

6. *Карпетян К. И.* Андезит-базальты и андезиты Айоцдзора.—В кн.: Геология Армянской ССР, т. 4. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1970, с. 545—559.
7. *Кокс К. Г., Белл Дж. Д., Панкхерст Р. Дж.* Интерпретация изверженных горных пород. М.: Недра, 1982
8. *Комаров А. Г.* Интенсивность естественной намагниченности изверженных пород как функция скорости охлаждения магматического расплава.—В кн.: Магнетизм горных пород и палеомагнетизм. Мат. V Всесоюзн. конф. по палеомагнетизму (10—17 июня 1962 г. Красноярск). 1963, с. 195—211.
9. *Кошкина Т. М.* Об аномально высокой остаточной намагниченности габбровых пород Тагильского габбро-сиенитового массива на Среднем Урале.—В кн.: Магнетизм горных пород и палеомагнетизм. М., 1969, с. 193—194.
10. *Остроумова А. С., Станкевич Е. К., Центер И. Я.* Андезит-дацитовая формация в средней части Зангезурского хребта (Малый Кавказ) и связанные с нею субвулканические образования.—В кн.: Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (Карпаты, Крым Кавказ). Новосибирск: Изд-во Наука, Сибирское отделение. 1973, с. 71—82.
11. *Печерский Д. М., Багин В. И., Бродская С. Ю., Шаронова З. В.* Магнетизм и условия образования изверженных горных пород. М.: Наука, 1975, 288 с.
12. *Глевасская А. М.* Генетическое значение различий ферритмагнитных минералов и намагниченности вулканогенных пород Закарпатья.—В кн.: Постоянное магнитное поле Земли, палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Киев: Изд. Наукова думка 1973, с. 103—105.
13. *Свяжина И. А.* Влияние степени окристаллизованности маггемита на магнитные свойства каменных бобовых бокситов.—В кн.: Мат. IX конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Ч. 2, Баку, 1973, с. 200—201.
14. Состав, физические свойства и вопросы петрогенезиса новейших вулканических образований Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1980. 322 с.
15. *Григорьев Д. П., Жабин А. Г.* Онтогенез минералов. Индивиды. М.: Наука, 1975. 339 с.
16. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Под ред. Дортман Н. Б., Изд. Недра, 1984. 455 с.
17. *Центер И. Я., Капралова К. П., Кузнецова Н. В.* Об изменении состава и свойств магнетита в эффузивную стадию кристаллизации андезитового расплава.—В кн.: Минералы и парагенезисы минералов магматических горных пород. Наука, Ленинградское отделение. 1974, с. 42—50.
18. *Шафрановский И. И.* Внешняя симметрия реальных кристаллов и симметрия питающей среды.—ЗВМО, 1954, ч. XXXII, № 3, с. 198—211.
19. *Ширинян К. Г.* Андезит-базальты и андезиты Арагацского вулканического нагорья.—В кн.: Геология Армянской ССР, т. 4, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1970, с. 516—524.
20. *Шолто Л. Е.* Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. Л.: Недра, 1977, 167 с.
21. *Шубников А. В.* Образование кристаллов. М.—Л.: Изд. АН СССР, 1947, 171 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 2, 37—50, 1988

УДК: 551.243.8:550.83:550.814 (479.25)

Х. О. САРГСЯН

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СЕЙСМИЧНОСТИ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ\*

По результатам дешифрирования аэрокосмических снимков и обработки геолого-геофизических материалов составлена карта сейсмоактивных линеаментов Армянского нагорья, на которой выделены линеаменты: северо-западного (общекавказского), северо-восточного (антикавказского), субмеридиального (транскавказского) и субширотного простираний. Проведенное сопоставление результатов дешифрирования аэрокосмических изображений с сейсмическим материалом позволяет выявить на территории Армянского нагорья сейсмоактивные линеаменты, с которыми пространственно связаны зоны сгущения эпицентров землетрясений, что позволяет с достаточно высокой точностью определить конкретные геологические структуры, в пределах которых локализована сейсмичность, уточнить их границы и тем самым внести некоторые коррективы в схемы сейсмического районирования.

Дистанционные методы зондирования Земли позволяют получить новую информацию для многих отраслей геологии как в общепланетарном, так и в регионально-локальном масштабе. Дистанционные ме-

\* Доклад, представленный на V-ой научной сессии молодых ученых и специалистов ИГи АН Армянской ССР

тоды, обладая рядом характерных достоинств, а именно: большой обзорностью, высокой степенью естественной генерализации, хорошей разрешающей способностью, оперативностью и регулярностью применения, позволяют вносить значительные коррективы в имеющиеся геологические представления.

Существенно малую роль в дистанционных космических исследованиях занимают работы по сейсмотектонической интерпретации полученных результатов. Среди них можно отметить работы И. В. Ананьина и В. Г. Трифонова, В. И. Макарова и др., Л. М. Расцветаева, А. С. Караханяна [1, 4, 5, 7], показавшие возможность сопоставления линейаментов с сейсмологическими параметрами, что в принципе позволяет определять не только динамику отдельных активных зон разломов, но и выяснить особенности современного развития тектонически активных регионов.

