

Н.К.КАРАПЕТЯН

**МЕХАНИЗМ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
АРМЯНСКОГО
НАГОРЬЯ**

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԿԱՐՄԻՐ ԴՐՈՇԻ ՇՔԱՆՇԱՆԱԿԻՐ
ԳԵՈՖԻԶԻԿԱՅԻ ԵՎ ԻՆԺԵՆԵՐԱՅԻՆ ՍԵՅՄՈԼՈԳԻԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Ն. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԽԱՐՀԻ
ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՄԱՆ
ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ

(ՍԵՅՄՄԻԿ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ)

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

Н. К. КАРАПЕТЯН

4776
МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АРМЯНСКОГО
НАГОРЬЯ

(СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1986



*Печатается по решению ученого совета Ордена Трудового
Красного Знамени Института геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР*

*Ответственный редактор—член-корреспондент
АН Армянской ССР
А. Т. Асланян*

*Рецензенты: канд. геол.-мин. наук С. Н. Назаретян,
канд. физ.-мат. наук А. Х. Багрямян*

Карапетян Н. К.

Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья (сейсмические условия). /Ответ. ред. А. Т. Асланян; АН АрмССР, Ин-т геофизики и инж. сейсмологии.—Ер.: Изд-во АН АрмССР. 1986.—228 с.

В монографии приводятся результаты изучения сейсмических условий Армянского нагорья. Исследована сейсмичность Армянского нагорья в пространстве и во времени. Анализ сейсмичности проводится по отдельным сейсмоактивным регионам, на которые разделена вся исследуемая территория. Рассмотрена сейсмическая взаимосвязь этих регионов. В работе приводится каталог землетрясений Армянского нагорья силой 5 баллов и более за 2500 лет.

Результаты исследования будут служить основой при установлении механизма возникновения землетрясений Армянского нагорья.

Монография представляет интерес для специалистов, работающих в области сейсмологии, сейсмостроительства, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прогноз землетрясений является одной из важных проблем современной науки. Решение этой проблемы имеет большое народнохозяйственное значение для сейсмоактивных областей нашей страны, в том числе для территории Армении.

Первоочередной задачей сейсмологии при исследовании проблемы прогноза землетрясений является изучение сейсмических условий и установление механизма возникновения землетрясений на рассматриваемой территории. С целью определения механизма возникновения землетрясений в первую очередь необходимо изучить механизм очагов отдельных землетрясений. На основании полученного достоверного фактического материала становится возможным сделать выводы о геодинамике региона по сейсмологическим данным, а именно, определить действующие поля напряжений и динамическое состояние земной коры в регионе.

Путем сопоставления этих результатов с реальной геотектонической и геофизической обстановкой устанавливается механизм и степень концентрации напряжений в отдельных тектонических зонах, что позволяет получить представление о способах реализации напряжений в очагах землетрясений, т. е. установить механизм возникновения землетрясений на рассматриваемой территории.

Исследование «Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья» состоит из двух разделов: I. Сейсмические условия и II. Процесс возникновения землетрясений.

Настоящая работа посвящена первому разделу проведенного нами исследования, в котором приводятся результаты изучения сейсмичности Армянского нагорья в пространстве и во времени.

На основании составленного каталога ощутимых землетрясений Армянского нагорья силой 5 баллов и более за 2500 лет проведен анализ сейсмичности отдельных сейсмоактивных регионов, на которые была разделена вся исследуемая территория Армянского нагорья. Построены графики повторяемости и хода сейсмического процесса во времени, а также пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса. Рассмотрен вопрос миграции очагов землетрясений с установлением скорости и направления миграции. Вычислена суммарная энергия земле-

трясений и дано ежегодное распределение энергии по отдельным регионам в течение последних пятидесяти лет. Проведен сравнительный анализ сейсмичности отдельных регионов. Исследованы сейсмические условия всей рассматриваемой территории Армянского нагорья в целом.

Во втором разделе исследования будут даны результаты определения механизма очагов землетрясений и условий их возникновения.

