографического состава пород последовательных извержений — от липаритов к дацитам и андезито-дацитам. Таким образом, в пределах Ставропольско-Эльбрусского регионального поперечно-меридионального поднятия возникновение магматических очагов и их активные проявления принадлежали к единому циклу. Эруптивная деятельность указанных вулканов, приуроченная к узлам поперечных и продольных структур, была весьма интенсивной.

Казбекско-Аrarатское региональное поперечно-меридиональное поднятие охватывает широкую полосу, в которой вулканическая активность была значительной, особенно на севере, в районе Казбека, и на юге, в пределах Армении, а также Азербайджана. Здесь также наиболее интенсивная магматическая деятельность была приурочена к местам пересечения продольных и поперечных структур.

В этой тектонической схеме развития Малого Кавказа существенными являются глубина очагов, пути движения и состав первичных магм и их дифференциатов на поверхности. В палеогене магма имела преимущественно основной состав (базальты, андезито-базальты, диабазы), в неогене (миоцене) магма была более кислой (гранитоиды), в верхнем неогене — плиоцене извергались как липариты и липариты-дациты, так и андезито-дациты. В этот период оформилась более молодая (поперечная) структура Малого Кавказа и большое развитие получили поперечные разрывные структуры, чем объясняется огромное количество даек липаритов и липарито-дацитов, развитых среди гранитоидов миоцена и андезито-базальтов эоцена, эти породы пересечены дайками местами через каждые 1—2 м (Кашкай, 1939, 1955).

Поперечные дислокации подготовили условия для извержения четвертичных лав базальтов и андезито-базальтов, занимающих огромную площадь в юго-западной части Азербайджана, в Армении, Грузии, Турции и Иране. Извержение их было фазовое, состояло из 5—10 потоков; каждая фаза отделена от другой слоем пепла.

Как видно из приведенного материала, в пределах мегантиклинорий Большого и Малого Кавказа почти синхронно извергались однотипные магмы, частично сходны цикличность и фациальная изменчивость их дериватов. Так, в палеогене вулканические выбросы имели более основной состав. В миоцене, а особенно в плиоцене, близ Эльбруса и Чегемана на Северном Кавказе, в центральной части Малого Кавказа и в других местах извергались андезито-дациты и дациты, а на Малом Кавказе и в районе Арарата — андезито-дациты, андезито-базальты и базальты.

Из краткого обзора видна тесная связь магматических пород со структурой. Но при этом возникает вопрос, с каких же глубин

поднималась магма различной кислотности и каков был состав протоматмы. Эта интересная проблема петрогенеза на Малом Кавказе выясняется при детальном изучении последовательности извержения магмы в различные геологические периоды, фазовости формирования магматических формаций и структуры районов их развития.

Магматические формации Малого Кавказа извергались из различных структурных этажей, чем в основном и объясняются резкие различия петрографических типов пород, образовавшихся в те или иные геологические эпохи. Естественно, основного состава магма мезозоя и палеогена, а также покровные базальты антропогена поднимались с более глубоких структурных этажей (ниже раздела Мохоровичича), чем неогеновые кислые магмы.

Большой Кавказ характеризуется такими же структурными этапами извержения магмы различного типа. Однако общее направление вариаций состава магмы как на Большом, так и на Малом Кавказе остается примерно одинаковым. Общим для обеих горных сооружений в неогене было образование указанных выше липаритов и липарито-дацитов, морфологически представленных покровами, экструзивами, дайками, силлами, жерловыми образованиями.

РОЛЬ ПОПЕРЕЧНЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Геолого-структурные условия разных регионов в известной мере обуславливают формирование, морфологию, вертикальную зональность и некоторые другие особенности эндогенных и экзогенных месторождений. В этих явлениях, особенно в закономерностях распределения полезных ископаемых, наряду с продольными немало важная роль принадлежит поперечным дислокациям. Наиболее характерны узлы пересечения продольных и поперечных разрывов, являющиеся ослабленными и подчас раздробленными участками (рудными узлами).

Металлогеническая роль поперечных дислокаций для Крымско-Кавказского региона пока не исследована. Некоторая попытка в этом направлении была сделана М. А. Кашкай, поэтому на примере Малого Кавказа, главным образом его центральной части, дадим краткую характеристику закономерностей локализации некоторых видов полезных ископаемых. Аналогичным образом будет рассмотрена приуроченность нефтяных и газовых месторождений в низменных, в том числе приморских районах Кавказа.

Киммерийская эпоха на Кавказе богато представлена полезными ископаемыми, но они локализируются в определенных рудных узлах. В юре также широко представлены дайки и субвулканические образования, которые нередко расположены вдоль линий северо-восточного и меридионального направлений. К этой эпохе, возможно, относятся жилы альпийского типа на Большом Кавказе — на его южном склоне в Закатало-Белоканской зоне Азербайд-

жана и на его северо-восточном склоне в Дагестанской АССР (Kashkai, 1960).

Для кварцевых порфиров средней юры (верхний байос) Малого Кавказа специфична колчеданная металлогения; на северных же склонах Большого Кавказа колчеданный тип оруденения приурочен как к спилито-кератофировой формации, так и к производным кислых магм. В формировании месторождений колчеданного типа имели определенное значение субвулканические образования, причем пути движения магмы вероятнее всего приурочивались к узлам пересечения различно направленных дислокаций. Предположение основывается на том, что в определенных геолого-структурных условиях в пределах областей развития кварц-порфировой и спилито-кератофировой формаций Малого и Большого Кавказа некоторые месторождения приурочены только к рудным узлам пересечения поперечных и продольных структур (в частности, на Малом Кавказе ряд месторождений колчеданов, полиметаллов, золота (Агдуздаг, Зод) и ртути, на южном склоне Большого Кавказа — Фализчайская, Катехская, Нухинская группы, на его северном склоне — Урупская, Тырнаузская, Тызыльская, Даутская и др.).

Киммерийская эпоха завершилась складчатостью в раннем мелу. В этот период формировались интрузивы кварцевой магмы, металлогения которых выражена рудами железа и кобальта, отчасти меди и полиметаллов. Эти интрузивы также приурочены к определенным тектоническим узлам. Интересно отметить, что постинтрузивные и послерудные разрывные нарушения и дайки имеют северо-восточное направление, тяготея к региональным поперечно-меридиональным дислокациям. Альпийская складчатость, как сравнительно молодая, наиболее хорошо выражена в геолого-структурном отношении, в магматизме и металлогении.

Дислокации горных сооружений северо-западного направления при пересечении их с продольными оказались наиболее благоприятными для рудообразования. Рудообразование неогенового времени в центральной и южной частях Малого Кавказа изучено детально с точки зрения связи рудных процессов с поперечными (антикавказскими) структурами.

Длительный период, в течение позднемелового, палеогенового, неогенового и антропогенного времени Малый Кавказ проходил этап своего становления. Интенсивные вулканические извержения возобновлялись после относительно кратковременных периодов затишья, когда формировались осадочные или туфогенно-обломочные фации. В этой цепи извержений особенно интересные были интрузивные формации конца палеогена и начала миоцена. В центральной и южной частях Малого Кавказа (Карадаг), в отличие от его северо-восточных склонов, специфической металлогенией отличаются крупные интрузивы Далидага (Кельбаджарский и Лачинский районы), а также Мегри-Ордубад-Карадагский интрузив в Нахичеванской АССР, Армении и Иране. Эти интрузивы щелочного состава в начальной стадии послемагматического рудного

процесса характеризовались молибденовым и медно-молибденовым оруденением, а в конечной стадии — полиметаллическим.

Складчатость и интрузивный магматизм оказались синхронными, причем после консолидации магмы в указанных интрузивах образовались разрывы поперечного (антикавказского) направления, которые были выполнены магмой последующей стадии или гидротермальными растворами. То же направление простираются имеют трещины, развитые среди вмещающих пород. Вследствие этого наиболее перспективными оказались зальбанды даек, трещины в них или кварцевые жилы. Большинство жил и трещин имеет северо-восточное (поперечное) направление, что является важнейшим научным критерием для поисков и разведки руд.

Практическое значение поперечных структур оказалось весьма существенным при установлении закономерностей распределения и промышленных критериев для поисков и разведки ряда полезных ископаемых. В качестве примера охарактеризуем верховья рек Тертера и Акера в центральной части Малого Кавказа, где рудные поля и геохимические узлы, а также гипотермальные воды приурочены к поперечным дислокациям.

В пределах Далидагского рудного поля М. А. Кашкай (1933, 1939, 1955) и он же совместно с М. М. Мамедовым (1965) установили три основных разлома антикавказского направления, которые оказались перспективными в отношении рудоносности, проявлений глубинного тепла и разгрузки гипотермальных вод.

Тертерский меридиональный разлом — наиболее крупный. К нему приурочены в основном углекислые гипотермальные минеральные воды со значительным дебитом в курортном районе Истису (Кельбаджарский район), а также эманации радия и рудные проявления. Параллельно этому основному разлому протягиваются еще два разлома меньших масштабов с падением на запад под углом от 75 до 90°. Основной разлом прослеживается почти от истоков Тертера, пересекает Далидагский интрузив и далее продолжается восточнее сел. Кельбаджар, вдоль него в породах заметны следы динамических усилий. В зоне нарушения отмечено значительное количество даек, линзовидных мелких интрузивов и мощных силлов, вытянутых в северо-восточном и меридиональном направлениях.

