

Н. В. ЛУКИНА

УДК 551.243.3(550.34.013)

## НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Вопросы новейшей тектоники Большого Кавказа волновали умы многих поколений геологов начиная еще с конца XIX в. Особенно большой вклад в эту проблему сделали выдающиеся советские исследователи В. П. Ренгартен, А. Л. Рейнгард, В. В. Белоусов, Л. А. Варданянц, К. П. Паффенгольц, М. В. Муратов, В. Е. Хаин, Е. Е. Милановский. В многочисленных трудах описаны особенности новейшей истории и вулканизма Кавказа [Хаин, 1950, 1975; Думитрашко, 1961; Милановский, 1963, 1964, 1970; Цагарели, 1964; Кавказ..., 1966; Милановский, Хаин, 1968; Милановский, Короновский, 1973; Шолпо, 1978; и др.], приведены карты суммарных амплитуд и вертикальных градиентов неотектонических движений [Милановский, Хаин, 1968; Ахмедбейли, Николаев, 1972; Будагов, 1973; Карта новейшей тектоники..., 1973; и др.], произведено неотектоническое районирование территории и рассмотрены вопросы взаимоотношения основных структурных направлений [Маруашвили, 1937; Хаин, 1950; Хаин и др., 1962; Шурыгин, 1962; Милановский, Хаин, 1963; Тектоническая карта Кавказа, 1974; и др.] с их кинематической характеристикой [Трифонов, 1972, 1977; Расцветаев, 1973; и др.]; разобран характер глубинного строения и его связь с неотектоникой и сейсмичностью [Белоусов и др., 1972; Кириллова и др., 1960; Растворова, 1961; Сорский, 1966; Авдулов, 1969; Трифонов, 1977; Шукин, 1973, 1977; и др.], отражено положение Большого Кавказа в альпийском поясе Евразии в целом с позиций мобилизма [Пейве, 1969; Книппер, 1975; Хаин, 1975; Адамия и др., 1976].

В настоящей статье сделана попытка рассмотреть некоторые особенности неотектонической структуры Большого Кавказа, полученные при комплексном анализе геологических, геоморфологических, геофизических, сейсмологических и других данных с привлечением результатов дешифрирования космических снимков.

Как и в других горных сооружениях, новейшая структура Большого Кавказа нашла свое выражение прежде всего:

в пространственном положении молодых разломов и контуров выходов пород разного возраста на дневную поверхность, в очертаниях областей прогибания и поднятия;

в особенностях рельефа — ориентировке хребтов, долин, морской береговой линии, характере изменения гипсометрии;

в конфигурации изолиний мощностей земной коры, базальтового и гранитного слоев, а также кристаллического фундамента.

Современная тектоническая активность обуславливает высокую сейсмичность территории, проявление грязевого вулканизма, выходы минеральных вод на дневную поверхность и т. п.

Поэтому автором для решения поставленной задачи были последовательно проанализированы геологическая и топографическая карты, космические снимки и результаты их дешифрирования, сведения о глубинном строении Кавказа, сейсмологические и другие данные. Остановимся на этом подробнее.

*Геологическое строение.* При анализе контуров выходов на поверхность древних палеозойских и мезозойско-палеогеновых толщ Большого Кавказа уже давно обращает на себя внимание угловато-ромбовидная структура этого горного сооружения, представляющего собой как бы пропеллер в плане. Основными структурными направлениями являются северо-западное и субширотное «кавказские» простирания.

Крупная субмеридиональная Казбек-Севанская флексура, пересекающая Большой Кавказ в самой узкой его части, делит его на две половины: западную и восточную.

Западный Кавказ в целом более приподнят, чем Восточный. Та его часть, где на поверхность выходят породы палеозойского возраста, получила название Центрального Кавказа [Милановский, Хаин, 1968]. Наиболее возвышенная его середина располагается в зоне Транскавказского поперечного субмеридионального поднятия, протягивающегося с Русской платформы через Ставропольское плато к Грузинской глыбе и далее на юг [Шатский, 1948; Кавказ..., 1966; Шолпо, 1978]. В пределах Западного Кавказа широко развиты нарушения флексурно-разрывного характера «антикавказского» северо-восточного простирания (Сочинское, Эльбруское, Казбек-Цхинвальское и др.) [Милановский, 1964]. Последнее проходит через район Казбека — наиболее узкую зону Большого Кавказа и, как будет показано ниже, служит границей между Западным и Восточным Кавказом в новейшее время.

Северо-западная часть Кавказа опущена по отношению к центральной по Пшехско-Адлерской субмеридиональной зоне глубинных разломов [Милановский, Хаин, 1963] и ступенчато погружается к северо-западу по флексурно-разрывным швам северо-восточной ориентировки (Анапскому, Геленджикскому, Индокопасско-Устьлабинскому и др.). На поверхности в этом направлении появляются выходы все более и более молодых толщ: сначала нижней юры, затем средней и верхней, нижнего мела, верхнего мела и палеогена и, наконец, неогена и квартера.

Восточный Кавказ представляет собой как бы вторую лопасть «пропеллера». Почти треугольной формы в плане, этот блок, ограниченный преимущественно разломами «кавказского», субширотного и северо-западного простираний, сложен юрскими, а на севере — меловыми и палеогеновыми отложениями большой мощности, так что фундамент в его пределах погружен на значительную глубину (до нескольких километров по Е. Е. Милановскому [Милановский, Хаин, 1968]). «Антикавказские» швы северо-восточного простирания играют в строении Восточного Кавказа значительно меньшую роль, чем в строении Западного.

Юго-восточная часть Кавказа опущена по отношению к Восточному по Самурскому разлому [Дикенштейн и др., 1975] и ступенчато погружается в юго-восточном направлении по глубинным швам северо-восточной ориентировки [Хаин, 1950; Шурыгин, 1962].

Таким образом, различие между Западным и Восточным Кавказом, помимо неодинакового гипсометрического положения палеозойского фундамента, сводится к различному характеру нарушенности «антикавказскими» северо-восточными швами: западная половина Кавказа нарушена сильнее, восточная — более монолитна. При этом обе половины Кавказа обладают существенными чертами сходства, заключающимися в стереотипной северо-западной зональности, общем для них антиклинорном асимметричном строении и ограничении с юго-запада зоной Главного надвига Большого Кавказа северо-западного простирания [Милановский, 1964; Шолпо, 1978].