Путем сопоставления динамических параметров очагов землетрясений с сейсмоактивными линеamentами и геофизическими полями района будет выявлен механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ
АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Территория Армянской ССР входит в Средиземноморско-Транскавказский сейсмический пояс. Она является одной из наиболее сейсмоактивных зон нашей страны. В связи с этим нами проведено исследование сейсмических условий на территории Армянской ССР и прилегающих областей: Азербайджанской ССР, Грузинской ССР, Ирана и Турции.

Исследуемая территория занимает площадь 320 тыс. кв. км. Она ограничена с юга 38° северной широты, а с запада 39° восточной долготы. Северной, северо-восточной и восточной частями исследуемой территории являются соответственно Аджаро-Триалетский хребет, Малый Кавказ и Талыш. Эта территория охватывает в основном Армянское нагорье и известна очень сильными землетрясениями как в прошлом, так и в настоящее время.

В результате систематизации макросейсмических и инструментальных данных о землетрясениях на этой территории с магнитудой $M \geq 4$ нами составлен Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья.

§ 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ
(МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ)

Первые в той или иной мере подробные сведения о землетрясениях Армении за исторический период содержатся в летописях, составленных, в основном, очевидцами. Эти летописи в виде рукописей собраны в Институте древних рукописей имени Маштоца при Совете Министров Армянской ССР (Матенадаране). Они дают сведения о землетрясениях Армении за период более чем 2000 лет и носят описательный характер.

Примерно с середины XIX века появляются первые опубликованные исследования по макросейсмическому обследованию землетрясений Армении и прилегающих областей. Эти публикации содержат результаты макросейсмических обследований земле-

трясений, проведенных самими авторами, а также сделанные ими обобщения рукописей очевидцев более ранних землетрясений [52, 53, 56, 76, 92, 38 и др.].

Первый сводный каталог землетрясений России, куда вошли и землетрясения Армении, был составлен И. В. Мушкетовым и А. П. Орловым в конце прошлого века [91]. Ими на карте землетрясений России были нанесены эпицентры некоторых сильных землетрясений Армении и окомтурены области их распространения.

В 1942 году В. А. Степаняном была издана «Краткая хронология наиболее значительных землетрясений в исторической Армении и в прилегающих районах» и дан исторический обзор этих землетрясений [120, 121]. В дальнейшем на основании сведений о землетрясениях, имеющихся в Матенадаране, а также других опубликованных данных эта работа автором была значительно расширена [122]. В ней приведены макросейсмические данные о 795 землетрясениях, происшедших в Армении и прилегающих областях до начала XX века, а также дано краткое описание сильных и разрушительных землетрясений первой половины XX века.

Е. И. Бюсом был составлен каталог макросейсмических наблюдений в Закавказье, в котором в хронологическом порядке описаны 2530 землетрясений разной силы, ощущавшихся на территории Закавказья за время с 139—1950 гг. [36]. Там же дается список всех пунктов (свыше 1500), упоминаемых в «Хронологии», который интересен тем, что приводятся все землетрясения, которые ощущались в каждом пункте, с указанием времени события и силы подземного толчка в баллах.

Продолжением «Хронологии» Е. И. Бюса явилась монография А. Д. Цхакая и В. Г. Папалашвили «Сейсмические условия Кавказа», в которой авторы приводят каталог ощущавшихся землетрясений Кавказа за период 1951—1970 годы [127].

Макросейсмические данные о землетрясениях Кавказа за 1971—1972 гг., 1973 г., 1974 г. и 1975 г. даны в работах [100, 101, 102, 103].

Описание отдельных крупных землетрясений как по макросейсмическим, так и по инструментальным данным опубликованы в приложениях к квартальному бюллетеню центральной сейсмической станции «Тбилиси» [33, 34, 35 и др.], в трудах Института сооружений Грузинского филиала АН СССР [31, 128 и др.], Института геофизики АН Грузинской ССР [80 и др.] и Сейсмологического института АН СССР [44 и др.], в Сейсмологических бюллетенях Кавказа [15, 16 и др.], в бюллетенях сильных землетрясений в СССР [30], ежегодниках «Землетрясения в СССР» [50, 14 и др.], в Известиях АН Армянской ССР [57, 61 и др.], а также в отдельных монографиях [4, 112 и др.].