Второй крупный разлом северо-восточного направления проходит восточнее первого — от урочища Гелинкая, через Далидагский интрузив до Башлыбельского месторождения сульфидов. В Далидагском интрузиве этот разлом сопровождается целым рядом кулисообразно расположенных разломов, вдоль которых породы гидротермально изменены. Мощность разлома в рудном поле колеблется от 300 до 1200 м. К зоне разлома приурочены дайки плиоценовых вулканитов кислого состава, вся зона характеризуется широким развитием рудоносных и нерудных кварцевых жил, проявлениями молибдена и других сульфидных руд, а также эманациями радия.

Третье крупное нарушение северо-восточного направления установлено в крайней восточной части Далидагского интрузива. Юго-западное продолжение разлома скрыто под четвертичными лавами, он прослеживается почти непрерывно в вулканогенных породах вершины Катырдаш, в Далидагском интрузиве и далее в известняках сенона. Последние в полосе, прилегающей к разлому, обладают тонкоплитчатой отдельностью, ориентированной параллельно разлому.

К описанным северо-восточным разломам приурочено большое количество рудопроявлений, которые дают основание считать их структурами, контролирующими оруденение и рудолокализирующими. Интересно, что в пределах описываемого рудного поля много речек протекает в северо-восточном направлении, большинство даек пород липарито-дацитовый магмы имеет то же направление. Несомненно, это может служить косвенным основанием для заключения о наличии разломов того же направления. С нарушениями северо-западного и северо-восточного простирания сопряжен ряд больших широтных и меридиональных разломов, они прослеживаются по простиранию на десятки и сотни метров. Эти структуры в некоторых случаях являются рудовмещающими¹.

Оруденение (золото, серебро и другие сопутствующие элементы) приурочено к северо-восточным структурам на большой площади центральной части Малого Кавказа, оно является специфической металлогенией липарито-дацитовый магмы плиоценового возраста. Рудоносная зона имеет большую протяженность в районе Зодского перевала и прилегающих к нему участков. Многочисленные мелкие разломы северо-восточного направления, по-видимому, относящиеся к среднему или позднему плиоцену, выполнены кварцевыми жилами. В тех же направлениях протягиваются дайки липаритов, дацитов, а иногда и диабазов, более молодых, чем кварцевые жилы.

Заслуживает внимания то обстоятельство, что в центральной части Малого Кавказа наблюдается оруденение золота трех генетических типов: 1) домиоценового — связанного с гранитоидами северо-западной структуры Тухтунской зоны, где золото сопровождается сульфидами сурьмы, мышьяка и др.; 2) миоценового — в поперечных структурах Далидагских гранитоидов с сульфидами; 3) плиоценового — в поперечных структурах липарито-дацитов на Агдюздаге и др.

Ртуть генетически связана с производными кислой магмы и приурочена, вероятнее всего, к узлам пересечения поперечных структур с продольными, т. е. к наиболее ослабленным участкам. В частности, для ртути избирательно благоприятными оказались листовиты, распространенные среди офиолитовой формации Малого Кавказа и вмещающих ее пород.

¹ См. М. А. Кашкай, В. И. Алиев, А. И. Мамедов, С. А. Махмудов, А. А. Алиев. Петрология и металлогения Центральной части Малого Кавказа. Изд. Ин-та геологии АН Азерб. ССР, 1965.

В северо-западной части Большого Кавказа к структурам северо-восточного направления также приурочена ртуть, а возможно и другие рудные полезные ископаемые. Однако эти важные проблемы металлогении, весьма существенные для районов со структурами северо-восточного направления, в частности значение рудных узлов в местах пересечения структур этого направления с продольными, пока не исследованы.

Нефтегазовые скопления в своем распределении также не безразличны к поперечным дислокациям. Нефтяные и газовые месторождения в продольном профиле складчатой системы тяготеют к зонам ее погружения, а в Крымско-Кавказской провинции — к зонам крупных поперечных дислокаций. Одной из таких дислокаций является поперечный прогиб Каспийского моря, осложняющий юго-восточное погружение Кавказа. Здесь располагаются нефтегазовые месторождения Апшеронского полуострова и Апшеронского архипелага, Юго-восточного Кобыстана и прилегающих территорий Нижнекуринской низменности и Бакинского архипелага; сюда же тяготеют и нефтяные месторождения Сиазанского района, расположенного к северо-западу от Апшеронского полуострова. К Азово-Кубанскому поперечному прогибу приурочены крупнейшие месторождения Краснодарского края. Кроме того, нефтегазовые месторождения, по масштабу пока меньшего значения, приурочены к другим поперечным прогибам Кавказа, например, нефтегазовые месторождения Дагестана — к поперечному прогибу, расположенному между Дагестанско-Зангезурским и Шемахинско-Тальшским поперечными поднятиями¹.

К северо-западу от поперечного поднятия, называемого Дагестанским клином, располагаются нефтегазовые месторождения Грозненского района, нефтеносные площади которого перекинулись на территорию Казбекско-Арагатской поперечной дислокации, проходящей западнее и ныне здесь структурно нечетко выраженной. Отметим, что месторождения Грозненского района расположены не в пределах самой Кавказской складчатости системы, а на ее внешних склонах, в пределах же Предкавказья поперечные поднятия становятся благоприятными тектоническими ловушками для нефти и в особенности для газа. Здесь, в Предкавказье, в пределах платформенного чехла, крупнейшие месторождения нефти и в особенности газа приурочены к региональным поперечным дислокациям. Это, прежде всего, газовые месторождения Ставрополя и нефтяные месторождения Озек-суатской группы поднятий, первые при-

¹ В этой связи приобретают значительный интерес поиски нефтегазовых залежей на южном продолжении поперечной отрицательной дислокации, расположенной между Дагестанско-Зангезурским и Шемахинско-Тальшским поперечными поднятиями, проходящей в пределах Куринской низменности в основном через восточную часть Нагорного Карабаха и Кюрдамир. Перспективными (с точки зрения поперечной зональности Кавказа) площадями здесь будут восточные предгорья Карабаха, Мильская и Ширванская степи (возможно, прежде всего их западные участки), предгорья Большого Кавказа, в особенности на участке Аджинаур—Карамарьян.

урочены к поперечной Ставропольско-Эльбрусской дислокации, вторые — к поперечной Казбекско-Араратской.

Таким образом, роль поперечных дислокаций в формировании нефтегазовых месторождений двоякая. В продольном направлении складчатой системы вмещилищем нефтегазовых месторождений являются прежде всего крупные поперечные депрессии, тогда как в поперечном направлении и за пределами центральных участков горных сооружений нефтяные, а в особенности газовые месторождения тяготеют уже к поперечным поднятиям. Все это отмечается на фоне более мелкой по масштабу, но более широко распространенной закономерной приуроченности нефтегазовых залежей к локальным структурным поднятиям.

Стремление газовых скоплений приурочиваться к приподнятым структурным участкам может привести к тому, что региональные поперечные поднятия окажутся сосредоточием газовых месторождений не только вдали от горных сооружений, но и вблизи них. Так, например, открыто газовое месторождение Майкопское в северной части Гагринского поперечного поднятия. Соответственно высокой перспективностью открытия крупных газовых месторождений отличается и северное продолжение регионального Крымского поперечного поднятия — Степной Крым и др. С Керченским поперечным поднятием, возможно, связаны перспективы западной части акватория Азовского моря. С продолжением региональных поперечно-меридиональных дислокаций в определенной мере связаны нефтегазовые месторождения Северо-Восточной Украины.

В целом нефтяные и газовые месторождения также не проявляют «безразличия» к распределению региональных продольных и поперечных дислокаций, равно как и к местным поднятиям, так часто демонстрирующим роль тектоники в их распределении.

Итак, основные полезные ископаемые Кавказа — от металлических полезных ископаемых до горючих — выявляют важные особенности своего распределения, которые, несомненно, представляют интерес и для других регионов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поперечные дислокации имеют всеобщее распространение. Они встречены во всех подвижных областях и выявлены во многих регионах мира, причем как в мезокайнозойских, так и в палеозойских и даже докембрийских сооружениях. Несмотря на лучшую выраженность продольных и подчиненную роль поперечных дислокаций в морфологическом облике региона, последние весьма часто имеют большее значение в истории его геологического развития, магматизма, рудообразования, глубинной тектоники и сейсмичности, в процессах образования многих полезных ископаемых, как магматогенных, так и осадочных, и т. д., чем многие представляют.

Поперечные дислокации имеют существенное значение в эволюции структуры различных регионов. Эти дислокации часто разделяют геосинклинальные области на отдельные участки, различающиеся палеотектоническим режимом, палеогеографическими условиями, распределением фаций и мощностей, типом и интенсивностью складкообразования и разрывообразования, словом, они являются весьма важными вехами всей геологической истории альпийской подвижной зоны.

Выделенные региональные поперечно-меридиональные поднятия отчетливо выражены в рельефе как на суше, так и в море; с ними согласуются также и современные вертикальные движения, обычно более интенсивные в зонах поперечных дислокаций. Все региональные поперечно-меридиональные дислокации Кавказа оказались лучше отражены в современных вертикальных движениях и значительно более интенсивны, чем современный рельеф. Из этого следует, что тектоническая активность таких региональных дислокаций не носит непрерывного характера, а по временам усиливается и ослабляется (ныне отмечается фаза усиления), тогда как рельеф Кавказа был создан в течение более длительного времени, когда продольные дислокации полностью контролировали тектоническую компоненту процесса выработки современной орографии.

Гидрогеологическая сеть Кавказа также согласуется с поперечно-продольными поднятиями. Выявляется связь сейсмических условий Кавказа с поперечными дислокациями. Выделяются поперечные и продольные сейсмоактивные зоны. Участки пересечения этих зон наиболее сейсмоактивны, на их долю приходится подавляющее количество всей энергии недр, выделяемой при землетрясениях.