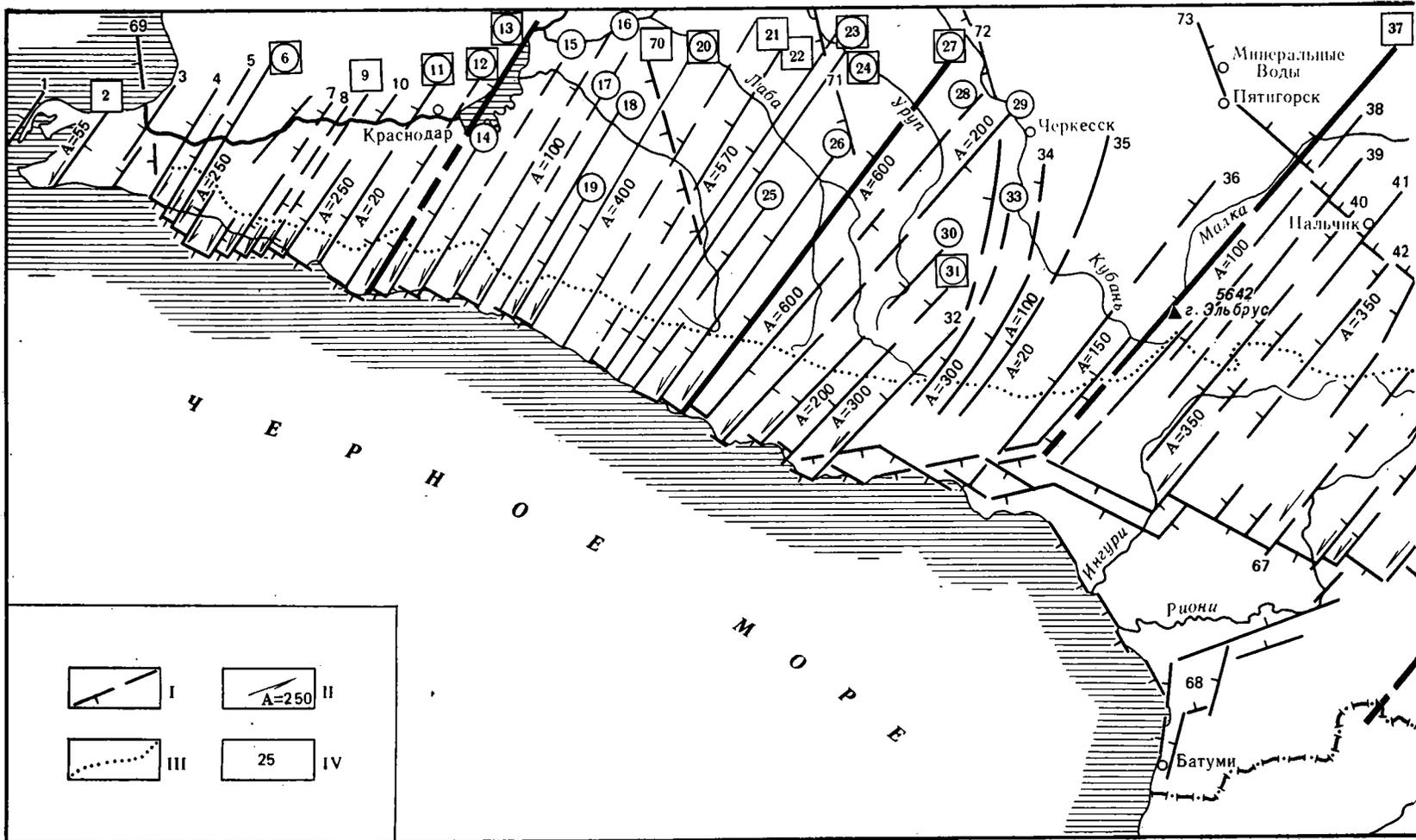
*Рельеф.* При структурном анализе рельефа Большого Кавказа, проведенном по обзорным среднемасштабным топографическим картам, автор прежде всего обращал внимание на выявление крупных ступеней, выраженных резкими изменениями гипсометрии. Такие ступени,

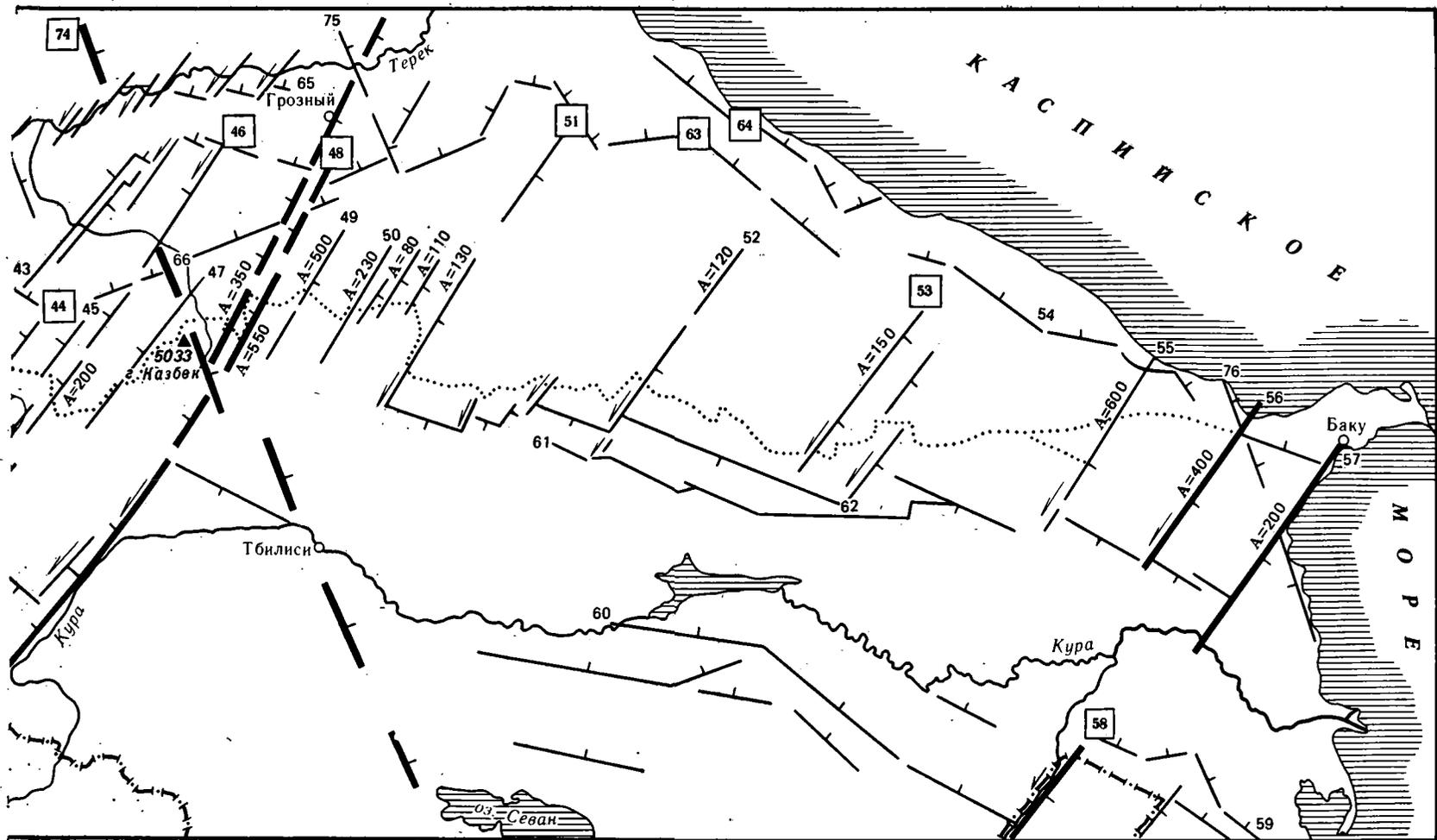
как правило, совпадают с зонами крупных разломов и флексур «кавказского» субширотного и северо-западного простираний, располагающихся на границе поднятий и прилегающих депрессий. Не будем останавливаться на них подробно, так как тектоническая природа их очевидна.