Для выявления соотношений между основными чертами геологического строения и сейсмической активностью определенного района отдельными авторами географическое распределение землетрясений связывается с теми или иными особенностями геологического строения этого района и составляются соответствующие схемы. В связи с этим производится сбор и определенная систематизация данных о землетрясениях этого региона. По Кавказу имеется несколько таких опубликованных схем.

Первая попытка установления связи Кавказских очагов с общей дислокацией страны сделана в 1926 г. А. И. Михалевским, составившим карту сейсмических областей Кавказа за период 1891—1917 гг. [88]. На основании этой карты А. И. Михалевский пришел к заключению, что сейсмическая активность Кавказа возрастает с запада на восток, в особенности по южному склону главного хребта и по всему Закавказью, где происходят частые и довольно разрушительные землетрясения. Им же впервые были определены по макросейсмическим данным глубины залегания некоторых землетрясений Кавказа, значения которых имеют ориентировочный характер [87].

Л. А. Варданянцем в опубликованной в 1935 г. работе о сейсмотектонике Кавказа были сопоставлены выявленные им вероятные сейсмические очаги и тектоническое строение сейсмических областей Кавказа [37]. При этом автором был переработан статистический материал макросейсмических наблюдений по Кавказу за 150 лет и выявлены несколько десятков «вероятных» (в отношении расположения) сейсмических очагов, которые он приурочивал к тектоническим «узлам» и линиям.

В опубликованной К. Н. Паффенгольцем в 1946 г. сейсмотектонической карте Малого Кавказа территория разделена на ряд тектонических зон [105]. На основании сопоставления сейсмических элементов Малого Кавказа со структурно-тектоническими особенностями этих зон К. Н. Паффенгольцем были выделены зоны сейсмически более активные и составлена схематическая сейсмическая карта Малого Кавказа.

В. В. Белоусовым, И. В. Кирилловой и А. А. Сорским в 1952 г. была составлена схема сопоставления тектоники и сейсмичности Кавказа, согласно которой восточный Кавказ имеет большую сейсмическую активность, чем западный [17]. На схеме эпицентры разрушительных землетрясений (или плейстосейстовые области) расположены на границах областей поднятий или опусканий; области сгущения слабых землетрясений не совпадают с плейстосейстовыми областями разрушительных землетрясений.

В нашей работе о сейсмичности Кавказа даны карты эпицентров за периоды 1928—1952 гг. и 1953—1957 гг., построенные с учетом точности определения их координат и глубины залегания очагов землетрясений [61]. Проведен подробный анализ распре-

деления эпицентров на этих картах, а также сейсмичности отдельных зон по инструментальным и макросейсмическим данным и их сопоставление с тектоникой. В результате сделан вывод, что очаги землетрясений в отдельных зонах в основном приурочены к границам областей поднятий и опусканий или же к разрывам.

В монографии А. Т. Асланяна «Региональная геология Армении», опубликованной в 1958 г., в одном из разделов на основании накопленного за последние 10—15 лет нового фактического материала дается обзор сейсмотектоники Армении [11]. Приводится детальное распределение очагов землетрясений в плане тектонической зональности среднетретичного времени. При этом выделены семь зон и дана их сейсмическая характеристика. Исходя из результатов изучения геологических и грунтовых условий, автор предлагает ряд рекомендаций, которые могут быть использованы при региональном и локальном сейсмическом районировании.

Зависимость сейсмической активности от частоты перестройки тектонического плана, характера новейших движений, их относительного возраста и, самое главное, контрастности новейших тектонических движений на Кавказе была установлена И. В. Кирилловой, Е. Н. Люстихом, В. А. Растворовой, А. А. Сорским и В. Е. Хаином при детальном анализе геотектонического развития и сейсмичности Кавказа [74]. В результате проведенного анализа авторы приходят к выводу, что «все продольные, вытянутые в соответствии с общекавказскими простираниями сейсмические зоны, по-видимому, связаны с глубинными разломами меньшей глубины заложения. Поперечные, ориентированные вкост общекавказскому простиранию или под значительным углом к нему сейсмические зоны соответствуют, вероятно, зонам глубинных разломов более глубокого заложения». При этом, как отмечают авторы, районы, где эти зоны в плане перекрещиваются, отличаются наибольшей сейсмичностью.