Поперечные дислокации отражаются и в тепловом поле Крымско-Кавказской провинции. В зонах регионально-поперечных дислокаций температура недр повышается, высокотемпературными аномалиями отличаются Крымские поперечные поднятия и в меньшей мере Керченское поднятие, повышение теплового поля здесь обусловлено магматическим теплом — влиянием молодых интрузивных внедрений. Отчетливый термальный максимум приурочен к зонам Гагринского (Адыгейский выступ) и Ставропольско-Эльбрусского поднятий (Ставропольский термальный максимум). В последнем наблюдается перемещение с глубиной температурного максимума к востоку. Высокими термальными полями отличаются и другие регионально-поперечные меридиональные поднятия (Дагестанско-Зангезурское и т. д.).

Распределение минеральных источников также сопряжено с поперечной (северо-восточной) ориентировкой структур и связано с глубоко проникающими разломами этого направления. Приуроченность минеральных, особенно термальных, источников к разломам северо-восточной ориентировки часто является надежным указанием на пути поисков крупных скоплений таких вод в недрах. К зонам поперечных дислокаций наиболее часто приурочен кайно-

зойский вулканизм, хотя и более древняя магматическая деятельность также нередко тяготеет к аналогичным зонам.

Поперечные поднятия имеют различную глубину заложения. Одни из них (Ставропольское, Дагестанский клин) являются наиболее крупными на всем Кавказе по поверхности кристаллического фундамента, они давно привлекли к себе внимание. Однако эти поднятия полностью утрачивают свое значение в качестве поперечных уже в базальтовом слое, а тем более в верхах мантии. Здесь, в верхах мантии, крупнейшим поперечным поднятием Кавказа является Казбекско-Аракатская региональная дислокация, которая на своем северном участке (Большой Кавказ) отвечает крупнейшему воздыманию подложья земной коры.

В распределении основных полезных ископаемых Кавказа — от металлических до горючих — выявляются важные особенности, тесно увязанные с поперечными дислокациями.

В вопросе соотношения поперечных и продольных дислокаций необходимо различать следующее: 1) пространственное соотношение структур одного возраста, одного или разных порядков; 2) пространственное соотношение структур разного возраста одного или разных порядков; 3) переориентировка тектонического плана со временем (этот процесс может быть направленным или для больших интервалов времени пульсационным); 4) направленная унаследованность поздними структурными формами дислокаций более ранних эпох.

На Кавказе выделяются дислокации некоторых основных направлений: широтного, кавказского, поперечного. Поперечные дислокации характерны и для более ранних эпох истории этого региона, однако их надо считать сопутствующими основной складчатости. Поперечные дислокации, в отличие от продольных, менее склонны подчиняться эпохам главных фаз орогенеза, они чаще наследуют дислокации существовавшие в весьма отдаленные эпохи.

В целом поперечные дислокации отражаются на большом комплексе геологических процессов: на распределении и изменении тектонического плана, складчатости, вулканизма, термальных условий, на интенсивности тектонических движений и сейсмоактивности, на распределении многих ископаемых. Выявленные в этой связи особенности, несомненно, имеют широкое распространение и, вероятно, применимы к другим регионам.

Все изложенное выше настоятельно свидетельствует, что следует еще больше заострить внимание на необходимости тщательного изучения поперечных дислокаций и закономерностей распределения полезных ископаемых. Последние в своей пространственной локализации весьма часто связаны с узлами сочетания продольных и поперечных дислокаций.

M. A. Kashkai, G P. Tamrazjan

CROSS-FOLDS (ANTICAUCASIAN) OF THE CRIMEA-CAUCASUS REGION, THEIR EFFECT ON THE MAGMATISM AND REGULARITIES IN USEFUL MINERALS DISTRIBUTION

Summary

Cross—folds are widely spread. They exist in all the mobile areas and have been found in many regions of the world, both in Mesocenozoic and Paleozoic and even in Pre—Cambrian structures. Though longitudinal dislocations are more pronounced and the transversal ones play only subordinate role in the morphological pattern of the region, the latter dislocations very often are much more important in the history of geologic development, magmatism, ore formation, abyssal tectonics, seismicity, in the formation of many useful minerals both of magmatogenic and sedimentary and similar nature, than it is often thought of.

Cross—folds are of substantial importance for the structural evolution of different regions. These dislocations often divide geosyncline areas into separate districts differing in paleotectonic regime, paleogeographical conditions, as well as in distribution of facies and thicknesses, in type and intensity of folding and fracturing—in short they are very important landmarks in all the geological history.

Cross—folds relative to longitudinal ones may be either simultaneous, late or early. They often reflect movement of a buried foundation, movement along fractures, especially abyssal ones, repeatedly renewed, with new rupture system formation and renewing their older network etc. Cross—folds are sometimes very distinct, but more frequently they are only slightly visible in the overall pattern of the folded region.

From cross—folds results cross zoning of the Caucasus which manifest itself in the conjugated zones of uplift and relative warping in the longitudinal anticlinal zones. Transverse zoning of the Lower Caucasus is complicated and somewhat obscured by the intensive arched uplift, which is the highest in the central part and has, in the Pliocen—Antropogen period, uplifts which had been earlier separate and independent.

Essentially, cross-folds and transverse zoning connected with them existed over the whole Mesocenozoic history of the Caucasus now stronger, now weaker, more or less changing their special orientation.

Mesocenozoic history of the Caucasus reveals the role of many fractures (both longitudinal and transverse ones), which are rather stable and influence considerably, sometimes decisively, the intensity and orientation of tectonic movements and development of blocks split by them. Major tectonic ruptures are frequently deeply bedded developing continuously and intermittently for a long period of time. Fractures are known to be of great importance for the distribution of igneous activity in time and space, they often control mineralization and

predetermine spatial localization of many useful minerals, of both endogenic and exogenic nature.

Fractures have long ago become the subject of considerable attention on the part of research workers. But this concerns above all the longitudinal fractures. Transverse fractures are often dealt with insufficiently, even only by the way. This is partly due to the fact that many transverse fractures, especially deeply bedded, are associated with deeper structural stages and are slightly visible on the surface or encountered only as flexurelike bends or steps, or even are not found readily, and to bring them out, it is necessary to analyse carefully and painstakingly a lot of data (which are not frequently available to a research worker).

Transverse fractures are widely spread in the Caucasus. Among them plicative and disjunctive dislocations are distinguished, the former being oriented near—meridionally while north—eastern orientation is usually characteristic of local structures. Disjunctive dislocations are more often apt to the north—eastern orientation, though fractures of meridional orientation also occur.

In the structure of the Crimea—Caucasian province 7 near—meridional zones of dislocations (singled—out by the present author) which cross the whole province and often are continued into the adjacent geosynclinal and platform regions are complicated by transverse and longitudinal lines of rent.

Transverse meridional uplifts, being well defined in one direction, soon lose this distinctness in the opposite direction, where other regional transversal dislocations become more essential.

The singled—out regional transverse meridional dislocations are shown in Fig. 1.

1. *The regional transverse—meridional uplift crosses the Crimea peninsula*, showing here as a folded Crimean fragment, a gravity maximum of the peninsula, a highly anomalous temperature of the Plain—Crimea; further in its northern continuation within the Ukraine in the Krivoy Rog—Dnepropetrovsk—Poltava district, located is a large and wide zone of intensive modern vertical movements (considerable modern uplifts); further north, in the Bryansk—Vyazma—Smolensk district, a similar though less intensive zone of modern uplifts is located.

The southern continuation of the Crimean transverse uplift intersects the Black Sea, making for the pinch of its basin (along the isobath 1 to 1.5 km), and extends to the vast northern projection of Asia Minor towards the Black Sea.

2. *The Kertch regional cross—meridional uplift*, being much less pronounced than the Crimean one, crosses the Kertch peninsula, and is distinguished geomorphologically and geophysically, by higher thermal conditions of its bowels. Its northern continuation encloses two areas of intensive modern uplifts—one to the North of the Sea of Azov, in the district west of Volnovakha, the other—in the district to the north of Kupyansk. The southern continuation of the Kertch transverse—meridional uplift is distinctly traced at the bottom of the northern continental slope of the Black Sea along its isobaths, at the depth of 1 to 2 km. Further in the Black Sea basin, the Kertch regional uplift passes a series of submarine uplifts near the 36th meridian and is then projected to one of the most dissected underwater areas of the southern part of the Sea.

3. *The Gagry regional transverse—meridional uplift* passes the Gagry ridge, the Caucasian sanctuary area, the Maikop (Adigei) projection, showing here high temperature conditions of the bowels.

We trace the southern continuation of the Gagry regional uplift at the bottom of the Black Sea as a large bathymetric projection, no doubt of anticlinal nature, which shows submeridionally an underwater uplift (submarine ridge) extending over 60 to 80 km and more (along the isobaths up to 1.5 km and more) and not characteristic of the Black Sea coast. The further southern continuation passes the Black Sea basin and is again reflected in the bathymetry near the southern coast of the sea as a projection of the continental slope—along the 1.5 km isobaths, between Trabson (Trebizond), more accurately Sürmene, and Rize.

4. *The Stavropol—Elbrus* regional cross—meridional uplift, being the largest in the Caucasus, passes the Stavropol uplift, the Elbrus area etc. It is well—defined by the high temperature of the bowels. Though this uplift was known long ago, and later was repeatedly described in literature, the direction of its southern continuation remains open to discussion.