Рассмотрим более детально выявившиеся ступени рельефа «антикавказского» простирания, ориентированные преимущественно на северо-восток. По характеру их расположения и густоте проявились резкие различия между Западным и Восточным Кавказом (рис. 1). Граница между ними проходит по наиболее протяженной и максимальной по амплитуде (900 м) ступени, расположенной в 10 км к востоку от Казбека. По ней, судя по геоморфологическим данным, произошло значительное (не менее 65 км) сдвиговое перемещение влево. Эта ступень совпадает с Казбек-Цхинвальским тектоническим швом Е. Е. Милановского [Милановский, Хаин, 1968] или Цхинвали-Ахалцихской зоной левосдвиговых деформаций Л. М. Расцветаева [1973], позднее названной им и М. Л. Коппом [Копп, Расцветаев, 1976] также Казбек-Цхинвальской.

Рис. 1. Схема неотектонической структуры Большого Кавказа по геоморфологическим данным

I — ступени, выраженные в рельефе; толстые линии — ступени, совпадающие с трансорогенными линеаментами, дешифрируемыми на космическом снимке «Метеор»; II — относительная высота ступеней и предполагаемое направление смещения; III — осевая линия Большого Кавказского хребта; IV — номера ступеней на карте: в кружках — номера ступеней, отраженные в смещении уровней морских плейстоценовых террас Черноморского побережья [по А. Б. Островскому, 1968], в квадратах — номера ступеней, выявленных также по геологическим данным. 1 — Ильичевская; 2 — Выше-стеблиевская, впервые выделенная как поперечная флексура А. Н. Шардановым [Геология СССР, т. IX, 1968]; 3 — Темрюкская; 4 — Курчанская; 5 — Варениковская; 6 — Анапская, впервые выделенная как зона поперечного нарушения В. Е. Хаиним и др. [1962]; 7 — Гайдукская; 8 — Новороссийская; 9 — Шехсариская, впервые выделенная как зона поперечного нарушения В. Е. Хаиним и др. [1962]; 10 — Кабардинская; 11 — Геленджикская, впервые выделенная как поперечная флексура А. Н. Шардановым [Геология СССР, т. IX, 1968]; 12 — Афицкая, впервые выделенная там же; 13 — Индокопасско-Устьлабинская; 14 — Пшадская; 15 — Вуланская; 16 — Джубгинская; 17 — Тунчепсугская; 18 — Небугская; 19 — Агайская; 20 — Туапсинская, впервые выделенная как поперечная флексура А. Н. Шардановым [Геология СССР, т. IX, 1968]; 21 — Макопсинская; 22 — Солониковская и 23 — Марьинская, выделенные А. Б. Островским [1968] как флексурно-разрывные зоны; 24 — Головинская, впервые выделенная А. Н. Шардановым как Цидицкий разлом [Геология СССР, т. IX, 1968]; 25 — Варданинская; 26 — Курджипская; 27 — Сочинская; 28 — Хостинская; 29 — Адлерская; 30 — Леселидзева; 31 — Гагринская, выделенная А. Б. Островским и др. [1977]; 32 — Пицундинско-Зеленчукская; 33 — Архызская; 34 — Марухская; 35 — Кодорско-Домбайская; 37 — Эльбурская, выделенная Е. Е. Милановским [1964, 1968] как предполагаемый разлом; 38 — Ненскринская; 39 — Баксанская; 40 — Четская; 41 — Нальчикская; 42 — Черекхуламская; 43 — Черекбалкарская; 44 — Урухская, совпадающая с Мергело-Гурийской зоной концентрации левосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 45 — Кутаинская; 46 — Мамисонская, совпадающая с Аджаро-Рачинской зоной концентрации левосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 47 — Чиатурская; 48 — Казбек-Цхинвальская, выделенная Е. Е. Милановским [1968] как предполагаемый разлом в фундаменте и совпадающая с Цхинвали-Ахалцихской зоной концентрации левосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 49 — Махисмагалийская; 50 — Тебулосминская; 51 — Дагестанская; 52 — Дюльтытагская; 53 — Самурская, совпадающая с глубинным разломом, выделенным Г. Х. Дикенштейном и др. [1975]; 54 — Шахдагская; 55 — Дибарская; 56 — Гиджакинская; 57 — Бакинская; 58 — Сумгаит-Араксинская, выделенная как глубинный разлом В. Г. Трифоновым и др. [1973] и совпадающая с Пальмиро-Апшеронским линеamentом В. З. Сахатова [1973] и Нижнеараксинской зоной концентрации левосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 59 — Ленкоранская, совпадающая с Ленкораль-Астаринской зоной концентрации правосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 60 — Малокавказская, совпадающая с Самхето-Карабахской зоной концентрации правосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 61 — Алазанская; 62 — Южнокавказская; 63 — Восточно-Дагестанская, совпадающая с зоной концентрации правосдвиговых деформаций того же названия по Л. М. Расцветаеву [1973]; 64 — Каспийская, частично совпадающая с Сиазань-Бакинской зоной концентрации правосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973]; 65 — Терская; 66 — Орджоникидзева; 67 — Сухумо-Кутаинская; 68 — Гурийская; 69 — Таманская; 70 — Пшехско-Адлерская, выделенная как зона поперечных глубинных швов В. Е. Хаиним и Е. Е. Милановским [1963]; 71 — Кубанская; 72 — Западно-Ставропольская; 73 — Восточно-Ставропольская; 74 — Казбек-Севанская; 75 — Хасавюртская; 76 — Апшеронская