В монографии А. А. Габриеляна «Основные вопросы тектоники Армении» освещены также вопросы сейсмотектоники Армении. Более детально вопросы сейсмотектоники им рассмотрены в работе «Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смежных частей Антикавказа», в которой, сопоставив сейсмичность Армении с новейшей тектоникой, он приходит к выводу, что очаги землетрясений на Антикавказе генетически связаны с разрывными нарушениями, в основном с тремя крупными, древними, но обновленными в неотектоническом этапе разломами: Анкаван-Сюникским, Приараксинским и Транскавказским субмеридиональным разломом [39]. Автор считает, что очаги землетрясений с балльностью семь и более приурочены преимущественно к тем районам, которые испытывали неоднократную перестройку

тектонического плана и характеризуются высокой активностью новейших движений дифференциального характера.

С. А. Пирузяном с целью выявления тектонических критериев сейсмичности Ереванского района проведена систематизация макросейсмических данных о землетрясениях этого региона силой 3—4 балла и выше за период 851—1962 годы [106]. При этом им уточнена интенсивность наиболее сильных землетрясений прошлых лет путем инженерного анализа древних сооружений, расположенных в эпицентральных областях этих землетрясений.

В. И. Бунэ, И. В. Кирилловой, И. В. Ананьиним, Н. А. Введенской, Г. И. Рейснером и В. Н. Шолпо при оценке максимальной сейсмической опасности Кавказа проведена систематизация сейсмических наблюдений [25].

Сейсмические наблюдения широко использованы Б. А. Борисовым, Г. И. Рейснером и В. Н. Шолпо при оценке сейсмической опасности в Альпийской складчатой области, куда входит и территория Армении [21]. Сейсмо-тектонический каталог землетрясений Кавказа составлен Б. А. Борисовым и Г. И. Рейснером [20].

Сейсмо-геофизическая характеристика Кавказа дана в работе А. А. Борисова и Г. А. Шенкарёвой [19].

Рассмотрев геологические критерии сейсмичности Армении, А. А. Габриелян определил задачи сеймотектонических исследований в Армении [40]. А. А. Габриеляном и С. А. Пирузяном составлена сеймотектоническая схема Армении, основанная на карте новейшей тектоники [41]. Эта схема дополнена и уточнена А. А. Габриеляном, С. А. Пирузяном и Г. П. Симоняном [42]. В дальнейшем А. А. Габриеляном, О. А. Саркисяном и Г. П. Симоняном опубликована монография «Сеймотектоника Армянской ССР», в которой рассмотрены вопросы сеймотектоники территории Армении и сопредельных частей Кавказа—Анатолии и Ирана. Ими на основании геологических данных и сейсмостатистики сильных землетрясений проведено сейсморайонирование территории Армянской ССР [43].

А. Т. Асланяном в 1981 г. опубликованы результаты исследований по основным чертам геологического строения Армянской ССР, расположенной в пределах складчато-глыбового горного сооружения Малого Кавказа, и сделан вывод, что особенности тектоники Малого Кавказа могут быть объяснены при принятии концепции, согласно которой вследствие сближения Аравийской и Русской платформ находящиеся между ними литосферные плиты сдавливались, что сопровождалось процессами продольного изгиба земной коры и субдукции плит [12].

Переходя к истории развития инструментальных наблюдений на Кавказе, следует отметить, что они начались свыше 80 лет тому назад.

Первая сейсмическая станция на Кавказе была основана в Тбилиси в конце 1899 г., после разрушительного Ахалкалакского землетрясения. Однако наличие на Кавказе только одной сейсмической станции «Тбилиси», оснащенной горизонтальным маятником Ребера—Элерта с фотографической регистрацией, не могло обеспечить инструментальное определение координат эпицентров даже сильных землетрясений Армении.

В июле 1903 г. начала работу вторая телесеизмическая станция на Кавказе, открытая в Баку и оснащенная горизонтальным маятником системы Цельнера—Репсольда с оптической регистрацией.