5. *The Kazbek—Ararat* regional cross—meridional dislocation, being located between the well—defined Stavropol—Elbrus and Daghestan—Zangezur transversal uplifts of the Upper Caucasus. Manifest itself specifically. It falls on the bend between the two main uplifts of the Upper Caucasus. Here this regional transverse—meridional dislocation is distinguished by the greatest number of folds. To the north and east the number of folds is reduced. After passing the Upper Caucasus and its northern slope (Terek—Sunzha region), the Kazbek—Ararat regional dislocation enters the central and northern parts of the Eastern Pre—Caucasus and here passes the Pricumka brachyanticlinal uplifts of Achikulak and Ozeksuat regions.

The southern continuation of the Kazbek—Ararat regional dislocation passes the Lower Caucasus and is continued between the Van and Urmia lakes in the Midl Asia.

The Kura and Rioni basins of Transcaucasia are separated here from each other just at the point of passing the Kazbek—Ararat cross dislocation representing a bend westwards—towards the Black Sea, and eastward—towards the Caspian Sea, of which general structural submersion occurs.

The Kazbek—Ararat transversal uplift in principle confines from the Eastern side, the uplifting of the crystalline foundation above the ocean level in the Upper Caucasus area.

As a whole the Kazbek transversal zone is more submerged on the tops of crystalline base as though contouring a saddle between the two main projections (the West—Caucasian and East—Caucasian) of the crystalline base. However, at the surface of the basalt layer already the pattern is reversed and the Kazbek area corresponds to the regional uplift dividing all the Caucasus into two sagged zones, one being to the West, the other to the East of it. As B. K. Balavadze and G. N. Shengelaya (1961) observed, the Kazbek transverse zone, which is less submerged (up to 28 km) divides the two said regions of intensive submersion (p. 1330). Therefore gravimetric data (1961) completely confirmed the role of the Kazbek transversal uplift which seemed vague and obscure to many explorers in 1954, when it was singled out by the present author.

Thus the Kazbek—Ararat cross—folds of the Upper Caucasus, being in the concave bend between its main projections in the basaltic layer, especially in the upper parts of the mantle, corresponds to the highest cross uplift of the Upper Caucasus, on both sides of which the upper parts of the mantle are deeply submerged, forming two basins.

It should be also noted that the principal transversal uplifts of the Upper Caucasus (the Stavropol upheaval and the Daghestan wedge) which were the first to draw attention as transversal ones, lose their significance in the upper parts of the mantle, and here the Kazbek—Ararat regional transverse—meridional dislocation dominates over all the Caucasus cross uplifts.

6. *The Daghestan—Zangezur* regional transverse—meridional uplift passes the Daghestan wedge, the eastern part of the Lower Caucasus. Here the southern continuation of this major transversal uplift of the eastern Caucasus is distinctly seen in modern orographical and geomorphological features and shows the most uplifted areas of the eastern part of the Lower Caucasus. The almost meridional Zangezur ridge and the Karabakh volcanik highland rather distinctly trace the southern continuation of the Daghestan—Zangezur transversal dislocation. The eastern slope of this transversal dislocation passes through the Mrovdag, Karabakh and Bergushet ridges.

The northern continuation of the Daghestan—Zangezur regional uplift is projected into the uplift zone of the Astrakhan district and eastern part of the Promyslovsky district.

7. *The Shemakha—Talysh* regional transverse—meridional uplift extends through the south—eastern Caucasus—the Shemakha and western adjacent dis-

tracts, its western part enveloping the Kyurdamir gravity maximum—located between Talysh and the Kara—Maryam spur, then through the Talysh range and through the area of the rangy uplift of Savalandag is continued southward.

8. *The Mangyshlak—Kazvin regional transverse—meridional dislocation.* This conventional regional transverse—meridional dislocation zone passes through the western end of Mangyshlak, crosses the eastern edge of the Middle—Caspian basin, goes eastward of the Apsheron peninsula, crosses the South—Caspian basin and in going to the ultimate western part of Mazandaran passes the area on the right bank of the Sefidrud river in Iran.

The Mangushlak—Kazvin regional meridional dislocation zone is in the range of the vast Caspian transversal basin, so its independent manifestation is considerably shaded and only traces of this transversal—meridional zone of positive sign the submarine uplift to south—west of the Peschanyi Cape, two submarine almost meridional uplifts in the eastern part of the Middle Caspian, highly uplifted and deeply washed out—to the lowermost productive strata—structures eastward of the Apsheron peninsula: Neftyanje Kamni, Zhiloi, Kamni Grigorenko, the Artyom Island, the Darwin bank etc. In the North, within the Near—Caspian basin, the near—meridionally oriented flexure in the Upper Paleozoic is confined to the northern continuation of the Mangyshlak—Kazvin meridional zone.

Along with the cross dislocations described other dislocations occur, often very distinct, though reduced in scale. This especially concerns the south—eastern and south—western preclinal plunges of the Upper Caucasus and adjacent territories. G. P. Tamarazyan, for example, based on the bathymetric data, has singled out an unknown submarine ridge (the Abich Arch) of Anti—Caucasian orientation which deviates from the eastern slope of the South—Caspian basin in the south—western direction. This largest submarine ridge in the Caspian Sea distinctly exposed from the depth of 250 m to 600 to 800 m and higher is of anticlinal nature and is complicated by rupture dislocations. Later the seismic survey confirmed the presence of a major anticlinal zone (coinciding with the submarine ridge) within which separate anticlines (named after Malygin, Basin, Abich, Golubyatnikov) were singled out. This anticlinal zonal of Anti—Caucasian (north—eastern) trend stretches for about 110 km.

In addition to the transverse—meridional dislocations visible are the north eastern transversal dislocations of the Caucasus. So within the Lower Caucasus a number of anticline zones of north—western orientation is known (Fig. 2).

One such zone consists of three groups of folds: between the Vostochniy Arpa and Nakhichevan chai rivers (the Nakhichevan superposed synclinorium, in the head of the Terter river—the Kelbajar superposed synclinorium, and a group of folds (hemianticlines) between Kirovabad and Naftalan on the north—eastern slope of the Lower Caucasus—the Agdzhakend synclinorium). All the three groups of cross anticlines of the Lower Caucasus are located along the common zone, also of north—eastern orientation—azimuth of about 40°, which passes in the direction of stretching of these uplifts. It is remarkable that out of numerous synclinoria of Azerbaijan almost all the essential anticlinal uplifts of north—western orientation are located in these three synclinoria confined to one regional zone of north—eastern direction. By the way, all these transversal anticlinal uplifts were formed before Pliocene, sometimes probably before Middle Pliocene.

Another zone where the folds of these north—eastern direction occur, is located westwards, approximately from Erevan (Anticaucasian folds of the Near—Erevan district) to the Ijeyvan—Kazakh district north of the Sevan lake, delineating the band of north—eastern orientation—azimuth of about 35 to 40°; the folds of this band were formed before Oligocene.

The transversal zones of plicative dislocations discussed above, are not continuous, they only outline those lines where transversal anticlinal folds occur, which are, in addition, oriented in the same north—eastern direction as the transversal zones enveloping them.

The mean distance between these two zones of expansion of the Anti—Caucasian uplifts is about 100 to 200 km. It will be noted that at approximately

the same distance south—eastwards of the Nakhichevan—Naftalan band of the north—eastern dislocation located is the East—Caucasus abyssal fracture zone confined here to the Araks depression—the Lower—Araks superposed synclitorium; the zone mentioned was singled out by G. P. Tamrazyan.

Cross—folds are widespread in the Crimea—Caucasian province as well as in many other regions (Fig. 3).

These are the main regional transverse—meridional dislocations. Transversal structures of north—eastern direction in the Lower Caucasus were discovered by M. A. Kashkai (1933, 1939, 1947, 1951, 1952 etc.). On the transversal uplifts of the Upper Caucasus wrote A. P. Gerasimov (1922), V. P. Rengarten (1930), L. A. Vardanyants (1935), V. V. Belousov (1939), M. V. Muratov (1946, 1948), N. S. Shatsky (1948), B. E. Khain and L. N. Leontiev (1950), K. N. Paffengolts (1959), I. O. Brod (1959) et al.

The transversal structures of Transcaucasia were discussed in the works by V. A. Gorin (1939, 1953), V. E. Khain, A. N. Shardanov (1952), G. P. Tamrazyan (1954, 1958, 1960, 1961), E. Sh. Shikhalibeili (1964), V. E. Khain and M. G. Lomidze (1962) etc.

The transversal zones of dislocations were established also in other regions of the U. S. S. R. They are visible along the northern margin of Donbass (Saveliev, 1953) in the Pre—Cambrian foundation of the southern slope of the Ukrainian prystalline shield and adjacent depression (Sollogub, 1959), in the Dnieper—Donetz basin (Pistrakh, 1962), in Central Asia (Suvorov, 1955; Borisov, 1962), Central Kazakhstan (Moiseenko, 1961), in the Sikhote—Alin (Tolok, 1959), in the Archean of the north—western area near the White Sea (Gorlov, 1960), the region near the Black Sea etc. (Chebanenko, 1963) et. al. Cross—folds have been also noted in foreign countries in Great Britain. (D. L. Reynolds and A. Holme, 1954, B. King and H. Rast, 1956; D. L. Lambert, 1959; D. Sitton, 1960), in Spain (L. U. de Sitter, 1960), in the South—East of France (Sarro—Reynold, 1960), within the western Jura (A. Kar, 1960), in the Western Alps (H. Ulyanoff, 1946), in the Rhine mountains (K. N. Thome, 1955), in the zone of Thüringia—Frankenwald (W. Schwan, 1956), in the Alps (G. Rast and D. I. Platt, 1957), in the Ostrov—Karvin district (M. Eliash and Ya. Zaman, 1950), in Bulgaria (E. Bonchel, 1958, 1963; Yu. Karagyuleva, 1961), in Turkey and Iran (E. Peregias, 1940; I. V. Shreder, 1944; N. P. Pinar and E. Lahn, 1955); in the New Zeland zone (K. A. Cotton, 1957), in the South Arizona (R. Latton, 1959) etc.