Западный Кавказ интенсивно раздроблен многочисленными узкими, вытянутыми линейно в северо-восточном направлении блоками. Вертикальная амплитуда разделяющих их ступеней составляет 100, 200, 300, максимум 400 м. Большинство из них имеет признаки левостороннего перемещения величиной 10—15 км. Многие ступени совпадают с поперечными флексуно-разрывными зонами «антикавказского» прогибания, выделенными по геологическим данным А. Н. Шардановым [Геология СССР, т. IX, 1968], В. Е. Хаиным и др. [1962], А. Б. Островским [1968], Е. Е. Милановским [Милановский, Хаин, 1968], Л. М. Расцветаевым [1973] и др. Таковы Вышестеблиевская, Анапская, Шехарисская, Геленджикская и другие ступени (их номера на схеме даны в квадрате). Другие зоны (Афипская, Индокопасско-Устьлабинская, Пшадская, Вуланская, Джубгинская, Тунчепсугская и т. д.) нашли отражение в деформациях уровней плейстоценовых морских террас Черноморского побережья Кавказа, выявленных А. Б. Островским и другими [Островский, 1968; Островский и др., 1977] (их номера на схеме даны в кружке).

Эти данные доказывают тектоническую обусловленность выявленных гипсометрических ступеней<sup>1</sup>.

По характеру деформированности уровней морских террас того или иного возраста можно судить о времени проявления движений подвижек по тем или иным тектоническим швам. Так, например, Анапская, Геленджикская и Гагринская ступени развивались до самого последнего времени, по ним деформирована даже раннеголоценовая новочерноморская терраса [Островский, 1968]. Другие ступени (Пшадская, Индокопасско-Устьлабинская, Туапсинская, Сочинская, Адлерская) «жили» вплоть до верхнего плейстоцена включительно, так как в их зоне деформированы ранне-, средне- и позднечетвертичные морские террасы [Островский и др., 1977]. Некоторые ступени, возможно, изменили знак своего движения на противоположный по сравнению с более ранними этапами. Таковы Хостинская и Адлерская ступени.

Восточный Кавказ нарушен значительно меньшим числом ступеней северо-восточной ориентировки. Их всего несколько. Это Дагестанская ступень с вертикальной амплитудой 130 м, отделяющая самую западную часть Восточного Кавказа, осложненную единичными ступенями с признаками левосдвиговых перемещений и вертикальной амплитудой от 80 до 500 м. Затем это Дюльтытагская ступень с вертикальной амплитудой 120 м и Самурская — с вертикальной амплитудой 150 м. Последняя отделяет слабо нарушенный поперечными дислокациями Восточной Кавказ от его Юго-Восточной перекинали, в пределах которой располагается несколько ступеней северо-восточной ориентировки: Шахдагская с вертикальной амплитудой 600 м и явными признаками левосдвигового перемещения, Дибрарская аналогичной морфологии, Гиджакинская и Бакинская с вертикальными амплитудами смещений соответственно 400 и 200 м. Не исключено, что Бакинская ступень является структурным продолжением Сумгаит-Араксинской ступени, выделенной В. Г. Трифоновым и др. [1973] как глубинный разлом и совпадающей с Пальмиро-Апшеронским линеamentом В. З. Сахатова [1973] и Нижнеараксинской зоной концентрации левосдвиговых деформаций по Л. М. Расцветаеву [1973].

Таким образом, западная половина Большого Кавказа оказывается интенсивно раздробленной, в то время как восточная более монолитна, осложнена лишь единичными ступенями северо-восточного простира-

<sup>1</sup> Следует отметить, что ступени рельефа были выделены автором независимо от других исследований и только потом сопоставлены с выявленными «антикавказскими» зонами тектонических нарушений и продольными профилями уровней морских плейстоценовых террас Черноморского побережья Кавказа.

ния. Их разделяет наиболее крупная Казбек-Цхинвальская гипсометрическая ступень, совпадающая с глубинным тектоническим швом.

Характерно, что описанные черты неотектонической структуры Большого Кавказа прекрасно отразились на космических снимках.

*Космическое изображение.* На разнообразных космических снимках Кавказа и отдельных его частей самыми разными исследователями дешифрируются прежде всего наиболее распространенные элементы «кавказского» северо-западного и субширотного простираний. Встречаются северо-восточные линеаменты, наиболее редки субмеридиональные [Трифонов и др., 1973; Макаров и др., 1974; Брусничкина, Гусев, 1974; Расцветаев, 1974; Ананьин, Трифонов, 1976; Скарятин, 1976; Сахатов, 1973; 1976; Копп, Расцветаев, 1976; Агамирзоев, Трифонов, 1973; Геологическое изучение Земли из космоса, 1978; и др.].