В 1906 г. была открыта сейсмическая станция «Пулково», оборудованная цельнеровскими маятниками с гальванометрической регистрацией, электромагнитным затуханием и с оптической регистрацией, без затухания.

Оснащение станции «Пулково» в 1907 г. сейсмографами системы Голицына с гальванометрической регистрацией и магнитным затуханием позволило использовать записи этой станции вместе с сейсмограммами сейсмических станций «Тбилиси» и «Баку» для инструментального определения координат эпицентров сильных землетрясений Армении.

Этому способствовало также открытие на Кавказе в период 1902—1908 гг. сейсмических станций 2-го класса, оборудованных приборами Боша с механической регистрацией: «Балаханы», «Боржом», «Зурнабад», «Шемаха», которые функционировали до 1917—1918 гг.

Организация к 1932 г. сейсмических станций «Ереван», «Грозный», «Сочи» и «Пятигорск», оборудованных горизонтальными сейсмографами системы П. М. Никифорова с прямой оптической регистрацией, специально предназначенными для записи близких землетрясений, положила начало созданию сети региональных сейсмических станций Кавказа. До 1940 г. на Кавказе, не считая кратковременно работающих станций («Балаханы», «Батуми», «Дербент», «Они» и др.), имелось всего восемь станций: «Баку», «Гори», «Грозный», «Ереван», «Зугдиди», «Пятигорск», «Тбилиси» и «Сочи». Эти станции не были оборудованы однотипной аппаратурой, и служба времени была поставлена не одинаково хорошо. Незначительная сила большинства землетрясений Кавказа, с одной стороны, а также весьма далекое расположение друг от друга этих восьми станций,—с другой, явились причиной того, что часто землетрясения записывались только двумя близлежащими

станциями. А это лишало возможности достоверно определять положения очагов слабых землетрясений.

Открытие за период с 1940 по 1951 гг. станций «Абастумани», «Бакуриани», «Боржоми», «Ленинакан», «Ленкорань», «Шемаха», «Ахалкалаки», «Кировабад», «Нахичевань», «Махачкала», «Цихис-Джвари», «Степанаван» и «Горис» и установка на многих станциях Кавказа однотипной широкополосной аппаратуры СГК и СВК с увеличением порядка 1000 и больше намного повысило количество записываемых землетрясений. При этом каждое землетрясение регистрировалось уже несколькими станциями, т. е. появилась возможность определять положения эпицентров землетрясений Армянского нагорья и Малого Кавказа с определенной точностью.

Таким образом, в конце 1951 г. была в основном завершена организация региональной сети сейсмических станций Кавказа.

В дальнейшем на территории Грузии были открыты новые станции: «Душети» (1953 г.), «Богдановка» (1954 г.), «Гегечкори» (1957 г.), «Они» (1967 г.), «Лагодехи» (1968 г.), «Цебельда» (1962 г.), «Хаиши» (1967 г.), «Саберию» (1968 г.) и др., которые повысили число записываемых землетрясений в основном на территории Грузии.

На территории Армении были открыты сейсмические станции «Варденис», «Каджаран», «Кармракар» и др., а в Азербайджане — «Мингечаур», «остров Жилой», «Шеки» и др.

В Дагестане в июле 1973 г. были открыты три сейсмические станции: «Буйнакс», «Дылым» и «Дружба».

Нами совместно с другими сейсмологами Кавказа с целью составления Атласа землетрясений в СССР были переопределены эпицентры землетрясений Кавказа за период с 1912—1959 гг. и произведена их классификация по силе и точности определения [13].

В дальнейшем при построении проекта карты сейсмического районирования территории Армянской ССР нами по данным Атласа землетрясений в СССР и Бюллетеня сейсмических станций СССР составлен каталог эпицентров землетрясений для исследуемого района [62, 64]. Каталог составлен для периода с 1899 г. по 1960 г. В нем приведены также данные о сильных землетрясениях 1961 г., 1962 г. и начала 1963 г.