Generally cross—folds are widespread over the world, but they are not given due attention. We shall discuss in some detail cross dislocations of the Crimea—Caucasian province.

The singled out regional cross—meridional uplifts are distinctly seen in the relief, as for example the Stavropol uplift, the Daghestan wedge, the Crimean uplift etc. Often they bear also volcanos (Elbrus, Kazbek, Aragatz, Ararat, etc.). The Gagry and Kertch uplifts are distinguished by both their positive superficial relief and positive relief of their south continuation.

Drainage is also not indifferent to the regional cross—meridional uplifts. Thus, for example, the Kura river (Fig. 1) after each intersection of a meridional uplift sharply turns to the south below Tbilisi (After crossing the Kazbek—Ararat uplift), below Mingechaur (after crossing the Daghestan—Zangezur uplift) and below Ali—Bairamly (after crossing the Shemakha—Talysh uplift).

Sizable rivers of the Upper Caucasus northern slope tend to turn to the north on approaching large regional transverse—meridional uplifts, for instance, the Kuma near Vorontsovo—Alexandrovskoye, the Terek near Gudermes, and the Kuban near Armavir.

A comparison of the singled out regional transverse—meridional dislocations with the map of modern vertical movements shows interesting relations (Fig. 4).

As shown by the map, the singled out regional transverse—meridional dislocations are distinctly reflected in modern vertical movements. Areas of the most substantial intensive uplifts usually fall on the zones of regional transverse dislocations or on their continuations. At the same time on the continuation of the Crimean transverse uplift, in the Krivoi Rog—Kremenchug area, a zone

of the most considerable rates of modern vertical positive movements is situated; for in the north on the continuation of this zone in the Briansk—Vyazma—Smolensk area a local positive anomaly of modern vertical movements is located against the background of a vast area of modern descending motions. On the northern continuation of the Kerch regional transverse—meridional uplift areas of positive vertical modern movements are also located. On the continuation of the Gagry regional transverse—meridional uplift, near Rostov and Millerovo there are areas of high rate upheavals.

Thus, the zones of high rate crustal uplift tend to be attributed to the continuations of the singled out regional transverse—meridional earth crust dislocations. Through this conclusion is rather approximate, nevertheless it is quite remarkable.

Correlation of rates of modern vertical movements along the line of rerunning levelling in the Caucasus (for the Rostov—Gudermes profile) shows the following (Fig. 5).

The Rostov—Pavlovskaya area is characterized by a not so deep bedding of the crystalline Pre—Cambrian foundation (500 m near Rostov) and its subsidence to the south—east; here the rates of vertical modern movements are relatively high, showing a gradual decrease to the south. As this area of the profile is located along the regional transverse—meridional dislocation, it does not seem to be typical.

Leading off Pavlovskaya the profile turns to the south—east, crossing the regional traverse dislocations. In the Kropotkin—Novokubanskaya area the Gagry regional transverse—Meridional uplift stands out as a distinctive peak of high rates of modern vertical earth crust movements. In the Nevinomissk—Kursavka area the Stavropol—Elbrus regional cross—meridional uplift is shown distinctly by the high rates of earth crust movement. In the Georgiensk point area, somewhat to the east of Mozdok, the Kazbek—Ararat regional cross—meridional dislocation is seen slightly. The vertical movements in this area are negative, but the subsidence is somewhat slower than within the areas to the west or to the east of it.

As an interesting feature it should be noted that in the direction from Rostov to Armavir the levelling profile goes over a lowland area (an elevation of 0 to 200 m) and the Gagry regional transverse uplift stands out distinctly at the end of this area. At the same time to the east of Armavir the levelling profile rises up the Stavropol upland area and passes at elevations of 200 to 500 m right up to Prokhladnaya. Though near Armavir, however, the levelling profile passes over to an upland, the rates of modern vertical movements rather decrease than increase (except for the Nevinomissk—Kursavka area), as it should be expected, in the case when only orography is taken into account.

All in all the modern vertical movements in the North Caucasus probably do not reflect the modern orography (for the Stavropol upland area as a whole), but first of all they reflect the regional cross—meridional dislocation. This fact is quite remarkable.

Considerable irregularity in the distribution of seismic foci has been disclosed by the analysis of the seismic conditions in the Caucasus carried out by us. The distribution of the most intense earthquakes (with an intensity of $4\frac{1}{4} \leq M < 7\frac{1}{2}$) is shown in our Fig. 6. Transverse and longitudinal seismic active zones are shown. The most typical transverse zones tend to extend in the north—eastern direction—azimuth of about 50° . There are two such main north—east oriented lands and an insignificant one between them. The main north—western transverse zone extends in a broad band from the Akhalkalakh highland area to the Kazbek region and farther to North Daghestan.

The second main transverse seismic belt located somewhat to the south—east extends from the Zangezur—Karadag mountain ridge junction area to the Shemakha area.

One more very narrow, but also transverse zone is likely to be shown, extending from the junction area of the Shahdag and Mrovdag mountain ridges through the Mingechar water reservoir to the lower course of the Samur, right to the most deep—focused seismic centre of the whole Caucasus. The intersection areas of longitudinal and transverse zones are the most active ones with

respect to seismicity. About 70 to 80% of all the violent earthquakes in the Caucasus fall on these areas ($5\frac{1}{4} < M < 7\frac{1}{2}$).

The singled out transverse seismic active zones are in disagreement with the singled out regional transverse meridional dislocations covering the whole Caucasus. Partly this is likely to be bound up with the fact that the modern regional near—meridional zoning is related with the transverse zoning of a more common type covering not only the Caucasus, but also the neighbouring platforms and folding systems, while the transverse seismic zoning is first of all connected predominantly with the Caucasus, its deep—bedded structure, as well as its structural elements.

A zone of violent earthquakes with epicentres located to the south of the Crimean peninsula is linked to the Crimean cross—meridional uplift.

Earthquakes in the Sochi area, to the north—east of the town, and within the Adigey (Maikop) projection as a whole are connected with the Gagry transverse—meridional uplift.

Earthquakes in the Caucasian mineral water health resort area (Mineralnyi Vodi), within the boundaries of the West-Georgian seismic zone—mainly in the basins of the Rioni and the Inguri, are related with the Stavropol—Elbrus cross—meridional uplift.

With the Kazbek—Ararat transverse—meridional dislocation numerous earthquakes are related in the Kazbek area, in the Akhalkalakh upland, in the Leninakan area and farther to the south (the Karhighland, the Aladag and so on). From the east the Kazbek—Ararat transverse zone is adjoined by the Erevan—attached zone.

The earthquakes of Daghestan (the Makhachkala and other areas) and those occurring in the Zakatali—Nukha and Kirovabad areas, in the Karabakh Upland (Nagornayi Karabakh), in the Zangezur mountain ridge as well as to the south of the Karadag ridge and in the lake Urmiya area are related with the Daghestan—Zangezur cross—meridional upheaval.

The most violent earthquakes in the Shemakha area as well as those of the Kura and Araks confluence zone and of the Talish and Lenkoran areas are related with the Shemakha—Talish transverse—meridional dislocation. It should be noted that within the boundaries of the northern extension of this transverse zone the only known earthquake is located within the boundaries of the Crimean—Caucasian—Caspian region with the focus deep (150 m) under the earth crust (the Caspian earthquake to the east of Derbent).

Thus the seismic conditions of the Caucasus and the Transcaucasus disclose a relation with the cross—folding, stressing their role and the structure of the tectonically most tense areas of the earth interior, showing a deep—seated block structure.

The cross—folds of the Crimean—Caucasian province is distinctly reflected in the behaviour of the earth interior thermal field. Their influence is generally exerted in two directions. The first effect is a rather distinct temperature rise of the earth interior in the zones of the cross—meridional dislocation, the second one being the spreading of thermal mineral—water springs throughout the zones characterized by a north—eastern orientation and by deeply penetrating fractures of the same orientation.

The Crimean regional cross—meridional uplift is well notable for its high temperature. The thermal dome with a maximum temperature of 73°, shown in the area of the Novoselov structure, falls right on the axial or near—axial part of the Crimean transverse upheaval (Fig. 8).

The Kerch transverse upheaval as also notable for the earth interior high geothermal conditions.

The Gagry regional cross—meridional upheaval is also characterized by a distinct strengthening of its thermal field. In this extension limited by the Adigey projection, a distinct thermal dome is shown by the geoisotherms for depths of 2 to 3 kilometers. Here at a depth of 1 kilometer the temperature reaches 75° C; in the Maykop area the temperature at a depth of 3030 m (granite foundation surface) increases up to 134° C, and in the Velikaya area

(to the north—west of Belorechinsk) it already amounts to 153°C at a depth of 3670 m, where the foundation has been stripped.

The Stavropol—Elbrus regional meridional uplift is particularly notable for tense thermal conditions in the earth interior. Here high temperatures are shown everywhere (the Stavropol thermal maximum). At a depth of 1 kilometer the temperature maximum is generally located near Stavropol. With dipping into the earth interior the temperature maximum shifts to the east.

The Kazbek—Ararat regional cross—meridional uplift in the north is characterized by the fact that high thermal field zones of the Terek—Sunshet area as well as the Chernozemelye heat maximum are attributed to it.