На космическом сканерном снимке Кавказа, сделанном 18-м автоматическим спутником серии «Метеор» 21 августа 1974 г. в 11.14—11.26 по московскому времени в спектральном диапазоне 0,6—0,7 мкм и опубликованном в статье В. И. Ананьина и В. Г. Трифонова [1976], автором настоящей работы среди многочисленных отдешифрованных линеаментов указанных простираний выделены наиболее протяженные, трансорогенные (на рис. 1 они показаны более жирными линиями). Оказалось, что эти линеаменты отражают тектонические дислокации, имеющие принципиальное значение для неотектонической структуры Большого Кавказа.

Это, во-первых, близкий к меридиональному Казбек-Севанский линеамент, не только разделяющий Большой Кавказ на две половины, но и являющийся границей областей с различными скоростями прогибания в мезо-кайнозой.

Это, во-вторых, серии линеаментов северо-восточного простирания. В пределах Западного Кавказа их несколько, в пределах Восточного — один. Центральный из них, отдешифрованный ранее Н. А. Брусничкиной и Н. А. Гусевым [1974] и названный ими Чорох-Куринско-Казбекским, совпадает с выделенной наиболее крупной гипсометрической ступенью в рельефе и с Казбек-Цхинвальским тектоническим швом Е. Е. Милановского [Милановский, Хаин, 1968], охарактеризованным Л. М. Расцветаевым как зона левосдвиговых деформаций того же названия [Расцветаев, 1973, 1974; Копп, Расцветаев, 1976]. В неотектонической структуре Большого Кавказа этот шов — фактически граница между Западным и Восточным Кавказом, различающимися, как будет показано ниже, по интенсивности кайнозойских деформаций и, по-видимому, по скоростям плиоцен-четвертичных движений.

Трансорогенные линеаменты северо-восточного простирания Западного Кавказа: Эльбрусский [Брусничкина, Гусев, 1974; Копп, Расцветаев, 1976], Сочинский и Индокопасско-Устьлабинский, выделенные автором, располагаются примерно на равных расстояниях друг от друга. Они совпадают с поперечными по отношению к Кавказу тектоническими швами, выраженными геоморфологически в виде ступеней с признаками левосдвиговых перемещений (см. рис. 1). Первый располагается вдоль западной границы наиболее приподнятой части Центрального Кавказа, второй — вдоль западных выходов палеозойских пород на дневную поверхность, третий — вдоль западной границы юрских толщ, лежащих среди поля меловых отложений. Таким образом, на космическом снимке в виде линеаментов отразились крупные флексуры и смещения кристаллического фундамента Западной части Большого Кавказа.

Линеамент северо-восточного простирания юго-восточной части Кавказа, получивший ранее название Пальмиро-Апшеронского [Геология СССР, 1972, т. XVII; Сахатов, 1973, 1976] и совпадающий в своей северо-восточной части с Сумгаит-Араксинским линеаментом [Трифо-

нов и др., 1973; Агамирзоев, Трифонов, 1973] и Нижнеараксинской зоной концентрации левосдвиговых деформаций, по Расцветаеву [1973, 1974], отражает, по-видимому, также крупную ступень кристаллического фундамента, выраженную в верхних структурных этажах флексурой, по которой происходит резкое погружение меловых отложений под палеоген-неогеновые толщи. Геоморфологически она представлена 200-метровой ступенью рельефа.

Таким образом, на космическом изображении Кавказа, так же как и на геологической и топографической картах, нашла отражение раздробленность западной половины Большого Кавказа и значительно большая монолитность, цельность восточной его части.

*Глубинная структура.* Геофизические данные подтверждают вывод о том, что крупные трансорогенные линеаменты Большого Кавказа являются отражением на космическом снимке тектонических элементов, имеющих принципиальное значение для его неотектонической структуры.

Действительно, при сопоставлении схемы дешифрирования космического снимка со схемой глубины залегания поверхности палеозойского основания, по Б. К. Балавадзе и Г. Ш. Шенгелая [А. А. Борисов, 1967, с. 143], выясняется, что трансорогенные линеаменты на ряде участков совпадают с линиями изоглубин поверхности фундамента и в некоторых случаях подчеркнуты их конфигурацией.

Анализ структурных карт поверхности Мохоровичича и других геофизических данных [Милановский, Хаин, 1968; Сорский, 1966; А. А. Борисов, 1967; Милановский, Хаин, 1968; Авдуллов, 1969; Беляевский, 1974; и др.] и сопоставление этих данных с пространственным положением трансорогенных линеаментов Большого Кавказа показывают, что последние являются, по-видимому, границами раздела и более глубоких слоев земной коры. Так, Казбек-Цхинвальский линеамент северо-восточного простирания разделяет области с толщиной земной коры 55 и 60 км [Шолпо, 1978, с. 122]. Он же служит границей областей с мощностью «базальтового» слоя 30—35 км на западе и 15—20 км на востоке, а также границей областей с мощностью «гранитного» слоя 10—15 км на западе и 15—25 км на востоке [Резанов, 1974]. На гравиметрической карте Кавказа Е. Н. Люстих [А. А. Борисов, 1967] показывает торцовое сочленение всех контуров друг с другом по этой линии.

Эльбрусский и Сумгаит-Араксинский линеаменты хорошо выражены в очертаниях контуров остаточных (или локальных) изостатических аномалий и модулей их горизонтальных градиентов [Артемьев, Балавадзе, 1973]. Сочинский и Индокопасско-Устьлабинский линеаменты отражены в замыкании изобат поверхности Мохоровичича на 40 и 35 км [Милановский, Хаин, 1968] и в замыкании изолиний «гранитного» слоя 15 и 10 км [Резанов, 1974], а также в конфигурации изолиний остаточных изостатических аномалий [Артемьев, Балавадзе, 1973].

Таким образом, оказалось, что трансорогенные линеаменты Кавказа являются отражением на космических снимках границ крупных блоков литосферы, определяющих его неотектоническую структуру.

*Сейсмичность.* Глубинность описанных границ, выраженных на космическом снимке трансорогенными линеаменами, подтверждается также пространственными закономерностями проявлений сейсмичности на Кавказе. Карты эпицентров, землетрясений, их плотностей, по И. В. Кирилловой и А. А. Сорскому [Кириллова и др., 1960], значений максимально возможных магнитуд, по Б. А. Борисову и Г. И. Рейснеру [Борисов и др., 1975], а также плотностей глубинных сейсмодислокаций, по Ю. К. Шукину [1973, 1977], свидетельствуют о том, что в Кавказском регионе выделяется весьма активный в отношении сей-

смичности Восточный Кавказ и значительно менее активный Западный. Напомним, что первый из них относительно монолитен, второй — интенсивно раздроблен.