Начиная с 1962 г. инструментальные данные о землетрясениях Армянского нагорья и Малого Кавказа публикуются в ежегодных изданиях сборника «Землетрясения в СССР» [50]. При этом определение координат эпицентров производится путем использования сейсмограмм сейсмических станций Кавказа и соседних сейсмоактивных зон (Копетдагской, Крымской и т. д.).

В настоящее время на Кавказе инструментальные наблюде-

ния над землетрясениями производятся на более чем 50 сейсмических станциях.

На территории Грузинской ССР расположены станции: «Абастумани», «Ахалкалаки», «Бакуриани», «Барисахо», «Богдановка», «Гегечкори», «Гори», «Дманиси», «Душети», «Зугдиди», «Лагодехи», «Мтацминда», «Они», «Саберно», «Тбилиси», «Ткибули», «Триалети», «Хаиши», «Цебельда».

На территории Азербайджанской ССР расположены станции: «Баку», «Джебраил», «Закатала», «Имишли», «Кировабад», «Куба», «Ленкорань», «Лок Батан», «Мингечаур», «Нахичевань», «остров Жилой», «Пиркули», «Шеки», «Шемаха».

На территории Армянской ССР имеются сейсмические станции: «Бавра», «Варденис», «Гарни», «Горис», «Джермук», «Ереван», «Каджаран», «Кармракар», «Ленинакан», «Мецамор», «Паракар», «Степанаван».

На Северном Кавказе расположены станции: «Буйнакск», «Грозный», «Дружба», «Дылым», «Махачкала», «Пятигорск», «Сочи».

Такое расположение сейсмических станций Кавказа и имеющаяся аппаратура на этих станциях в настоящее время обеспечивают на территории Армянской ССР представительность землетрясений с $K \geq 9$. Однако для всей исследуемой территории Армянского нагорья и Малого Кавказа представительными являются землетрясения с $K \geq 10$.

§ 2. СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КЛАССОМ, МАГНИТУДОЙ И БАЛЛЬНОСТЬЮ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Сведения о разрушительных и сильных землетрясениях, происшедших на территории Армянского нагорья, имеются начиная с VI века до н. э. Использование при изучении сейсмических условий исследуемой территории данных о сильных землетрясениях за весь исторический период способствует получению более надежных и достоверных результатов.

По имеющимся описаниям сильных землетрясений можно, в первом приближении, оценить их интенсивность в баллах. Вычислить энергию или определить их магнитуду прямым путем, естественно, не представляется возможным. Определить энергию землетрясения путем вычисления энергии упругих сейсмических волн, даже для землетрясений последнего столетия, не всегда удается. Следовательно, для массовой, единой оценки энергии землетрясений исследуемой территории необходимо иметь возможность перехода от балла землетрясения к его энергии или магнитуде, а также определения энергии землетрясения по дальности регистрации сейсмических волн.

Таким образом, для массовой классификации землетрясений Армении по энергии или магнитуде необходимо определить соотношения, связывающие энергию очага, балльность в эпицентре и магнитуду землетрясения.

Для землетрясений Армянского нагорья зависимости между магнитудой и балльностью в эпицентре землетрясения для глубин залегания очагов в 10—15 км нами получены в виде [63]:

$$\begin{aligned} M &= 0,48J + 1,66 \text{ при } M \leq 5,5 \\ M &= 0,75J - 0,50 \text{ при } M \geq 5,5 \end{aligned} \quad (1.1)$$

Эти зависимости можно представить также в виде:

$$\begin{aligned} J &= 2,08 M - 3,46 \text{ при } M \leq 5,5 \\ J &= 1,33 M + 0,67 \text{ при } M \geq 5,5 \end{aligned} \quad (1.2)$$

Между энергией E , выраженной в джоулях, и магнитудой M землетрясения существуют зависимости [111, 145]:

$$\lg E = 4 + 1,8 M \quad (1.3)$$

для землетрясений с $M < 6$

$$\begin{aligned} \text{и} \quad \lg E &= 8 + 1,1 M \\ \text{для землетрясений с } M &\geq 6 \end{aligned} \quad (1.4)$$

Подставляя в эти уравнения значения M из полученной нами формулы (1.1), для слабых землетрясений при глубине залегания очагов в 10—15 км установим зависимости между классом энергии $K = \lg E_{\text{дж}}$ и балльностью J в эпицентре в виде:

$$K = 7,0 + 0,86J \quad (1.5)$$

и для сильных разрушительных землетрясений в виде:

$$K = 7,45 + 0,83J. \quad (1.6)$$

С целью установления корреляционной связи между дальностью регистрации и магнитудой землетрясений для исследуемой территории построен график зависимости предельной дальности регистрации землетрясений (приборами общего типа) от их магнитуды.

