

## ТЕКТОНИКА

С. А. Пирузян

**О причинах так называемых общих сотрясений  
или одновременных землетрясений**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 27/IV 1965)

В монографии Л. А. Варданянца (<sup>1</sup>), являющейся первой сводной капитальной работой по сейсмотектонике Кавказа, описан особый вид сейсмопроявлений, когда землетрясение представляет не одно простое сотрясение, а систему почти одновременных сотрясений, в которой наряду с главным для данного момента очагом выступают достаточно резко и второстепенные очаги. Этот вид сейсмопроявлений Л. А. Варданянц называет «общим сотрясением» или «концертом» землетрясений.

По данным Л. А. Варданянца\*, такого рода сотрясения охватывают огромные площади и проявляются почти везде с одинаковой интенсивностью, достигающей 5—6 баллов и реже — 7 баллов. Для этих землетрясений не представляется возможным наметить общий эпицентр, поскольку сразу проявляется много очагов, вызывающих сотрясения почти одинаковой интенсивности. Этим же явлением объясняет автор такую чрезвычайно аномальную картину затухания сейсмической энергии, когда за пределами, например 5-балльной изосейсты главного очага, вновь появляются пункты с интенсивностью сотрясения до 7 баллов. Л. В. Варданянц в цитируемой работе не ставит задачи объяснить причину этого явления, по-видимому, из-за отсутствия в то время данных нужной достоверности, в частности относительно геолого-тектонического строения района.

Е. И. Бюс (<sup>2</sup>) ставит под сомнение само явление одновременных землетрясений. Он указывает, что о них с уверенностью можно говорить тогда, когда разновременность толчков и различие в положении их очагов подтверждается инструментальными наблюдениями над землетрясениями. Это требование, конечно, справедливо, но оно отнюдь не может служить достаточным основанием для исключения возможности явлений общих сотрясений, происшедших в историческом прошлом. Е. И. Бюс

\* По его данным, имеется несколько десятков подобных примеров по сейсмо-статистическим материалам, охватывающим время 1830—1934 гг.

считает, что при макросейсмических наблюдениях в Закавказье, по меньшей мере до первого десятилетия текущего века, небольшая разница во времени сотрясений в разных пунктах—даже при одинаковой силе проявления землетрясения—может быть результатом ошибочной оценки времени землетрясения наблюдателями, и что в этих случаях имеет место единичное землетрясение, наблюдаемое в разных пунктах потрясенной области. Такое возражение, однако, на наш взгляд, не объясняет описанные выше два вида проявления общих сотрясений (резко аномальное поле затухания сейсмической энергии и одинаковая интенсивность сотрясения на больших площадях).

В работах зарубежных исследователей также признается (3), что одновременно с главным сотрясением происходят производные, приуроченные к самостоятельным очагам, которые в данном случае являются второстепенными.

При изучении сеймотектонических особенностей Большого Ереванского района, предпринятого с целью уточнения исходной сейсмической балльности района и составления карты детального сейсморайонирования (1, 4, 6), мы тоже сталкивались с аналогичным явлением одновременных сотрясений значительной интенсивности при некоторых землетрясениях, зафиксированных в географических пунктах, расположенных на значительном удалении друг от друга. Было выявлено также, что пункты наблюдений при этом в большинстве случаев располагаются линейно и, как впоследствии выяснилось, вдоль зон дизъюнктивных нарушений, омоложенных контрастными новейшими и современными тектоническими движениями (4).