Границей между ними служит уже описанный Казбек-Цхинвальский тектонический шов, выраженный одноименным линеamentом. Районы максимальных плотностей эпицентров землетрясений, их максимально возможных амплитуд и высоких плотностей глубинных сейсмодислокаций располагаются непосредственно к востоку от него: один — у южного склона Большого Кавказа, второй — в районе Ахаликалакского нагорья Малого Кавказа.

Зоны поперечных северо-восточных дислокаций Восточного Кавказа (Дагестанская, Самурская, Сумгаит-Араксинская) совпадают с областями незначительных плотностей глубинных сейсмодислокаций (по Ю. К. Шукину) и четко разделяют блоки с повышенной плотностью эпицентров землетрясений [Милановский, Хаин, 1968; Агамирзоев, Трифонов, 1973].

В более спокойном в сейсмическом отношении Западном Кавказе Ю. К. Шукиным [1973, 1977] выделяется несколько локальных зон более высокой сейсмичности, вытянутых в северо-восточном направлении: один — между Казбек-Цхинвальским и Эльбрусским линеamentами, два — между Эльбрусским и Сочинским и один — к западу от Индокопасско-Устьлабинского линеamenta.

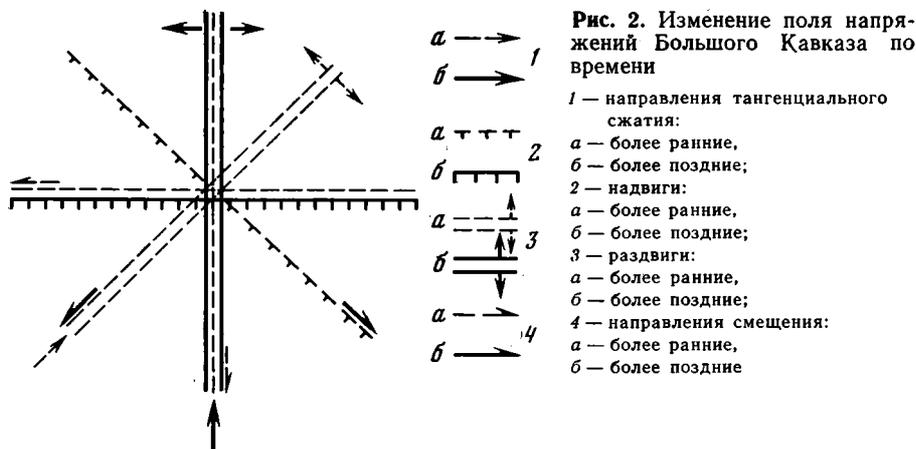
Отсутствие прямого совпадения в плане отдешифрированных линеamentов с зонами повышенной плотности глубинных сейсмодислокаций отмечалось В. И. Макаровым и др. [1974б], а также В. Г. Трифоновым [1977]. По нашему мнению, это связано с тем, что сейсмогенные разломы на глубинах от 5 до 20 км, которым, по данным Ю. К. Шукина [1973, 1977], соответствуют зоны высоких плотностей глубинных сейсмодислокаций, возникают в наиболее монолитных блоках литосферы, где напряжения горных пород могут достичь критических величин. Разломы «вспарывают» земную кору снизу, являясь до поры до времени скрытыми [Макаров, Шукин, 1979].

Именно этим можно объяснить высокую повсеместную сейсмическую активность более монолитного блока Восточного Кавказа и малую, развитую локально, интенсивно раздробленного «живыми» швами Западного Кавказа. Причем блоки с высокой сейсмичностью (с большими плотностями глубинных сейсмодислокаций) разделены глубокими тектоническими нарушениями северо-восточной (иногда субмеридиональной) ориентировки, которые нашли отражение на мелкомасштабном космическом снимке в виде трансорогенных линеamentов. Они же выделены П. Н. Николаевым [1979] на схеме разрывных нарушений Большого Кавказа как структуры первого ранга. Последние при землетрясениях играют, по-видимому, экранирующую роль, разделяя, возможно, разнородные по строению блоки, характеризующиеся, по данным Л. М. Расцветаева [1974], разной концентрацией и рисунком «космических» линеamentов.

Объяснение асейсмичности тектонических швов северо-восточной и субмеридиональной ориентировки, по-видимому, следует искать не только в их современной тектонической подвижности, но и прежде всего в их кинематической характеристике.

*Кинематическая схема.* Характер смещения по альпийским разрывам Кавказа дан в работе Л. М. Расцветаева [1973]. Разрывы субширотного простирания охарактеризованы им как надвиги, северо-западного простирания — как правые сдвиги, северо-восточного — как левые сдвиги, а субмеридиональные разрывы — как раздвиги.

Верхнеплейстоцен-голоценовые разрывные нарушения описаны В. Г. Трифоновым [1972, 1977, 1980]. По его данным, молодые правые



сдвиги имеют азимут простирания  $315\text{--}330^\circ$ ; левые сдвиги — около  $45^\circ$ , надвиги и взбросы —  $270\text{--}280^\circ$ , а раздвиги —  $0\text{--}10^\circ$ .

Эти данные заставляют указанных выше авторов, а также ряд других исследователей прийти к совершенно правильному выводу о существовании на Кавказе в новейшее время поля субмеридионального тангенциального сжатия.

Однако тщательный анализ структурного рисунка тектонических элементов Большого Кавказа, проведенный автором по геологическим картам, показал, что картина здесь, видимо, значительно сложнее. Субширотные надвиги, как правило, имеют левосдвиговую составляющую, а субмеридиональные раздвиги — правосдвиговую. Правосторонние сдвиги Большого Кавказа северо-западного простирания характеризуются не только сдвиговым характером перемещения, но и надвигом, а северо-восточные левосторонние сдвиги представляют собой флексуры, ступени, сбросы, т. е. носят черты явного растяжения.