В работе использованы результаты геологического дешифрирования многозональных космических снимков с ИЗС «Метеор» и «Метеор-Природа» малого и среднего уровня генерализации ( $УГ \geq 10^7$ ,  $10^6$ ), ИСЗ «Landsat», а также с ОНС «Салют» и ПКК «Союз—6, 12, 22». По территории Армянского нагорья проведено морфодешифрирование топографических карт, а по территории Армянской ССР использованы результаты дешифрирования аэровысотной съемки, а также аэровизуальные и полевые наблюдения (Азизбековский, Ехегнадзорский, Кафанский, Мегринский районы АрмССР).

Армянское нагорье является одним из сейсмически активных районов Евразии и входит в состав Средиземноморской сейсмоактивной зоны. Здесь зарегистрированы землетрясения силой до девяти баллов (в 1319 г. в г. Ани, в 1840 г. у подножья горы Арарат и др.) [2, 8].

Важнейшими геологическими критериями, контролирующими сейсмичность на Армянском нагорье, являются новейшие и современные тектонические движения, их амплитуда и характер, флексуры, линейаменты и дизъюнктивные сейсмогенные узлы, а также глубинные разломы, поперечные поднятия.

Подавляющая часть землетрясений имеет глубину очага до 15 км. Они расположены в пределах осадочного чехла и в верхних частях гранитного слоя. На территории региона имеются также отдельные очаги землетрясений глубиной до 35—40 км. Большинство сильных землетрясений Армянского нагорья имеет небольшую глубину и, вероятно, являются результатом хрупкого разрушения сплошности среды.

По результатам дешифрирования космических и аэрокосмических снимков в пределах Армянского нагорья выделяются линейаменты: северо-западного (общекавказского), северо-восточного (антикавказского), субмеридионального (транскавказского) и субширотного простираний. Линеаменты, дешифрируемые в пределах Армянского нагорья, по своей выраженности на космических снимках, характеру связи с геолого-геофизическими данными подразделяются на три основные группы: трансрегиональные, региональные и локальные.

Трансрегиональными являются те линейаменты, которые хорошо дешифрируются на космических снимках высокого уровня генерализации и являются транзитными по отношению к структуре данного региона. Такими линейаменами являются: Севанский, Ереванский, Ван-Казахский (рис. 1, табл. 1) и др.

Региональные линейаменты—это линейаменты, которые хорошо дешифрируются на космических снимках среднего уровня генерализации и играют существенную роль в формировании структуры самого региона. Такими линейаменами являются: Алаверди-Арцвашенский, Горис-Сисианский и др.

Локальные линейаменты дешифрируются на космических снимках низких уровней генерализации и имеют подчиненное значение в структуре региона.

## Геолого-геофизическая характеристика отдешифрованных линеаментов (по данным [2, 6])

№	Название	Выраженность на КС	Геолого-морфологическая выраженность	Геофизическая выраженность				Глубинность
				$\Delta g$	$\Delta T_a$	Q	сейсмичность	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А. Общекавказские линеаменты								
1	Ереванский	Слабая, местами очень слабая. В виде размытой линеаментной зоны. Местами граница между горными сооружениями и Араксинской депрессией. Трансрегиональный линеамент на западе протягивается к зоне Северо-Анатолийского разлома, на востоке к г. Тебризу.	На востоке по подножью Айоцзорского, Урцского и Ераносского хребтов, подчеркивает границу миоценовых моласс Среднеараксинской депрессии. На западе по цепочке вулканов южного склона Арагаца и офиолитов Агры-Дага. На центральном отрезке — глубинный разлом сбросового характера с амплитудой смещения до 5 км.	Зона больших градиентов $\Delta g$ (3—5 мгл/км) шириной 10—15 км. Большой градиент изостатических аномалий $\Delta g$ . В Нахичеванской АССР зона больших градиентов $\Delta g$ прерывается с Урмия-Варденинским линеаментом северо-восточного простирания.	По обе стороны меняется характер аномального магнитного поля, его интенсивность, размеры, форма аномалий. Служит границей Приараксинской и Присеванской магнитных зон.	Данных нет.	Весьма сейсмоактивный. СЗ и центральная часть была сейсмичнее, чем ЮВ. Землетрясение в Дигоре (1935 г.), Талине (1936), Ереване (1679, 1937, 1973, 1984), Двине (851, 858, 861, 893), Нахичеване (1840, 1841, 1881, 1897).	По данным станции «Земля» 55 км. Падение на СВ 83°. Граница М. ступенчатая с амплитудой 1,5 км
2	Севанский	Отчетливо на центральном участке по территории АрмССР и Азерб. ССР. Слабо на Карском плато и в Северном Иране	Кулисное расположение горных хребтов Малого Кавказа и речных долин. Многочисленные гравитационные формы рельефа. Глубинный разлом, контролирующий линейно вытянутые массивы ультраосновных пород.	Зона больших градиентов (мгл/км) шириной 10 км общекавказского простирания на территории АрмССР и субширотного на западе района. Зона больших градиентов изостатических аномалий.	Узкая зона небольших, но интенсивных положительных аномалий (до 3000 гам). Локальные аномалии векового хода геомагнитного поля.	Данных нет.	Слабосейсмичен. Три землетрясения интенсивностью 6—7 бал. (Севан 1853, 1945, Алмалык 1954).	По ст. «Земля» около 50 км.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Алаверди-Арцашенский	Вполне отчетливо на КС среднего уровня генерализации.	Линейное расположение речных долин и горных отрогов. Ряд разломов сбросового и надвигового характера, отделяющий Севано-Ширакский антиклинорий.	Линейная ступень с горизонтальным градиентом 3 мгл/км и амплитудой изменения по обе стороны 50—60 мгл. Зона интенсивных изостатических аномалий.	Граница аномальной магнитной подзоны между положительным (5 мэ) и слабоинтенсивным (1—2 мэ) полем.	Данных нет.	Слабосейсмичен	По ст. «Земля» 45—50 км с падением на ЮВ 85°. Граница Б ступенчатая с амплитудой 5 км.