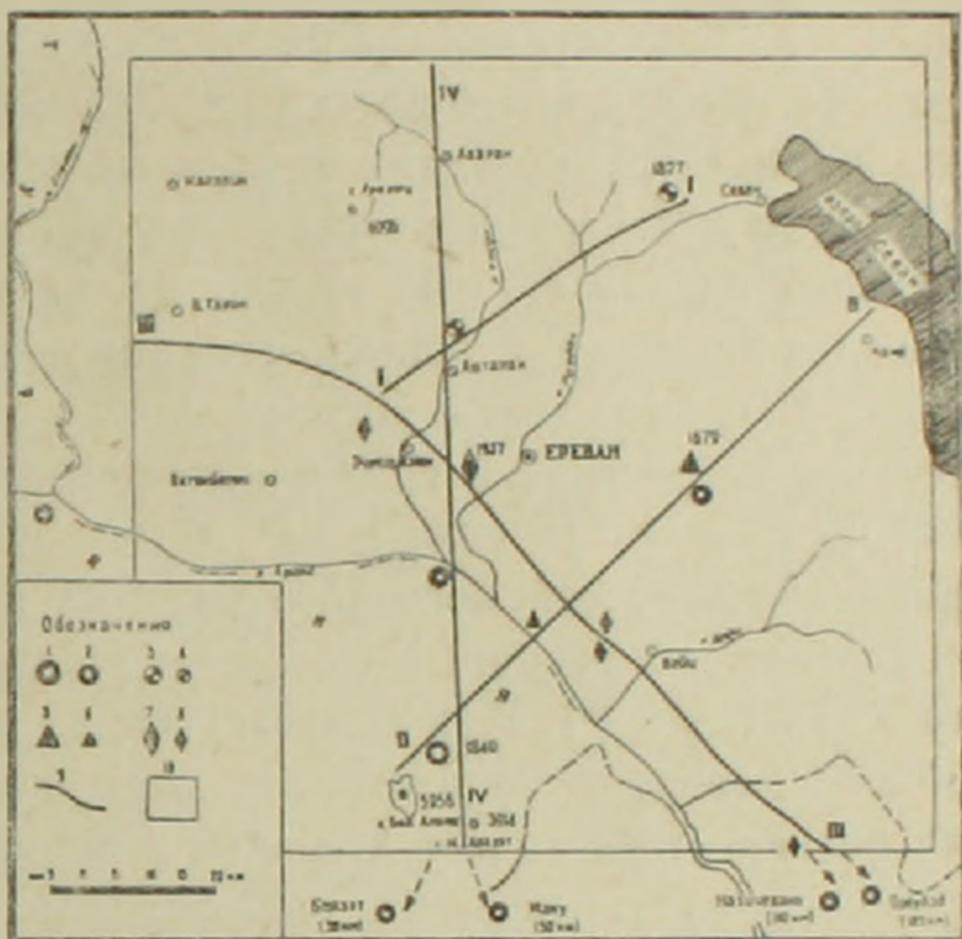
Приведем несколько примеров. Согласно историческим данным, уточненным нами, при Цахкадзорском (Дарачичагском) землетрясении 1827 года разрушилось две церкви монастырского ансамбля Кечарис (из четырех) в селе Цахкадзор, а также церковь св. Саркиса монастырского ансамбля Уши, расположенного в 42 км к ЮЗ от с. Цахкадзор. Эта церковь была расшатана (5) и интенсивность сотрясения здесь оценивается на более 5—6 баллами. В эпицентре же, у села Цахкадзор, интенсивность сотрясения была в пределах 6—7 баллов (6). Спадание интенсивности на одну ступень (балл) на расстоянии 40 км не согласовывается с имеющимися данными о затухании сейсмических волн для Кавказа. Например, по данным Л. А. Варданянца, для большинства землетрясений Кавказа балльность падает от 8 до 7 на расстоянии 10—15 км и от 7 до 6 на расстоянии не свыше 20—22 км. Таким образом, 5—6-балльное сотрясение у ансамбля Уши на таком большом расстоянии нельзя объяснить обычным спаданием энергии сейсмических волн из-за расхождения. В пользу этого говорит и то обстоятельство, что при данном землетрясении не было значительных повреждений в сельских домах населенных пунктов в радиусе 10—20 км. Это равносильно тому, что уже на таком расстоянии от эпицентра интенсивность сейсмических толчков понизилась до 5 и менее баллов.

Сейсмотектонический анализ показывает, что очаг этого землетрясения связан с зоной разлома антикавказского направления, установленной данными геологии и геофизики в последние годы. Она тянется приблизительно по линии г. Раздан—гора Араилер—село Аштарак и далее сочленяется с Ереванским глубинным разломом. На линии этого же разлома расположены ансамбли Кечарис и Уши. На фиг. 1 этот разлом отмечен знаком 1—1\*.

Следует указать, что основанием обоих монастырей служит скальный массив большой мощности.

Имеются данные об одновременных значительных сотрясениях при землетрясениях вдоль зоны Севан-Араратского разлома опять-таки северо-восточного направления (4). Так, например, при Ереванском (Гарнийском) землетрясении 1679 г., согласно достоверным историческим данным, наряду с некоторыми древними сооружениями, находящимися в эпицентральной области (район села Гарни), разрушился также монастырь Хор-Вираб, расположенный в 40 км к ЮЗ от эпицентра, в зоне указанного разлома (II—II на фиг. 1). И это в случае, когда ряд древних сооружений, расположенных ближе к эпицентру, но в иных направлениях, не претерпевали деформаций разрушения (несколько древних сооружений в Ереване, церкви в Норагавите, в Арзни и др.).