Эти данные позволяют высказать предположение о том, что ориентировка поля напряжений для Большого Кавказа, по-видимому, претерпела изменение во времени (рис. 2). Сначала Кавказ, видимо, испытывал давление с юго-запада и сжатие было ориентировано в северо-восточном направлении. В этих условиях формировались надвиги северо-западного и раздвиги северо-восточного простирания; субширотные разрывы представляли собой левосторонние сдвиги, а субмеридиональные разрывы — правосторонние. Затем (точно когда, сейчас сказать пока еще не представляется возможным) произошла смена северо-восточного тангенциального сжатия на субмеридиональное. Северо-западные надвиги приобрели правосдвиговую составляющую, северо-восточные раздвиги — левосдвиговую. Субширотные левосторонние сдвиги трансформировались в надвиги, а субмеридиональные правосторонние сдвиги превратились в зоны растяжения.

Разгадку смены ориентировки поля напряжений для Большого Кавказа нужно искать в истории движения Аравийской плиты, возможно, ее поворота, а также в раздвижении Красного моря и заложении Левантийской системы разломов.

Двойной характер перемещений по описанным выше разрывным нарушениям четырех простираний при их пересечении создает сложную, но в то же время закономерную картину интерференции новейших геологических структур Большого Кавказа. Это положение совершенно необходимо учитывать в практике геолого-разведочных работ при поиске полезных ископаемых, а также при прогнозе сейсмической опасности.

В этих условиях становится понятной приуроченность районов высокой сейсмической активности к тектоническим разрывам северо-западной и субширотной ориентировки, представляющим собой структуры надвигания на более раннем и более позднем этапах новейшего развития Кавказа. Напротив, северо-восточные и субширотные тектонические нарушения представляют собой зоны растяжения<sup>2</sup> и служат экранами для землетрясений.

**Выводы.** Подведем некоторые итоги. Структура Большого Кавказа в новейшее время состоит из более приподнятого и интенсивно раздробленного тектоническими швами северо-восточной ориентировки менее активного в сейсмическом отношении Западного Кавказа и менее приподнятого более монолитного, осложненного лишь единичными зонами поперечных дислокаций «антикавказского» простираения высокосейсмичного Восточного Кавказа. Границей между ними служит Казбек-Цхинвальский глубинный тектонический шов, геоморфологически выраженный крупной ступенью с признаками значительных левосдвиговых перемещений. Он же является границей областей с различными суммарными амплитудами неотектонических движений.

По данным Л. П. Полкановой [Карта новейшей тектоники..., 1973], в новейшее время (с олигоцена) Западный Кавказ претерпел поднятие более чем на 7000 м, Восточный — на 6000. Начиная с верхнего сармата суммарная амплитуда поднятия Западного Кавказа, по данным Е. Е. Милановского [Милановский, Хаин, 1968], составила 5000 м, Восточного Кавказа — 4000 м. В то же время в позднем плиоцене и плейстоцене скорости воздымания Восточного Кавказа, по-видимому, определили скорости поднятия Западного. Об этом свидетельствуют большая деформированность поверхностей выравнивания Восточного Кавказа, наличие там зон молодой складчатости и в 2—2,5 раза большая высота морских раннеплейстоценовых (позднебакинских) террас Каспийского побережья по сравнению с высотой одновозрастных (позднечаудинских) морских террас Черноморского побережья Большого Кавказа [Федоров, 1978].

#### ЛИТЕРАТУРА

- Авдулов М. В. Строение земной коры Кавказа и Крыма по результатам геофизических исследований. — Геотектоника, 1969, № 2.
- Агамирзоев Р. А. Сейсмотектоника Азербайджанской части Большого Кавказа: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Баку, 1979.
- Агамирзоев Р. А., Трифонов В. Г. Молодые тектонические нарушения и сейсмичность Юго-Восточного Кавказа. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1973, № 8.
- Адамия Ш. А., Буадзе В. И., Шавашвили И. Д. Большой Кавказ — геодинамическая модель. — В кн.: Тез. докл. совещ. «Геодинамика и полезные ископаемые». М., 1976.
- Ананьин В. И., Трифонов В. Г. Сопоставление сейсмичности с элементами дешифрирования космических изображений. Исследование природной среды космическими средствами. — Геология и геоморфология, 1976, т. 5.
- Артёмьев М. Е., Балавадзе Б. К. Изостазия Кавказа. — Геотектоника, 1973, № 6.
- Ахмедбейли Ф. С., Николаев Н. И. Неотектоническая карта Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1972.
- Белоусов В. В., Кириллова И. В., Сорский А. А. Краткий очерк сейсмичности Кавказа в сопоставлении с его тектоническим строением. — Изв. АН СССР. Геофизика и география, 1952, № 5.
- Беляевский А. А. Земная кора в пределах территории СССР. М.: Недра, 1974.
- Борисов А. А. Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. М.: Недра, 1967.
- Борисов Б. А., Рейснер Г. И., Шолто В. Н. Выделение сейсмоопасных зон в Альпийской складчатой области (по геологическим данным). М.: Наука, 1975.
- Брусничкина Н. А., Гусев Н. А. Возможности изучения глубинного строения Западной Грузии по данным дешифрирования космических снимков: Исследование природной среды космическими средствами. — Геология и геоморфология, 1974, т. III.

<sup>2</sup> О зонах растяжения северо-восточной ориентировки писал Е. Е. Милановский [Милановский, Хаин, 1968].