Б. Линеаменты северо-восточного простирания

4.	Дигор-Калининский	Очень отчетливо на КС всех уровней генерализации.	В поверхностном строении выражен слабо. Серия небольших разломов сдвигового характера.	Локальные аномалии Δg южнее линеамента имеют меридиональное простирание, а севернее — юго-восточное.	По обе стороны линеамента изменяется магнитное поле. Южнее его слабоотрицательное поле, а севернее — знакопеременное.	Данных нет.	Очень сейсмоактивен, приурочены эпицентры Дигорского (1935), Анийского (1319), Ленинанканских (1926, 1928) разрушительных землетрясений. К нему приурочена линейная зона скопления слабых землетрясений.	По ст. «Земля» 45 км, Граница Г смещена на 1,5 км.
----	-------------------	---	--	--	---	-------------	--	--

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Арагацкий	Очень отчетливо на КС среднего уровня генерализации. На территории Турции меняет свое простираание на близширотное.	На СВ прослеживается вдоль отрогов Базумского хр. и по резкому изменению долины р. Агстев, на ЮЗ вдоль хр. Армянский пар и по линейным выходам офиолитов. По трассе линейнеамента расположены вулканы Арагац, Арте-ни, Бююк-Яглыджа и др. Видимо, контролирует молодой вулканизм.	Зона больших градиентов в $\Delta g$ на СВ и ЮЗ района.	Проявляется отчетливо. На СЗ от линейнеамента интенсивное отрицательное поле (4 мЭ), а на ЮВ положительное (5 мЭ)	Отчетливо проявляется в линейно вытянутой цепочке геотермических аномалий на глубине 4—6 км	Слабосейсмичен.	По ст. «Земля» 40 км, сместитель имеет СЗ падение с углом 80°.
6.	Ван-Казахский	Очень отчетливо на КС всех уровней генерализации.	На севере совпадает с Иджеван-Казахским под-разломным грабен-синклинорием. На юге проходит по вулканам Арарат и Тендурек. Вдоль трассы скопление многочисленных оползней.	Проявлен слабо. Локальные аномалии $\Delta g$ .	Проявляется слабо.	Данных нет.	Сейсмоактивен. Землетрясения Ереванского района и Араратского сейсмогенного узла. Линейная зона скопления слабых землетрясений.	Данных нет.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Арарат-Севанский	Отчетливо на КС низкой генерализации.	На севере вдоль трассы линейного закартирован ряд разломов сбросового характера. На центральном участке проявлен в виде батиметрической ступени на дне оз. Севан. На юге разделяет Большой и Малый Арарат.	Проявлен слабо. Локальные аномалии $\Delta g$	Проявлен отчетливо, протяженная отрицательная аномалия.	Данных нет.	Очень сейсмоактивен. Особенно на южном отрезке. Землетрясение Двина (851, 858), Гарни (1679) и др. с $M \geq 6$ .	По ст. «Земля» до 50 км. Близвертикален, смещает кристаллический фундамент с амплитудой 2 км
8	Маку-Варденинский	Отчетливо на КС высокой генерализации.	В поверхностной структуре проявлен слабо.	Зоны больших градиентов $\Delta g$ локального характера.	Слабые линии нарушения структуры поля.	Данных нет.	Сейсмоактивен, особенно на южном отрезке. Землетрясения Маку (1840, 1968), Вайоцзорское (733) с $M \geq 6$ .	По ст. «Земля» до 50 км. Близвертикальное смещение фундамента с амплитудой 1,5 км.

### В. Линейные субширотного простирания

9	Варденис-Октемберянский	Отчетливо на КС всех уровней генерализации. На востоке очень отчетливо, на западе—хуже.	На востоке вдоль Варденисского хр., где имеется погребенная система разломов, вскрытая туннелем Арпа-Севан. На западе причленяется к Ереванскому глубинному разлому.	В виде коротких зон больших градиентов $\Delta g$ на востоке (с. Аренигор. Джермук) и на западе (Октемберян) района.	Линейно-вытянутый рисунок изодинам.	Линейно-вытянутые аномалии геотермического поля.	Сейсмоактивен, особенно на западном отрезке землетрясения Ереванского района.	По ст. «Земля» 40—50 км.
---	-------------------------	---	--	--	-------------------------------------	--	---	--------------------------

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Горис-Сисианский	Отчетливо только на КС низкой генерализации.	В поверхностной структуре выражен плохо. На востоке серия разломов сбросового характера.	Короткие зоны больших градиентов $\Delta g$	Изменение структуры зоны положительных аномалий поля $\Delta T$ .	Данных нет.	Сейсмоактивен. Землетрясения Горис (1932), Сисиан (1931).	Данных нет.