Интересные результаты в этом отношении были получены при изучении последствий Араратского землетрясения 1840 г. Как мы уже указывали, эпицентр этого землетрясения располагается в пределах крупного дизъюнктивного узла и ЮЮЗ от г. Еревана, образованного пересече-



Фиг. 1. 1 — эпицентр Араратского землетрясения 1840 г. (8-балльное); 2 — пункты 6—7-балльных одновременных сотрясений при этом землетрясении; 3 — эпицентр Цахкадзорского землетрясения 1827 года, 16 — 7-балльное; 4 — пункт одновременного 5 — 6-балльного сотрясения при этом землетрясении; 5 — эпицентр Ереванского землетрясения 1679 года (8-балльное); 6 — пункт одновременного 7 — 8-балльного сотрясения при этом землетрясении; 7 — эпицентр Ереванского землетрясения 1937 года (7-балльное); 8 — пункты одновременного 6 — 7-балльного сотрясения при этом землетрясении. 9 — Разрывные нарушения: I—I Раздан-Аштаракский разлом, II—II Севан-Араратский разлом, III—III Ереванский глубинный разлом, IV—IV Спитяк-Араратский разлом. 10 — границы Большого Ереванского района.

\* На фиг. 1 иллюстрированы некоторые примеры одновременных сотрясений вдоль зон нескольких разломов. Объяснения приводятся в надписи к фигуре.

чением четырех главных (или глубинных) разломов различных направлений (4). При Араратском землетрясении, помимо больших разрушений в районе эпицентра (северный склон г. Арарат, где сотрясение проявилось интенсивностью не менее 8 баллов), существенные разрушения, отвечающие интенсивности 6—7 баллов, были зафиксированы на значительном удалении в населенных пунктах Кульпа, Нахичевань, Ордубад, Камарлю, Джульфа и другие (7), расположенных, как теперь выяснилось, в пределах зоны Ереванского глубинного разлома (III—III на фиг. 1). Между тем в других населенных пунктах, расположенных ближе к эпицентру, но вдали от зоны разлома, таких разрушений не было. При этом землетрясении «сработал» также Спитак-Араратский меридиональный разлом (IV—IV на фиг. 1), на южном конце зоны которого находился эпицентр. Свидетельство тому—большие разрушения в городах Маку и Баязед, находящихся в 40—45 км к югу от эпицентра, и значительное сотрясение в г. Тбилиси, расположенном на расстоянии около 240 км к северу от эпицентра\*. В пользу существования указанного меридионального сейсмогенного разлома и его «срабатывания» при этом землетрясении говорит и следующий интересный факт, описанный в книге К. Риттера (8). При землетрясении в середине ущелья р. Аракс, в 30 км к северу от эпицентра, на дне реки образовался провал, вода стала низвергаться со значительной высоты; на соседних участках, наоборот, ложе реки поднялось, вода спадала; и река, выходя из берегов стала меандрировать. На обоих берегах р. Аракс в этом же районе (в Шаруйском и Сурмалинском округах) в земле образовалось множество трещин, из которых местами выбрасывались фонтаны воды и разжиженного песка (7-8).

Интересную информацию по обсуждаемому вопросу представляют данные Ереванского (Паракарского) землетрясения 1937 года. Интенсивность этого землетрясения в эпицентре (у села Паракар) была оценена в 7 баллов (2). Сотрясения же интенсивностью от 6 до 7 и в 6 баллов были зафиксированы не только в эпицентральной области (на расстоянии 10—12 км), но и в населенных пунктах, расположенных очень далеко от эпицентра—вдоль зоны Ереванского глубинного разлома, установленного А. Т. Асланяном (10). Так, например (фиг. 1), сейсмические толчки указанной интенсивности наблюдались в селах Агджакала (16 км к З от эпицентра), Енгиджа, Калара (в 40 км к ЮВ от эпицентра), в Демурчи (90 км к ЮВ от эпицентра).