- Будагов Б. А.* Геоморфология и новейшая тектоника юго-восточного Кавказа. Баку: Элм, 1973.
- Геологическое изучение Земли из космоса. М.: Наука, 1978.
- Геология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. М.: Недра, 1968.
- Геология СССР. Т. XV. Азербайджанская ССР. М.: Недра, 1972.
- Дикенштейн Г. Х., Кравченко К. Н., Муратов М. В.* Тектоническая карта Юга СССР. М.: ГУГК, 1975.
- Думитрашко Н. В.* Новейшая тектоника Кавказа.— В кн.: Материалы совещ. изуч. четвертич. периода. М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. II.
- Думитрашко Н. В., Милановский Е. Е., Хаин В. Е.* Новейшая тектоника Кавказа.— В кн.: Неотектоника СССР. Рига: Изд-во АН ЛатвССР, 1961.
- Кавказ: Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука, 1966.
- Карта новейшей тектоники Юга СССР. М.: ГУГК, 1973.
- Кириллова И. В., Люстих Е. Н., Растворова В. А., Сорский А. А., Хаин В. Е.* Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Книппер А. Л.* Океаническая кора в структуре альпийской складчатой области (юг Европы, западная часть Азии и Куба). М.: Наука, 1975.
- Копп М. Л., Расцветаев Л. М.* О линейментах, выявленных по космическим снимкам восточной части альпийского пояса.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11.
- Макаров И. И.* и др. Глубинная структура земной коры на космических изображениях. Исследование природной среды космическими средствами.— В кн.: Геология и геоморфология. М., 1974а, т. II.
- Макаров В. И., Трифонов В. Г., Шукин Ю. К.* Отражение глубинной структуры складчатых областей на космических снимках.— Геотектоника, 1974б, № 3.
- Макаров В. И., Шукин Ю. К.* Активные скрытые разломы литосферы.— Геотектоника, 1979, № 1.
- Маруашвили Л. И.* Структура и рельеф Большого Кавказа.— Природа, 1937, № 4.
- Милановский Е. Е.* Современная структура Кавказа и прилегающих глубоководных впадин как отражение стадий эволюции земной коры в Альпийском геосинклинальном поясе.— Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1963, № 1.
- Милановский Е. Е.* Основные вопросы новейшей тектоники Кавказской области.— В кн.: Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность: Материалы II Всесоюз. тектон. совещ. в Душанбе. М.: Наука, 1964.
- Милановский Е. Е.* Неотектоническая (позднеорогенная) стадия развития альпийского пояса Юго-Западной Евразии и главные типы ее структуры. Новейшие тектонические движения и структуры альпийского геосинклинального пояса Юго-Западной Евразии. Баку, 1970.
- Милановский Е. Е., Короновский Н. В.* Орогенный вулканизм и тектоника альпийского пояса Евразии. М.: Недра, 1973.
- Милановский Е. Е., Хаин В. Е.* Геологическое строение Кавказа. М.: Изд-во МГУ, 1963.
- Милановский Е. Е., Хаин В. Е.* Основные черты тектонического развития альпийского Средиземноморско-Индонезийского пояса.— В кн.: Орогенические пояса. М.: Наука, 1968.
- Муратов В. М.* Неотектоника и рельеф Северо-Западного Кавказа: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 1964.
- Николаев П. Н.* Контрастность тектонических движений и их значений как геологического критерия сейсмичности.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1979, № 4.
- Островский А. Б.* Стратиграфия, неотектоника и геологическая история плейстоцена Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа (между г. Аһапой и устьем р. Шахе): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Новочеркасск, 1968.
- Островский А. Б., Измайлов Я. А., Щеглов А. П., Арсланов Х. А., Тыртычный Н. И., Гей Н. А., Пиотровская Т. Ю., Муратов В. М., Шелинский В. Е., Балабанов И. П., Скиба С. И.* Новые данные о стратиграфии и геохронологии плейстоценовых морских террас Черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманской области: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977.
- Пейве А. В.* Океаническая кора геологического прошлого.— Геотектоника, 1969, № 4.
- Растворова В. А.* Новейшая тектоника Большого Кавказа в связи с его сейсмичностью.— В кн.: Неотектоника СССР. Рига: Изд-во АН ЛатвССР, 1961.
- Расцветаев Л. М.* Некоторые особенности позднеальпийской структуры орогенических областей Юга СССР и тектонические напряжения новейшего времени.— В кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1973, сб. 5.
- Расцветаев Л. М.* О геологической природе линейментов, выявляемых на космических изображениях Земли (на примере Кавказа).— Изв. вузов. Геология и разведка, 1974, № 12.
- Резанов И. А.* Земная кора. М.: Наука, 1974.
- Сахатов В. З.* Результаты геологического дешифрирования космических снимков юго-восточной части Кавказа.— В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М., 1973, т. I.
- Сахатов В. З.* Особенности структуры Кавказско-Таврского региона по данным дешифрирования космических снимков.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11.

- Скарятин В. Д.* Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении геологических структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа).— В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М., 1976, т. V.
- Сорский А. А.* Основные черты строения и развития Кавказа в связи с его глубинной структурой: Глубинное строение Кавказа. М.: Наука, 1966.
- Тектоника нефтегазоносных областей Юга СССР. М.: Недра, 1973.
- Тектоническая карта Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1974.
- Трифонов В. Г.* Соотношение разрывных и складчатых элементов в новейшей структуре Юга СССР.— В кн.: Внутренняя геодинамика. Л.: ВСЕГЕИ, 1972, вып. 2.
- Трифонов В. Г.* Молодые тектонические нарушения Копетдага и Юго-Восточного Кавказа и их значение для сейсмического районирования.— В кн.: Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: Изд-во МГУ, 1977.
- Трифонов В. Г.* Тектоника активных областей земной коры в позднем плейстоцене и голоцене: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. М., 1980.
- Трифонов В. Г.* и др. Вопросы методики геологического дешифрирования космических изображений Земли.— В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология. М., 1973, т. I.
- Федоров П. В.* Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978.
- Хаин В. Е.* Геотектоническое развитие Юго-Восточного Кавказа. Баку: Азнефтеиздат, 1950.
- Хаин В. Е.* Основные этапы тектономагматического развития Кавказа: Опыт геодинамической интерпретации.— Геотектоника, 1975, № 1.
- Хаин В. Е., Афанасьев С. Л., Борукаев Ч. Б., Ломизе М. Г.* Основные черты структурно-фацальной зональности и тектонической истории Северо-Западного Кавказа (в связи с перспективами нефтегазоносности).— В кн.: Геология Центрального и Западного Кавказа. М.: Гостоптехиздат, 1962, т. III.
- Цагарели А. Л.* Четвертичная тектоника Грузии.— В кн.: XII сессия МГК. Докл. сов. геологов. М.: Недра, 1964.
- Шатский Н. С.* О глубинных дислокациях, охватывающих платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ).— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5.
- Шолто В. Н.* Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра, 1978.
- Шурыгин А. М.* Условия формирования структур Юго-Восточного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
- Шукин Ю. К.* Глубинные сейсмогенные разломы земной коры.— В кн.: Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации. М.: ВНИИГеофизика, 1973.
- Шукин Ю. К.* Сейсмогенные структуры и фокальные зоны альпийского пояса, их связь с геофизическими полями и разломами: Разломы земной коры. М.: Наука, 1977.