The Daghestan—Zangezur regional transverse—meridional uplift is also characterized by high thermal values in a number of its areas: Makhachi-Kala, Izberbash, Selli on the north—eastern slope of the Upper Caucasus, as well as the Kirovabad area on the north—eastern slope and the Kelbadjar area in the central part of the Small Caucasus.

Thus, the regional cross—meridional dislocations of the Caucasus influence the distribution of thermal fields in the earth interior.

The distribution of mineral and thermal waters in the Caucasus is also influenced by the meridional and north—eastern dislocations. No doubt, the positive meridional dislocations are richer in mineral and particularly in warm and hot spring (Fig. 9). Such, for instance, are the Shemakha—Talış transversal dislocation zone as well as the zones of the Daghestan—Zangezur, the Kazbek—Ararat and of other regional transverse—meridional uplift. In addition, due to the existing trend of obscuring the differences between the positive and negative dislocations for a common dome uplift in the Upper and particularly in the Lower Caucasus, a great number of mineral water springs also appear within the boundaries of regional transversal negative dislocations, which are at the same time hydrogeologically very efficient regional artesian basins. Their unloading on the earth surface often takes place along the lines of dislocations with a break in discontinuity, and therefore there is a certain linearity in their distribution: the zone of the North—Caucasian Mineral Waters, the Lower Caucasian zones of carbonic acid waters and so on.

In addition, a worth—while fact is that many fractures of north—eastern orientation are good conductors and they are characterized by a number of mineral water springs. It should be noted that the existence of mineral water springs, specially thermal ones, in the areas of north—east oriented fractures is in many cases a good prospecting indication sign which has been successfully used in practice (Kashkai, 1939, 1952, 1955).

The Neogen—Anthropogenic eruptive shows, being attached to the areas of substantial uplifts, are attributed mainly to the transverse dislocation zones of submeridional orientation.

The intrusive activity is also related to the cross—folds, as for instance to the Stavropol—Elbrus or to the Daghestan—Zangezur uplifts, and then the Nukha—Zakatala area (in the Water dividing part of the Main Caucasian range), as well as within the boundaries of the central part of the Lower Caucasus and in the Shemakha—Talış transverse zone. The relation of Magmatic intrusions to the intersections of dislocations with transversal and longitudinal orientation is also a factor of influence, especially with respect to the intersection of disjunctive dislocations. The zones of transverse uplifts have become particularly apparent as concentration areas of Cenozoic volcanism from the Miocene from the beginning of intensive uplifts of the whole mountain area. They have become zones of concentration for areals of intensive volcanic processes not only of the Cenozoic, but often of the Yurassic period too along the eastern Chegem—Cherek system of bends.

The magmatic activity of the Pliocene—Anthropogen period was presumably timed to the regional transverse dislocations of meridional or submeridional orientation. The main splits, feeding the Pliocene—Anthropogen volcanism (eruption centres) are located in the regional cross—meridional dislocations of the Caucasus, which have been presented separately by us (M. A. Kashkai). This applies to the Upper Caucasus—the volcanic groups of the Kazbek and Elbrus

mountains, the Chegem—Baksan group, and the Mineralniye Vodi group of laccoliths, as well as to the Lower Caucasus (the Abul—Samsarskiy and Mokriyegori meridional Volcanic ranges, the Karabakh upland and so on).

The Elbrus—Stavropol and the Kazbek—Ararat cross—folds possibly converge to the south and diverge to the north, each having its specific characteristics.

The Kazbek—Ararat cross—folds located in the differes in its northern part (the Upper Caucasus) from the Elbrus—Stavropol dislocation in the west by a more basic composition of volcanic formations and by violent eruptions of lavas and outbursts of pyroclastic material even in the eastern part of the Elbrus area acid eruptions are followed by outflows of andesite and basalt—the volcano of Surkh.

The same picture is essentially shown within the boundaries of the southern branches of the noted cross—folds. However the difference is less distinctive here. This is due in the first place to the territorial convergence and in the second place to the longer duration of the Mesocenozoic volcanism in contrast to the Upper Caucasus; the Mesozoic—Paleogenic volcanism of the geosinclinal subsidence period is less sharply separated or in some places even almost not separated from the Neogen—Anthropogenic volcanism of the period of prevalent uplifts.

The eastern part of the Lower Caucasus volcanic area at the point of intersection with the Kazbek—Ararat cross—fold is notable for outbursts of pyroclastic material (Gegam and oth.) in the Pliocene (the Upper Pliocene) as well as earlier (the Miocene). The pyroclastic material is also observed in the Karabakh upland adjoining the above mentioned area from the east and belonging to the Daghestan—Zangezur zone of cross—folds to the east of it; the spread of pyroclastic material is also seen somewhat to the West in the direction of Aragats.

By these outburst of pyroclastic material the Kazbek—Ararat upheavai discloses some kind of its unity (both in the north within the boundaries of the Upper Caucasus and in the south within the boundaries of the Lower Caucasus). This is a characteristic feature of the Kasbek—Ararat cross—meridional dislocation.

The formation, morphology, vertical zoning and some other features of endogenic and exgenetic deposits depend to a certain extent on the geological and structural conditions of such regions. Not only the longitudinal dislocations but also the transversal ones play an important part in these phenomena, and especially in the natural regularities governing, the distribution of commercial minerals. The most characteristic in this respect are the intersection points of longitudinal and transversal fractures, representing slackened and at times disintegrated areas (ore points).

The main commercially useful minerals of the Caucasus (from the metallic to combustible ones) show important distribution features, which are presumably of special interest with respect to other regions too.

A large complex of geological processes is influenced by the cross—folds as a whole, including the distribution and changing of the tectonic plan, folding, volcanism, thermal conditions, intensity of tectonic movements, seismic activity as well as the distribution of numerous commercially useful minerals. In this respect the disclosed features have undoubtedly a wide spread and are likely to be also applied to other regions.

The contents of this paper is a striking illustration of the fact that still more attention should be payed to the thorough study of cross—folding and of the natural regulations governing the distribution of commercially useful minerals, the spatial location of which is very often related with the junction points of longitudinal and cross—folds dislocations.

ЛИТЕРАТУРА

Абих Г. В. Объяснение геологического разреза Северной покатости Кавказского кряжа от Эльбруса до Бештау (ЮЮЗ—ССВ). Кавказский календарь на 1853 г., Тифлис, 1852.

Абих Г. В. О появившемся на Каспийском море острове и материалы к познанию грязевых вулканов Каспийской области. Тр. Ин-та геол. АзФАН, том XII/63, 1939 (впервые опубликовано в 1863 г.)

Агабеков М. Г., Ахмедбейли Ф. С. Основные задачи в области исследования неотектонических процессов в Азербайджане. Изв. АН Азерб. ССР, № 4, 1958.

Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат, 1960.

Ализаде А. А. Майкопская свита Азербайджана и ее нефтеносность. Азнефтеиздат, 1945.

Альбов С. В., Ткачук В. Г. Формирование гидротерм Крыма и их использование. Тезисы докладов на 2-м совещании по геотермическим исслед. в СССР, 1964.

Афанасьев Г. Д. О некоторых вопросах петрографии в связи с металлогеническим обобщением. Изв. АН СССР, сер. геол. № 4, 1950.

Афанасьев Г. Д. Геология магматических комплексов Северного Кавказа и основные черты связанной с ними минерализации. Изд. АН СССР, 1958.

Балавадзе Б. К., Шенгелая Г. Ш. Основные черты структуры земной коры Большого Кавказа по гравиметрическим данным. ДАН СССР, том. 136, № 6, 1961.

Барабанов Л. Н. Термальные воды Малого Кавказа. Тр. лабор. гидрогеол. проб., том 37. Изд. АН СССР, 1961.

Безбородов Р. С., Брод И. О. и др. Геологическое строение и история геологического развития Восточного Предкавказья. Тр. компл. южн. геол. эксп., вып. I. Гостоптехиздат, 1958.

Белоусов В. В. Большой Кавказ, ч. III. Тр. ЦНИГРИ, вып. 126. Госгеолиздат, 1939.

Белоусов В. В. Некоторые общие вопросы тектоники области сопряжения Крыма и Кавказа (в связи с проблемой складчатости). Сб. «Проблемы тектонофизики». Госгеолтехиздат, 1960.

Белоусов В. В., Кириллова И. В., Сорский А. А. Краткий обзор сейсмичности Кавказа в сопоставлении с его тектоническим строением. Изв. АН СССР, серия геофиз., № 5, 1952.

Борисов О. М. О поперечном глубинном разломе Тянь-Шаня. Узб. геол. журн., № 2, 1962.

Брод И. О. О роли меридиональных волнообразных движений в строении Кавказа, Предкавказья и Закаспия. Уч. зап. Азерб. Госунивер. № 2, 1959.

Будзинский Ю. А. Роль кристаллических горных пород в формировании углекислых минеральных вод Северного Кавказа. Тр. лабор. гидрогеол. прб., том 48. Изд. АН СССР, 1962.

Варданыц Л. А. Сейсмоструктурная Кавказа. Тр. сейсм. инст., № 64, Изд. АН СССР, 1935.

Габриелян А. А. Тектоническое районирование Антикавказа (Малый Кавказ) и положение его в системе альпийского орогена юга СССР и сопредельных стран. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и географ., № 4, 1961.

Герасимов А. П. Кавказская складчатость и вулканизм. Природз, № 3—5, 1922.

Германюк М. М. Термальные воды западной части Крымского полуострова. Сов. геол. № 8, 1960.

Глушко В. В., Клироченко И. Ф., Попов В. С., Чирвинская М. В. Тектоника Украины. Сб. «Структура земной коры и деформация горных пород». Изд. АН Укр. ССР, 1960.