М. Г. Агабеков и Ф. С. Ахмедбейли (10) на основе анализа данных одновременных землетрясений в двух, трех и большем числе пунктов выделяют в пределах Закавказья 5 региональных сейсмических зон, расположенных почти меридионально.

В числе примеров общих сотрясений, приведенных в цитированной работе Л. А. Вardanянца, имеются такие, когда далеко удаленные пунк-

\* В городах Сардарабад (Октемберян), Горис и др., расположенных значительно ближе к эпицентру, но в других направлениях, это землетрясение не было отмечено.

ты одновременных сотрясений были расположены линейно (вне пределов изучаемого нами района). Такими являются «концерты землетрясений»: 10 февраля 1914 г., когда ощущались 4-балльные сотрясения в Кисловодске, Пятигорске, Грозном, Булакскe и Махачкале (широтное расположение пунктов сотрясений) и 7 июня 1911 года, когда около 24 часов ощущались сотрясения интенсивностью до 7 баллов в Дербенте, Шемахе, Баку, Ленкорани и одновременно в Красноводске (меридиональное расположение пунктов одинаковых сотрясений). Возможно, и по линиям указанных пунктов наблюдений имеются зоны сейсмогенных разрывных нарушений. В пользу существования поперечной меридиональной зоны дизъюнктивных нарушений (сейсмические зоны) вдоль западного побережья Каспийского моря свидетельствует работа (10).

Таким образом, анализ фактических данных приводит к следующему объяснению причин общих, почти одновременных сотрясений. Сильный или главный сейсмический толчок в какой-либо точке сейсмогенного разлома вызывает, дополнительно, новые подвижки в других точках разлома (второстепенные очаги) и, следовательно, порождает сотрясения поверхности земли над этими толчками в большинстве случаев менее интенсивные, чем при главном толчке. В других случаях общих сотрясений, когда пункты одновременных и одинаковых сотрясений располагаются в разных направлениях, по-видимому, срабатывается некоторая система сейсмогенных разломов, взаимно связанных между собой и составляющих характерные дизъюнктивные узлы (4).

Такое объяснение причин общих сотрясений находится в хорошем согласии с теоретическими взглядами Г. А. Гамбурцева (12), согласно которым, после сильного землетрясения, происшедшего в одном месте сейсмического шва (глубинные ослабленные зоны сочленения блоков земной коры), более вероятно возникновение сильного землетрясения в другом месте шва или в соседнем шве, т. е. вероятен процесс «миграции» очагов сильных землетрясений по системе сейсмических швов.

Институт геофизики и инженерной  
сейсмологии Академии наук  
Армянской ССР

#### Ս. Ա. ՓԻՐՈՒՉՅԱՆ

### Գլխավոր կոչված ընդհանուր ցնցումների կամ միաժամանակ «եղի ունեցող երկրաշարժային պատճառների մասին

Աշխատանքում փորձ է արված պարզել սեյսմիկ երևույթների այն տեսակի պատճառը, երբ տեղի ունի ոչ թե եղակի պարզ ցնցում, այլ միատեսակի ուժի ցնցումների մի ամբողջ «համերգ» իրարից թավական հեռու գտնվող վայրերում, ըստ որում ցնցումները տեղի են ունենում համարյա միաժամանակ:

Լ. Ա. Վարդանյանցը, որն առաջին անգամ է նկարագրել այս երևույթը Կովկասի սեյսմոտեկտոնիկային նվիրված իր կապիտալ աշխատության մեջ (1), նման երևույթը անվանում է «համընդհանուր ցնցումներ» կամ երկրաշարժային «համերգներ»: Արտասահմանյան և հայրենական հետազոտողների մի շարք աշխատանքներ հաստատում են այսպիսի երևույթների առկայությունը, մասնավորապես Արևմտյան Եվրոպայում և Ան-

զրրկովկասում (3, 10), Ե. Ի. Քյուսը (2) կասկածանք է հայտնում այս երևույթների բնույթի մասին:

Մեծ երևանյան շրջանի սեյսմոտեկտոնիկ առանձնահատկությունները ուսումնասիրելիս (4, 6) մենք ևս հանդիպել ենք փաստերի, երբ երկրաշարժի զլխավոր ցնցման հետ միաժամանակ արձանագրվել են զգալի ուժի ցնցումներ էպիկենտրոնային մարզից մեկ հեռավորության վրա՝ զանվող վայրերում: Հստ որում, ինչպես հետազայում պարզվեց, այդ վայրերը դեպքերի գերակշռող մեծամասնությամբ դասավորվում են որոշակի ուղղություներով, որոնք համընկնում են ժամանակակից տեկտոնիկ շարժումներով և րիտառարգությունով՝ երկրի կեղևի խզումնային գոնաների հետ: Համոզեցուցիչ օրինակներ են տալիս տեսակետից 1827 թ. Մադկաձորի (6—7 բայանոց), 1679 թ. Երևանյան (8 բայանոց), 1840 թ. Արարատյան (8 բայանոց), 1937 թ. Երևանյան (Փարաքարի, 7 բայանոց) և այլ երկրաշարժերի առաջացրած հետևանքների մանրամասն ուսումնասիրությունները: Այդ օրինակները պատկերված են № 1 նկարի վրա:

Փաստական նյութի սեյսմոտեկտոնիկ անալիզը հնարավորություն է տալիս մեկ հետևյալ կերպ բացատրելու վերը նշված երևույթը՝ Սեյսմոակտիվ խզումնային գոնաների կետում առաջացած զլխավոր կամ ուժեղ սեյսմիկ հարվածը առաջացնում է նոր լրացուցիչ տեղաշարժեր խզվածքի այլ կետերում և, հետևարար, ծնում է երկրի մակերևույթի ածանցյալ տատանումներ այն տիրույթում, որոնք գտնվում են այդ կետերի (ածանցյալ օջախների) հորիզոնական պրոեկցիոյի շուրջը: Համընդհանուր տատանումների ուրիշ զեղքերում, երբ միաժամանակ առաջացած ցնցումների վայրերը գտնվում են տարբեր ուղղությունների վրա՝ զլխավոր սջախի էպիկենտրոնի նկատմամբ, ըստ երևույթին, դործի է զրվում սեյսմոգեն խզումների որոշակի սխեմա, որոնք կապված են մեկը մյուսի հետ՝ հատվելով միմյանց հետ կազմում են ընտրող դիգոնիկտիվ հանգույցներ (6): Ուսումնասիրվող երևույթի այսպիսի պատճառաբանումը բավարար կերպով համընկնում է կարկառուն սեյսմոլոգ Ա. Գ. Փամբուրցևի տեսական դրույթների հետ (11):

#### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> Л. А. Варданянц, Сейсмоструктурология Кавказа, Труды Сейсмологического института АН СССР, № 64, М.-Л., 1935. <sup>2</sup> Е. И. Бюс, Сейсмические условия Закавказья, часть I, Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1948. <sup>3</sup> А. Sieberg, Geologie Erdbeben. Handbuch der Geophysik, h. v. В. Gutenberg, Bd. IV, Berlin, 1930. <sup>4</sup> С. А. Пурюзян, Новые данные по сейсмоструктурологии Большого Ереванского района. ДАН Арм. ССР, № 5, 1966. <sup>5</sup> Հովհաննես Եպիսկոպոս Շահխաթունյանց, Տեղագրություն էջմիածնի դավառի և հիմնական դավառոց Արարատայի հատոր II, էջմիածին, 1842. <sup>6</sup> С. А. Пурюзян, Опыт уточнения исходной сейсмической балльности для целей микрорайонирования, Бюллетень по инженерной сейсмологии № 3—4. Изд. Комиссии по инженерной сейсмологии АН СССР, ИССС АН ТаджССР и ИГИС АН АрмССР, Душанбе, 1966. <sup>7</sup> Х. Ф. Линч, Армения, Путевые очерки и этюды. Т. I. Перевод с английского, Тифлис, 1910. <sup>8</sup> С. Ritter, Die Erdkunde. Band VII, Teil X. Die Erdkunde von Asien, Berlin, 1843. <sup>9</sup> А. Т. Асланян, Глубинный разлом у г. Еревана, Сборник аннотаций докладов VI научно-техн. конференции проф. преподав. состава ВТУЗ-ов Закавказья. Изд. Ерев. унив-та, Ереван, 1955. <sup>10</sup> М. Г. Агабеков и Ф. С. Ахмедбейли, Геологическая интерпретация сейсмичности Закавказья, Тезисы докладов на совещании по сейсмическому районированию Кавказа, Баку, 1957. <sup>11</sup> Г. А. Гамбургцев, Состояние и перспективы работ в области прогноза землетрясений, Бюлл. Совета по сейсмологии, № 1, М., 1955.