11	Нахичеван-Кафанский	Отчетливо только на КС низкой генерализации.	В поверхностной структуре выражен плохо.	Локальные аномалии $\Delta g$ .	Линия смены знака поля $\Delta T$ . Севернее линейменты интенсивные, положительные аномалии южнее отрицательные.	Данных нет.	Очень сейсмоактивен. Землетрясения Зангезура (1889, 1896, 1931, 1932, 1968 гг.) и Маку (1968) с $M \geq 6$ .	Данных нет.
----	---------------------	--	--	---------------------------------	--	-------------	--	-------------

#### Г. Субмеридиональные линейменты

12	Западно-Транскавказский	Выделяется только на КС высокого уровня генерализации.	Ограничивает западный фланг Транскавказского поднятия. В поверхностном геологическом строении выражен плохо. Представляет собой структурную неоднородность верхней мантии.	На севере—короткие зоны больших градиентов $\Delta g$ , являющиеся восточной границей Ленинаканского минимума. На юге узкие зоны больших градиентов $\Delta g$ .	Градиентная зона (величиной 0,2 мз/км.	Отдельные (геотермические аномалии вдоль зоны линеймента.	Сейсмоактивен особенно на северном отрезке	Соответствует горизонтальным скоростным ( $V_p, V_s$ ) неоднородностям верхней мантии на глубине 150—200 км.
----	-------------------------	--	--	--	--	---	--	--

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Центрально-Транскавказский	Выделяется только на КС высокого уровня генерализации.	Входит в состав Транскавказского поднятия. К зоне линейного поднятия приурочены вулканы неоген-плейстоценового (на севере) и голоценового (на юге) возраста.	Локальные аномалии	Нарушение структуры поля.	Отдельные геотермические аномалии вдоль зоны линейного поднятия.	Сейсмоактивен. Землетрясения Апарана, Бюракана, Еревана, Арабата.	Данных нет.
14	Восточно-Транскавказский	Только на КС высокого уровня генерализации.	Ограничивает восточный фланг Транскавказского поднятия. На севере проявлен в виде двух разломов сбросового и сдвигового характера. Контролирует крупные гранитоидные и щелочные интрузии.	Локальные аномалии и короткие зоны больших градиентов.	Граница интенсивной положительной аномалии.	Данных нет.	Слабосейсмичен.	Соответствует горизонтальным неоднородностям верхней мантии.
15	Нахичеван-Иджеванский	Отчетливо дешифрируется в виде двух субпараллельных линейных поднятий на КС средней генерализации.	В геологическом строении проявляется плохо. На центральном участке (Гегамского нагорья) представлен погребенным Гаварагетским грабеном.	Северная часть (севернее оз. Севан) выделяется плохо, а южная часть проявлена в зоне больших градиентов $\Delta g$ .	Северная часть проявлена отчетливо — линия смены знака магнитных аномалий и градиентная зона $\Delta T$ . Южная проявлена плохо.	Данных нет.	Слабосейсмичен.	Данных нет.
16	Мегри-Кельбад-Жарский	Отчетливо дешифрируется в виде серии из трех субпараллельных линейных поднятий на КС средней генерализации.	На юге совпадает с системой глубинных разломов сбросового характера (Мегринский, Гиратахский), на севере проявлен плохо.	Региональная зона больших градиентов $\Delta g$	Полоса понижения интенсивности поля $\Delta T$ .	Данных нет.	Высокосейсмичен. Линейное расположение сильных землетрясений Мегринских (1909, 1932), Зангезурских (1931, 1968) и др.	Точных данных нет.

Из группы общекавказских трансрегиональных линеаментов наиболее крупными являются: Ереванский и Севанский. Они хорошо дешифрируются на космических снимках с  $УГ \geq 10^7$ , но местами проявлены очень слабо, в основном на участках, где распространены лавовые покровы и четвертичные отложения. Эти линеаменты хорошо дешифрируются на топокартах. Описание и связь линеаментов с геолого-геофизическими данными приводятся в табл. 1.