Горин В. А. Продуктивная толща Апшеронского полуострова. АзГОНТИ, 1939.

Горин В. А. Каспийская тектоническая впадина и грязевой вулканизм. Докл. АН Азерб. ССР, № 9, 1951.

Горин В. А. Каспийская впадина и глубинные разломы юго-восточного Кавказа. Докл. АН Азерб. ССР, № 12, 1953.

Горлов И. В. О поперечной складчатости архея северо-западного Беломорья. Тр. лабор. геол. докембрия АН СССР, вып. 11, 1960.

Григорьянц Б. В., Хаин В. Е. Наложная складчатость в геосинклинальных областях и некоторые условия ее образования. Геология и разведка, № 12, 1958.

Гуревич Б. Л. О поперечных деформациях в Причерноморской впадине. Нов. нефт. и газов. техн., № 5, 1961.

Донабедов А. Т., Сидоров В. А. О соотношениях между современными вертикальными движениями земной коры, геофизическими полями и геоструктурными элементами на территории Европейской части СССР. Сб. Современные движения земной коры, № 1, 1963.

Дубинский А. Я. Геотермический режим Предкавказья и соседних территорий. Тр. 1-го Всес. сов. по геотерм. иссл., т. 1, 1959.

Жуков М. М. Неотектонические поперечные преобразования Советских Карпат. Изв. АН СССР, сер. геол., № 7, 1961.

Зубер С. Р. К познанию Бакинского архипелага. Азерб. нефт. хоз. № 10—11, 1922.

Кашкай М. А. Геолого-петрографический очерк района Истису и геохимия источников. Изд. АзФАН СССР, 1939.

Кашкай М. А. Основные и ультраосновные породы Азербайджана. Изд. Ин-та геологии АН Азерб. ССР, 1947.

Кашкай М. А. Бадамлинские минеральные источники. Изв. АН Азерб. ССР, № 1, 1948.

Кашкай М. А. К вопросу формирования колчеданных месторождений северо-восточного склона Малого Кавказа. Изв. АН Азерб. ССР, № 10, 1951.

Кашкай М. А. Геолого-тектонические условия формирования минеральных вод Азербайджанской ССР. Тезисы доклад. научн. конф. центр. Инст. курорт., 1951.

Кашкай М. А. Минеральные источники Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, 1952.

Кашкай М. А. Новые данные по геологии центральной части Малого Кавказа. Докл. АН Азерб. ССР, № 7, 1952.

Кашкай М. А. Геология верховьев р. Тертер. Изд. Ин-та геол. АН Азерб. ССР, 1955.

Кашкай М. А., Тамразян Г. П. Об антикавказских дислокациях на Кавказе. Тр. совещ. по тектонике Альпийской геосинклинали области юга СССР (1954). Изд. АН Азерб. ССР, 1956.

Кашкай М. А., Тамразян Г. П. О поперечных дислокациях Кавказа. Докл. АН Азерб. ССР, № 5, 1959.

Кашкай М. А. Районирование Азербайджана по тепловому режиму. Тр. 1-го Всесоюз. сов. по геотерм. иссл., т. 2, 1961.

Кашкай М. А. О роли поперечных (антикавказских) структур в процессах магматизма, геотермии и рудообразования на примере Кавказа. Проблемы вулканологии. Изд. Ин-та вулканологии СО АН СССР, Петропавловск-Камчатский, 1964.

Кашкай М. А. Петрология и металлогения Дашкесана и районов других железорудных месторождений Азербайджана. Изд. «Недра», 1965.

Кириллова И. В., Люстих Е. Н., Растворова В. А., Сорский А. А., Хаин В. Е. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. Изд. МГУ, 1960.

Киссин И. Г. Восточно-Предкавказский артезианский бассейн. Изд. «Наука», 1964.

Киссин И. Г., Казинцев Е. А. О температурных условиях нефтегазонасыщенных районов Центрального и Восточного Предкавказья. Геол. нефти и газа, № 2, 1962.

Ковалевский С. А. Геологические черты линеймента 38-го меридиана в районе Черного моря. Докл. АН СССР, т. 130, № 6, 1960.

Котов В. С. Термальный режим подземных вод Кубанской нефтяной провинции. Тр. 1-го Всес. совещ. по геотерм. иссл., т. 2, 1961.

Котов В. С., Матвиенко В. Н. Геотермические условия и режим термальных вод Азово-Кубанского нефтегазонасыщенного бассейна. Тезисы на 2-м Совещ. по геотермич. иссл. в СССР, 1964.

Кузнецов И. Г. Тектоника, вулканизм и этапы формирования структуры Центрального Кавказа. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 131, № 52, 1951.

Лебедев Т. С., Соболяр Г. Т. Некоторые особенности тектоники Северо-восточного Приазовья по данным геофизических исследований. Геофизич. сб. инст. геофиз. АН Укр. ССР, вып. I (3), 1962.

Лотиев Б. К., Стерленко Ю. А. Основные тектонические элементы докембрийского фундамента Ставрополя. Сов. геол., № 7, 1963.

Макаренко Ф. А. Геотермическое изучение и районирование подземных вод Кавказа. Тр. 1-го Всес. сов. по геотерм. иссл., т. 2, 1961.

Масуренков Ю. П. Особенности эволюции кайнозойского вулканизма Эльбрусской области. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1957.

Масуренков Ю. П. Роль поперечных структур в локализации углекислых минеральных вод Кавказа. Тр. лабор. гидрогеол. пробл., т. 48. Изд. АН СССР, 1962.

Матцкова В. А. Уточненная карта скорости современных вертикальных движений земной коры на западе Европейской части СССР и некоторые соображения о периоде этих движений. Сб. «Современные движения земной коры», № 1, 1963.

Милановский Е. Е. О неогеновом и антропогеновом вулканизме Малого Кавказа. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 1956.

Милановский Е. Е. Новейший вулканизм и его место в структуре Альпийской геосинклинальной области юга СССР. Сов. геол., № 4, 1960.

Милановский Е. Е., Хаин В. Е. Геологическое строение Кавказа. Изд. МГУ, 1963.

Мирчинк М. Ф., Крылов Н. А., Летавин А. И., Маловицкий Я. П. Тектоника Предкавказья, 1963. Гостехиздат, 1963.

Моисеенко Ф. С. К вопросу о соотношении разновозрастных структур в Центральном Казахстане. Вестн. МГУ, № 24, 1961.

Муратов М. В. Основные структурные элементы альпийской геосинклинальной области юга СССР и некоторых сопредельных стран. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1946.

Муратов М. В. Очерк геологического строения Северного Кавказа. Тр. МГРИ, том 23. Госгеолиздат, 1948.

Неволин Н. В. Тектоника Прикаспийской впадины. Геол. нефти, № 9, 1958.

Несмеянов Д. В., Безбородов Р. С. О поперечном разломе в Южном Дагестане. Сб. «Геология и нефтегазоносность юга СССР (Кавказа)», вып. 9, Гостоптехиздат, 1963.

Овнатанов С. Т., Тамразян Г. П. О термических условиях антиклинальной зоны Сураханы-Зых-о. Песчаный (Апшеронский полуостров). Сов. геол., № 10, 1960.

Паффенгольц К. Н. Некоторые особенности геологического строения и тектоники Армении, причина землетрясений района г. Ереван. Пробл. сов. геол., № 3, 1937.

Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН Арм. ССР, 1959.

Пистрак Р. М. О роли поперечных движений в истории развития Днепровско-Донецкой впадины. Тр. Всес. научн. иссл. ин-та прир. газов., вып. 14/22, 1962.

Ренгартен В. П. Тектоническая характеристика складчатых областей Кавказа. Тр. III Всес. съезда геологов. Ташкент, 1930.

Рихтер В. Г. Поперечные складчатые системы в геосинклинальных областях. Сб. «Тезисы докл. совещ. по пробл. тем», 1962.

Розова Е. А. Глубинное строение земной коры Кавказа. Тр. сейсмич. Ин-та АН СССР, № 94, 1939.

Савельева А. А. О поперечной зональности складчатых областей. Геол. сб., № 2, 1953.

Самохин А. А. Структурные особенности массива Больших Балкан на Северном Кавказе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1957.

Соллогуб В. Б. Некоторые данные о блоковом строении Украинской ССР. Доклады АН Укр. ССР, № 3, 1959.

Соллогуб В. Б. Тектоническое районирование юга Украины и Кубани по геофизическим данным. Геофиз. сб. Инст. геофиз. АН Укр. ССР, вып. 1/3, 1962.

Соловьев В. Ф., Кулакова Л. С., Лебедев Л. И., Маев Е. Г. Основные черты рельефа и геологической структуры дна Среднего и Южного Каспия. Сб. материал. комплексной южной геол. экспед., вып. 7. Гостоптехиздат, 1962.

Ступаков В. П. Тектоника северных окраин Донецкого бассейна и прилегающих областей. Материалы по геологии газоносных районов СССР. Днепровско-Донецкая впадина. Тр. Всес. научн. иссл. ин-та прир. газов (ВНИИГАЗ), вып. 14/22, 1962.

Субботин С. И. Глубинное строение Северных Карпат и прилегающих территорий по данным геофизических исследований и перспективы поисков нефтеносных структур. Тр. научно-произв. сов. по пробл. нефтегазоносн. Укр. Изд. АН Укр. ССР, 1959.

Суворов А. Н. Некоторые признаки подземных разломов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1955.

Сухарев Г. М., Тарануха Ю. К., Власова С. П. Геотермические особенности нефтяных и газовых месторождений Кавказа. Сов. геол., № 12, 1962.