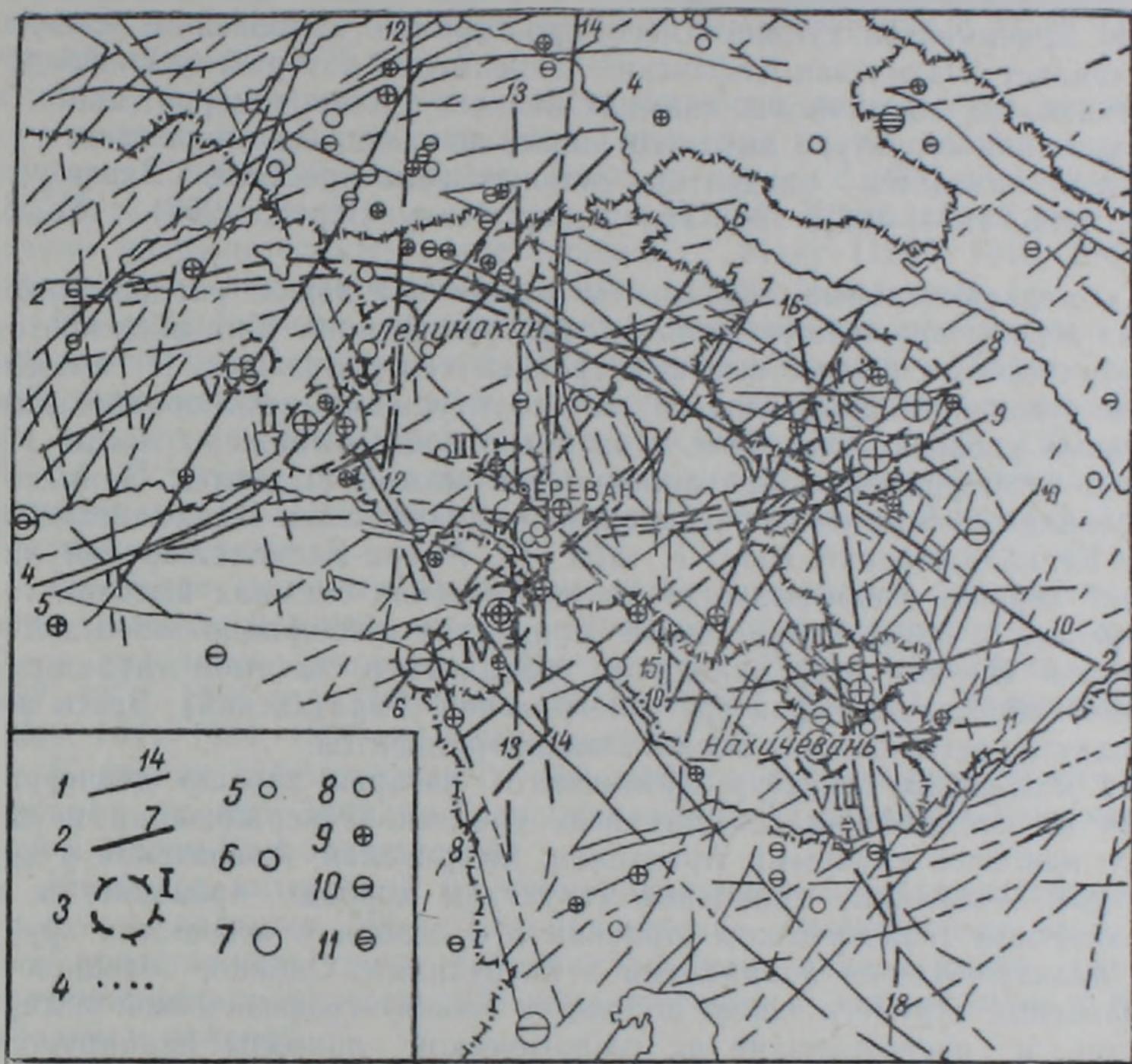


Рис. 1. Карта сейсмоактивных линеаментов Армянского нагорья. 1. Линеаменты; 2. Сейсмоактивные линеаменты; 3. Сейсмоактивные узлы; (номерами отмечены структуры, описанные в тексте); 4. Направление главных осей плейстосейстовых областей; 5—7. Эпицентры землетрясений с магнитудой:  $5,4 \leq M \leq 6,0$ ;  $6,1 \leq M \leq 6,7$ ;  $6,8 \leq M \leq 7,3$ ; 8—11. Глубина эпицентров землетрясений; 0—10 км; 11—20 км; 21—40 км; 41

Одним из наиболее интересных линеаментов является Севанский (рис. 1), к которому приурочен Севанский глубинный разлом, контролирующий линейные выходы ультраосновных пород. Севанский линеамент хорошо дешифрируется по территории Армянской ССР и Азербайджанской ССР и слабо на Карском плато, где широко распространены молодые лавовые покровы. Он проявляется в кулисном расположении горных хребтов и речных долин Малого Кавказа. Фиксируется зоной больших градиентов  $\Delta g$  (5 мЛг/км), шириной до 10 км.

Из серии северо-восточных линеаментов наиболее крупными являются: Арагацкий, Дигор-Калининский, Арарат-Севанский и др.

Арагацкий линеамент дешифрируется отчетливо на космических снимках среднего уровня генерализации (рис. 1, табл. 1). На территории Турции он меняет свое простираание на близширотное. На северо-востоке прослеживается вдоль отрогов Базумского хребта и по резко-

му изменению долины р. Агстев, а на юго-западе—вдоль хребта Армянский Пар и по линейным выходам офиолитов. По трассе линеаментов расположены крупные вулканы Арагац, Артени, Бююк-Яглыджа и др.

Вдоль трассы линеамента регистрируется зона больших градиентов  $\Delta g$ , а также цепочка линейно вытянутых аномалий геотермического поля. Последнее, а также приуроченность к линеаменту крупных центров вулканических излияний, по-видимому, указывают на его связь с вулканической деятельностью.

Из линеаментов субширотного простирания наибольший интерес представляет Нахичеван-Кафанский линеамент, который дешифрируется только на космических снимках низкого уровня генерализации, в поверхностной структуре выражен плохо, но очень сейсмоактивен.

Здесь находятся эпицентры сильных землетрясений Зангезура (1889, 1896, 1931, 1932, 1968 гг.) и г.р. Маку (Иран, 1968) с  $M \geq 6$ . [8].

Субмеридиональные линеаменты имеют небольшое распространение, но играют важнейшую роль в структуре региона. Они выделяются на космических снимках высоких уровней генерализации. В геологическом отношении они связаны со структурными неоднородностями глубинных уровней литосферы, а на поверхности выражены плохо. Из системы субмеридиональных линеаментов можно выделить: Западно-Центрально- и Восточно-Транскавказские, Нахичеван-Иджеванский и Мегри-Кельбаджарский (рис. 1, табл. 1). Мегри-Кельбаджарский линеамент хорошо дешифрируется на космических снимках высокой генерализации и представляет собой серию трех субмеридиональных линеаментов. На юге этот линеамент совпадает с системой глубинных разломов сбросового характера (Мегринский, Гиратахский). Здесь же наблюдается региональная зона больших градиентов.

Из кольцевых структур Армянского нагорья хорошо дешифрируются на космических снимках всех уровней генерализации и являются наиболее крупными Арагацкая, Мегринская, Араратская и др. структуры. Указанные кольцевые структуры хорошо проявляются в поверхностном геологическом строении и в основном связаны с крупными вулканическими аппаратами и интрузиями. Однако, большинство кольцевых структур плохо поддается геолого-геофизической интерпретации, и распознавание их геологической природы планируется провести в дальнейшем.

Проведенное сопоставление результатов дешифрирования аэрокосмических изображений с сейсмостатическим материалом позволяет выявить на территории Армянского нагорья сейсмоактивные линеаменты, с которыми пространственно связаны зоны сгущения эпицентров землетрясений.

Принцип выделения сейсмоактивных линеаментов основан на их пространственном совпадении с линейными зонами скопления эпицентров землетрясений, выделенных Б. Ц. Еремян и С. Н. Назаретяном [3, 6], а также приуроченности к линеаментам эпицентров разрушительных землетрясений и главных осей их плейстосейстовых зон.

В пределах Армянского нагорья выделяются сейсмоактивные линеаменты антикавказского (северо-восточного и субмеридионального), широтного и общекавказского простираний. Рассмотрим некоторые из них: Дигор-Калининский линеамент северо-восточного простирания хорошо дешифрируется на космических снимках всех уровней генерализации в виде двух субпараллельных линеаментов (рис. 1). Очень сейсмоактивен. К нему приурочены эпицентры землетрясений Дигора (1935), Ани (1319), Лениакана (1926, 1928). Плотность эпицентров землетрясений вдоль линеамента незначительная, но плотность энергии довольно велика. Максимальное скопление эпицентров сильных землетрясений ( $M \geq 4,6$ ) намечается в середине зоны в Ширакской равни-

не. Изосейсты Ленинаканских землетрясений (1926) имеют отчетливую вытянутость вдоль трассы линеаментов.

Арабат-Севанский сейсмоактивный линеамент северо-восточного простирания протягивается от оз. Севан до горы Арабат. Параллельно этому линеаменту дешифрируется Ван-Казахский сейсмоактивный линеамент и предполагается, что они контролируют Центральную сейсмоактивную зону Малого Кавказа. Землетрясения этой зоны в основном с  $K=8; 9$ , а плотность энергии незначительна, указанная область активна и в настоящее время. Особенно велико количество слабых толчков, но известны и разрушительные землетрясения с  $M \geq 6$  (Двин-851, 858; Гарни—1679 и др.)

Маку-Варденисская зона сейсмоактивных линеаментов также северо-восточного простирания имеет примерно то же направление, что и Арабат-Севанский линеамент. Здесь за период с 1900 по 1969 г. произошло 4 землетрясения с магнитудой  $M \geq 4,5$ . К указанной зоне приурочены разрушительные землетрясения г. Маку (1969, 1840, 1968 г.), изосейсты последнего вытянуты вдоль трассы линеаментов.

Из субширотных сейсмоактивных линеаментов необходимо отметить очень высокосейсмичные Нахичеван-Кафанский и Горис-Сисианский линеаменты. Вдоль этих линеаментов регистрируются концентрации эпицентров Зангезурских землетрясений (1889, 1896, 1931 гг.) с  $M \geq 5,6$ . В группу сейсмоактивных линеаментов общекавказского простирания входят Ереванский, Севанский и отчасти Алаверди-Арцвашенский линеаменты.

Наиболее активным из них является Ереванский линеамент. Особенно высокосейсмичен он на западном и центральном участках. Здесь находятся эпицентры Дигорского (1935), Ереванских (1679, 1937, 1973, 1984 гг.), Двинских (851, 858, 861, 893 гг.), Нахичеванских (1840, 1841, 1881, 1897 гг.) землетрясений [8].

В группу сейсмоактивных линеаментов субмеридионального простирания входят Западно-Транскавказский, Центрально-Транскавказский и Мегри-Кельбаджарский.

Наиболее интересной из субмеридиональных сейсмоактивных линеаментов является Мегри-Кельбаджарская линеаментная зона. Эта зона представлена тремя субпараллельными линеаментами, которые контролируют практически все землетрясения в Зангезурском и Кировабадском районах.

Как уже отмечалось, эпицентры землетрясений Армянского нагорья распределены неравномерно. Они образуют линейные зоны и изометрические группы скопления эпицентров. Последние характеризуются максимальной сейсмической активностью, к ним приурочены наиболее сильные землетрясения и области повышенной плотности и энергии землетрясений. При сопоставлении их местоположения с результатами дешифрирования наблюдается тесная пространственная связь с местом пересечения сейсмоактивных линеаментов, что позволяет выделить их в группу сейсмогенных линеаментных узлов. К числу подобных узлов относятся: Ленинаканский (I); Дигорский (II); Ереванский (III), Арабатский (IV), Карсский (V); Вайоцзорский (VI); Сисианский (VII) и Зангезурский (VIII).