Тамразян Г. П. Землетрясения в Прикаспийском районе и упругие приливы. Изв. АН СССР, сер. геофизич., № 7, 1956.

Тамразян Г. П. К вопросу о некоторых особенностях расположения грязевых вулканов Восточного Азербайджана. Докл. АН СССР, том 118, № 4, 1958.

Тамразян Г. П. Бакинский глубинный вал. Докл. АН Азерб. ССР, № 12, 1959.

Тамразян Г. П. Об одной особенности распределения нефтегазовых месторождений Азерб. ССР и газовых месторождений РСФСР. Докл. АН СССР, том 124, № 6, 1959.

Тамразян Г. П. Структурная схема Апшеронского полуострова и прилегающих районов Каспийского моря. Докл. АН СССР, том 130, № 5, 1960.

Тамразян Г. П. Тектонические сочленения Кавказа и Закаспия. Докл. АН СССР, том 131, № 1, 1960.

Тамразян Г. П. Об одной важнейшей особенности строения Южно-Каспийской впадины. Докл. АН СССР, том 131, № 4, 1960.

Тамразян Г. П. О наличии глубинного разрыва на юго-восточном Кавказе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 8, 1960.

Тамразян Г. П. О несоответствии тектонического плана складчатости кайнозойских и мезозойских отложений восточных районов Апшеронского полуострова и перспективах нефтегазоносности мезозойских отложений в их пределах. Докл. АН СССР, том 136, № 6, 1961.

Тамразян Г. П. К тектонической характеристике нефтегазоносных областей Восточного Азербайджана с учетом численных показателей складчатости. Тр. Инст. геол. АН Азерб. ССР, т. 21, 1961.

Тамразян Г. П. О периодичности сейсмоактивности в течение последних полутора-двух тысяч лет (на примере Армении). Изв. АН СССР, сер. геофизич., № 1, 1962.

Тамразян Г. П. Пространственно-временная сопряженность деятельности вулканов, как один из признаков наличия глубинного разлома и некоторые вопросы ее периодичности. Геология и разведка, № 2, 1963.

Тамразян Г. П. Принципиальное различие теплового режима недр Европейской части и сопредельных областей Азиатской части СССР. Докл. АН СССР, т. 157, № 2, 1964.

Тамразян Г. П. Цикличность — отражение развития Земли. Природа, № 1, 1964.

Толок А. А. К вопросу формирования трещин, ориентированных поперек простирания складчатых структур. Сообщ. Дальневост. фил. Сибир. отд. АН СССР, вып. 10, 1959.

Хаин В. Е. Главнейшие черты геологического строения Кавказа. Соз. геол., № 39, 1949.

Хаин В. Е., Леонтьев Л. Н. Основные этапы тектонического развития Кавказа БМОИП, сер. геол. № 3, 4, 1950.

Хаин В. Е., Ломидзе М. Г. Поперечные конседиментационные разломы на границе Центрального и Западного Кавказа и распределение фаций мезозоя и кайнозоя. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1961.

Хаин В. Е., Муратов М. В. О поперечной ступенчатости и рельефе Северо-Западного Кавказа. Сб. матер. компл. мин. геол. экспед., вып. 7, Гостехиздат, 1962.

Хаин В. Е., Шарданов А. Н. Геологическая история Куринской впадины. Изд. АН Азерб. ССР, 1952.

Харчук Л. П. Поперечные структуры Северного Кавказа и их роль в контроле оруденения. Бюлл. научно-техн. информ., 1/6, 1957.

Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Изд. АН УССР, 1963.

Шарданов А. Н. Тектоническое строение северо-западного Кавказа. Труды Краснодар. фил. Всес. нефтегаз. науч. иссл. ин-та, вып. 3, 1960.

Шатский Н. С. О глубоких дислокациях, охватывающих и платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ). Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1948.

Шихалибейли Э. Ш. Особенности тектонического развития Восточной части Малого Кавказа. Изд. Ин-та геол. АН Азерб. ССР, 1964.

Vanerji A. K. On cross-folding and thrust tectonics from south of Tata-nagar, Singhbhum district, Bihar. Proc. 46 th Indian Sci. Congr. Assoc. (Delhi, 1959); Part 3. Calcutta, 1959.

Бончев Е. Върху един пояс на отседно разломяване разположен косо на Балканите. Изв. Геол. инст. Бълг. акад. наук, кн. 6, 1958.

Бончев Е. Нови идеи за тектониката на българските земи. «Списание Бълг. Акад. наук», 8, № 2, 1963.

Saïre Andre. Remarques sur la tectonique de couverture et les grands accidents transversaux du Jura Occidental. «Bul. Soc. histoire natur. Doubs». N 62, fasc. 1, 1960.

- Cotton C. A. An example of transcurrent-drift tectonics. *N. Z. J. Sci. and Technol.*, B. 38. N 9, 1957.
- Elias Mojmir, Zeman Jaroslav. Otazka pricneho vrasneni V. Ostravsko-Karvinskem reviru. «Vest. Ustred. ustavu geol.», 33, N 5, 1958.
- Карагюлева Ю. Зони на напречно понижаване и разкъсване в Предбалкана. Тр. геол. Бълг. сер. стратигр. и тект., кн. 3, 1961.
- Kashkai M. A. On the Alpine-type veins of the Caucasus. *Inst. «Lucas Mallada»*, C. S. I. C. (Espana, Madrid), Fasc. VII, 1960.
- King B. C., Rast N. «Proc. Geol. Assoc.», 61, 1956.
- Lambert J. L. M. Cross-folding in the Gramscatho Beds at Helford River, Cornwall. «*Geol. Mag.*», 96, N 6, 1959.
- Leonardi Piero. La dislocazione trasversale di Perarolo. Secondo contributo alla geologia della valle del Piave (Dolomiti orientali). *Ann. Univ. Ferrara*, Sez. 9, I, N 11, 1955.
- Lutton R. J. Transverse structures in southern Arizona. *Bull. Geol. Soc. America*, 70, N 12, Part 2, 1959.
- Oulianoff N. Le tremblements de terre du janvier 1946 dans ses rapports avec la structure des Alpes. *Ecl. Geol. Helv.* v. 39, No. 2, 1946.
- Parajas E. La tectonique transversale de la Turquie. *Publ. Inst. Geol. Univ. Istanbul*, nouv. ser., No. 8, 1940.
- Pinar Nuriye, Lahn Ervin. Nouvelles considerations sur la tectonique de l'Anatolie (Turquie, Asie Mineure). *Bull. Soc. geol. Franc* 5, N 1—3, 1955.
- Rast N., Platt J. I. Cross-folds. *Geol. Mag.*, vol. XCIV, N 2, 1957.
- Richter-Bernburg G. Die Granze Westalpen-Ostalpen im tectonischen Bilde Europas. *L. Dt. Geol. Ges. Bd.* 102, m. 2, 1951.
- Reynolds Doris L., Holmes Arthur. The superposition of caledonoid folds on older foldsystem in the dalradians of Malin Head, Co. Donegal. *Geol. Mag.*, 91, N 6, 1954.
- Roberts John L. Cross-folds. *Geol. Mag.* 96, N 5, 1959.
- Sarrot-Reynauld J. Le rôle des failles transverses dans la structure de la bordure est du massif du Vercors au Sud de Grenoble. «*Comptrend. Soc. Geol. France*», N 7, 1960.
- Schroeder I. W. Essai sur la structure de l'Iran. *Ed. Geol. Helv.* vol., 37, I, 1944.
- Schwan Werner. Die Frankenwälder Quersone. *Abhandl. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin. Kl. Math. und allgem. Naturwiss.*, N 4, 1954 (1956).
- Sitter L. U. de. Cross-folding in non-metamorphic of the cantabrian mountains and in the Pyrenees. «*Geol. en mijnbouw*», 39, N 5, 1960.
- Sutton John. Some cross-folds and related structures in Northern Scotland. «*Geol. en mijnbouw*», 39, N 5, 1960.
- Thome K. N. Die tektonische Prägung des Vennsattels und seiner Umgebung. «*Geol. Rund.*» Bd. 44, 1955.
-

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От редактора	5
Введение	6
Основные поперечные дислокации Крымско-Кавказского региона	8
Поперечные дислокации в других районах СССР и за рубежом	24
Региональные поперечные поднятия и их отражение в орогидрографии, современных вертикальных движениях и гравитационном поле	28
Сейсмические явления в поперечных дислокациях	33
Роль сопряженных поперечных и продольных структур в геотермическом режиме Крыма и Кавказа	36
Магматическая активность в поперечных структурах	47
Роль поперечных дислокаций в формировании месторождений полезных ископаемых	53
Заключение	58
Summary (in English)	61
Литература	70

Кашкай Мир-Али, Тамразян Г. Е.
ПОПЕРЕЧНЫЕ (АНТИКАВКАЗСКИЕ) ДИСЛОКАЦИИ
КРЫМСКО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА, ИХ РОЛЬ В МАГМАТИЗМЕ
И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Редактор член корр. АН СССР В. Е. Хаин

Ведущий редактор издательства Н. А. Сергеева Технический редактор В. В. Быкова

Корректор Е. К. Антонова

Подписано к набору 29/VIII 1966 г.	Подписано к печати 6/1 1967 г.			
Формат 60×90 ^{1/16}	Бум. № 3,2	Печ. л. 5	Уч.-изд. л. 5,3	
Т.-00807	Тираж 1000 экз.	Зак. № 672/9627—2	Цена 32 коп.	Индекс 3—4—1

Издательство «Недра». Москва К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Типография фабрики № 9 ГУГК

32 коп.

1307

НЕДРА 1967