Сопоставление результатов дешифрирования с данными по сейсмоактивности Армянского нагорья позволяет выделить сейсмоактивные линеаменты и сейсмогенные узлы их пересечения. Выделяемые на основе сейсмостатистических параметров линейные и изометрические зоны скопления эпицентров землетрясений не имеют четких структурных границ, отличаются значительной шириной (до 40 км) и зачастую плохо или вовсе не связываются с геологическими структурами, выделенными традиционными методами, что затрудняет их конкретную сеймотектоническую интерпретацию. Совместное применение данных сейсмостатистики с результатами дистанционного анализа позволяет

оперативно и с достаточно высокой точностью определить конкретные геологические структуры, в пределах которых локализована сейсмичность, уточнить их границы и тем самым внести некоторые коррективы в схемы сейсмического районирования.

Институт геологических наук  
АН Армянской СР

Поступила 22.VI.1987.

## Խ. Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

### ԳԻՍՏԱՆՑԻՈՆ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻՍՅՈՒՄԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԽԱՐՀԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՆԵԼԻՍ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

Երկրի զոնդման մեթոդները հնարավորություն են տալիս նոր ինֆորմացիա ստանալու երկրաբանության տարրեր բնագավառների համար՝ ինչպես ընդհանուր մոլորակային, այնպես էլ ռեգիոնալ-տեղային մասշտաբով: Հայկական լեռնաշխարհը, հանդիսանալով Եվրասիայի երկրաշարժային ակտիվ շրջաններից մեկը, մտնում է Միջերկրածովային երկրաշարժային գոտու կազմի մեջ, որը հայտնի է մինչև 9 բալ ուժգնությամբ կործանիչ երկրաշարժերով:

Հայկական լեռնաշխարհի երկրաշարժայնությունն հսկող կարևորագույն երկրաբանական չափանիշներից են նորագույն և ժամանակակից տեկտոնական շարժումները, նրանց բնույթը և ամպլիտուդան, ֆլեքսուրան, լինեամենտները և դիզյունկտիվ երկրաշարժային հանգույցները, ինչպես նաև խորքային բեկվածքներն ու ուղղաձիգ բարձրացումները:

Հայկական լեռնաշխարհում հայտնի երկրաշարժերի օջախները մեծ մասամբ գտնվում են ոչ մեծ խորությունների վրա՝ 10—20 կմ, որոնք հիմնականում տեղագրված են նստվածքային ծածկույթի սահմաններում կամ գրանիտային շերտի վերին մասերում: Մարդի բնատարածքում հայտնի են առանձին երկրաշարժերի օջախներ՝ մինչև 40 կմ խորությամբ, բայց հիմնական ուժեղ երկրաշարժերի օջախներն ունեն ոչ մեծ խորություններ և հավանաբար հանդիսանում են միջավայրի համասեռության, փուխր բեկորացման արդյունք:

Հենվելով տիեզերական և աերոտիեզերական նկարների վերծանման արդյունքների վրա, ինչպես նաև օգտագործելով երկրաբանա-երկրաֆիզիկական որոշ տվյալներ, կազմված է Հայկական լեռնաշխարհի երկրաշարժապես ակտիվ լինեամենտների քարտեզը, որի վրա առանձնացված են երկրաշարժային լինեամենտներ՝ հյուսիս-արևմտյան (ընդհանուր-կովկասյան), հյուսիս-արևելյան (հակակովկասյան), մերձմիջօրեական (տրանսկովկասյան) և զուգահեռականի տարածման ուղղություններով: Դրանք բաժանվում են երեք հիմնական որոշիչ խմբերի՝ տրանսոնգիոնալ, ռեգիոնալ և տեղական:

Աերոտիեզերական պատկերներից ստացված վերծանման արդյունքների համեմատությունը երկրաշարժաբանական տվյալների հետ հնարավորություն է տալիս Հայկական լեռնաշխարհի բնատարածքում առանձնացնելու երկրաշարժապես ակտիվ լինեամենտներ, որոնք տարածականորեն կապված են երկրաշարժերի խտացված էպիկենտրոնային զոնաների հետ:

Երկրաշարժապես ակտիվ լինեամենտների առանձնացման սկզբունքը հիմնված է երկրաշարժերի խմբված էպիկենտրոնների գծային գոտիների

հետ նրանց տարածքային համադրման, ինչպես նաև կործանիչ երկրաշարժերի էպիկենտրոնների և պլեյստոսենյաության գոտիների գլխավոր առանցքների հետ լինեամենտների համադրման վրա: Ինչպես արդեն նշվեց, Հայկական լեռնաշխարհում երկրաշարժերի էպիկենտրոններն անհամասեռ են տեղադրված, նրանք առաջացնում են գծային զոնաներ, կուտակված էպիկենտրոնների իլոմետրիկ խմբեր, որոնք բնութագրվում են առավել երկրաշարժային ակտիվությամբ և նրանց հետ կապված են համեմատաբար ուժեղ երկրաշարժերը, մեծ խտության և էներգիապես ուժեղ երկրաշարժերի շրջանները: Համադրելով նրանց տեղայնացման շրջանները աերոտիեզերական նկարների վերծանված արդյունքների հետ, նկատում ենք տարածքային սերտ կապ, երկրաշարժապես ակտիվ լինեամենտների հատման մասերում, որը հնարավորություն է տալիս առանձնացնելու երկրաշարժապես ակտիվ լինեամենտների հանգույցներ: Դրանց թվին են դասվում՝ Լենինականի, Երևանի, Դիգորի և այլ երկրաշարժապես ակտիվ հանգույցները:

Երկրաշարժաբանական տվյալների համատեղ օգտագործումը դիստանցիոն վերլուծության արդյունքների հետ հնարավորություն է տալիս արագ և համեմատաբար բարձր ճշտությամբ ի հայտ բերելու որոշակի երկրաբանական կառուցվածքներ, որոնց սահմաններում կենտրոնացված է երկրաշարժայնությունը, ճշտելու դրանց սահմանները՝ դրանով իսկ մի շարք ուղղումներ մտցնելու երկրաշարժաբանական շրջանացման հարցերում:

Kh. H. SARGSIAN

## THE REMOTE SENSING INFORMATION APPLICATION IN THE ARMENIAN HIGHLAND SEISMICITY INVESTIGATION

### A b s t r a c t

The space imagery deciphering and geological-geophysical materials analysis results allow to draw up a map of the Armenian highland seismic-active lineaments, which have the following directions: NW (common-caucasian), NE (anticaucasian), submeridional (transcaucasian) and sublatitudinal. The space imagery deciphering results comparison with the seismicity material allows to reveal seismic-active lineaments, which the earthquake epicentres condensation zones are spatially connected with. It allows with a sufficiently high precision to determine the geological structures in limits of which the seismicity is localized, to correct their boundaries as well as the schemes of seismic zoning.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьин Н. В. Сопоставление сейсмичности с элементами дешифрирования космических изображений.—В кн.: Исследования природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология. Том V. М.: ВИНТИ 1976, с. 11—17.
2. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. II. Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: ЕГУ, 1981. 282 с
3. Еремян Б. Ц. Разрывные сейсмогенные зоны и сейсмическое районирование Малого Кавказа.—В кн.: Строение, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Тбилиси: Изд. «Мецниереба», 1983, с. 106—113.
4. Караханян А. С. Анализ системы линейментов в структуре Анатолийско-Кавказско-Иранского региона.—Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Москва: МГУ, 1983. 253 с

5. Сакаров В. И., Трифонов В. Г., Шукин Ю. К. Отражение глубинной структуры складчатых областей на космических снимках.—Геотектоника, 1974, № 3, с. 114—132.
6. Назаретян С. Н., Глубинные разломы территории Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984. 138 с.
7. Расцветаев Л. М., О геологической природе линейментов, выявленных на космических изображениях Земли (на примере Кавказа).—Изв. вузов. Геол. и разв., 1974, № 12, с. 58—66.
8. Степанян В. А., Исторический обзор о землетрясениях в Армении и прилегающих районах. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1942, 111 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, № 2, 50—56, 1988

УДК: 551.24.035

М. Г. ГЕОКЧАКЯН

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАПРАВЛЕННОСТИ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ЗЕМЛИ

Многие вопросы механизма возникновения и направленного развития геотектонических структур, а также принципов определения их возраста и последовательности образования в настоящее время не имеют достаточного физического и математического обоснования. На основании предложенного электромагнитного (квантовоциклического) механизма разрушения горных пород доказывается, что геотектонические структуры развиваются преимущественно по геомагнитному меридиану. Установлены ранее неизвестные взаимосвязи между механизмом разрушения горных пород, рядом геофизических данных и различными областями геологии, а также изменениями магнитных полей в Солнечной системе и Галактике.

Все дизъюнктивные и пликативные смещения, исследуемые в геотектонике и структурной геологии по физической сущности представляют суммирование элементарных актов разрушения горных пород. Поскольку причины элементарных актов разрушения [2], например, между молекулами или атомами породообразующих минералов могут быть разными по виду энергии (механические, термические, акустические, электромагнитные и др.), по способу приложения (динамический, статический, контактный, на расстоянии—волны, излучения и др.), а в конечном итоге преодолеваются электромагнитные взаимодействия, в том числе и химические связи, то все элементарные акты разрушения имеют электромагнитную природу, причем любые другие воздействия во взаимосвязанных квантовомеханических системах должны трансформироваться в электромагнитные волны (или импульсы) [3]. Иначе разрушения не может быть. В теоретической физике из четырех известных взаимодействий—слабых, сильных (ядерных), гравитационных и электромагнитных, при рассматриваемых элементарных актах разрушения преодолеваются силы исключительно электромагнитной природы.

Нами разработан квантовоциклический механизм возбуждения и разрушения горных пород взрывом [4], который может быть применен в принципе для любых условий разрушения, в том числе при разрушении горных пород в земной коре. Любому элементарному акту разрушения всегда предшествует определенный цикл (период) возбуждения, которое имеет четкую направленность в пространстве, в зависимости от характера и направленности возбуждающих импульсов, и поэтому все разрушения в принципе любых объектов и масштабов происходят также строго направленно в пространстве. По нашей квантовоциклической теории возбуждения и разрушения физическая сущность элементарного акта разрушения заключается в том, что в конце определенного цикла направленного возбуждения взаимосвязанных квантовомеханических систем, например, атомов, когда распределение энергии во