Согласно этому графику [58]:

$$M = 2,08 + 1,66 \lg \Delta_{\text{мах}}. \quad (1.7)$$

Тогда зависимости предельной дальности регистрации от энергетического класса и балльности в эпицентре землетрясения при глубине залегания очага в 10—15 км будут выражаться уравнениями:

$$K = 7,74 + 3 \lg \Delta_{\max}, \quad (1.8)$$

$$J_0 = 0,87 + 3,45 \lg \Delta_{\max}. \quad (1.9)$$

В целях массовой классификации землетрясений Армянского нагорья по энергии или магнитуде нами составлена энергетическая шкала, которая включает 12 классов (табл. 1). При этом энергии землетрясений каждого последующего класса больше энергии предыдущего класса в 10 раз. Первый класс, обозначенный в табл. 1 цифрой 7, соответствует энергии 10^7 Дж или же седьмому энергетическому классу $K = \lg E = 7$. Следовательно, двенадцатый класс, обозначенный цифрой 18, будет соответствовать энергии 10^{18} Дж, или же восемнадцатому энергетическому классу $K = \lg E = 18$.

Вычисление энергетического класса K землетрясений Армении в возможных случаях производилось непосредственно из сейсмограмм по максимальным амплитудам объемных волн с использованием номограммы Т. Г. Раутян.

Таблица 1

Соотношения между энергетическим классом, магнитудой и балльностью землетрясений

Энергетический класс $K = \lg E_{\text{Дж}}$	Магнитуда	Сила землетрясения в баллах	Предельная дальность регистрации в км
7	$1\frac{1}{2} \leq M < 2$	1	100
8	$2 \leq M < 2\frac{1}{2}$	2	200
9	$2\frac{1}{2} \leq M < 3\frac{1}{4}$	3	400
10	$3\frac{1}{4} \leq M < 3\frac{3}{4}$	4	800
11	$3\frac{3}{4} \leq M < 4\frac{1}{4}$	5	1600
12	$4\frac{1}{4} \leq M < 4\frac{3}{4}$	6	3200
13	$4\frac{3}{4} \leq M < 5\frac{1}{4}$	7	6400
14	$5\frac{1}{4} \leq M < 6$	8	12800
15	$6 \leq M < 6\frac{3}{4}$	9	—
16	$6\frac{3}{4} \leq M < 7\frac{1}{2}$	9—10	—
17	$7\frac{1}{2} \leq M < 8\frac{1}{2}$	10—11	—
18	$8\frac{1}{2} \leq M$	12	—

Значения магнитуды M и балльности J для отдельных классов, а также предельная дальность регистрации, соответствующая каждому энергетическому классу, определены с помощью формул (1.1) ÷ (1.9).

Границы магнитуд, указанные в табл. 1 для каждого энергетического класса, получены при условии изменения величины данного энергетического класса в пределах от больше половины предыдущего класса и до меньше половины последующего класса.

Так, например, седьмой энергетический класс имеет границы магнитуд от $1\frac{1}{2}$ до 2, что примерно соответствует K от 6,5 до 7,5.

В табл. 1 предельная дальность регистрации дана только для первых восьми классов с $K=7-14$, так как практически, начиная с пятнадцатого энергетического класса землетрясение может быть записано многими (вернее большинством) сейсмическими станциями мира и понятие о дальности регистрации теряет свой смысл.

Энергетическая шкала нами апробирована при значительных землетрясениях Армении, происшедших за последние пятнадцать лет: Спитакском 31 января 1967 г., Зангезурском 9 июня 1968 г., Ереванском 16 июня 1973 г., Шахназарском 30 марта 1974 г., Ардаханском 27 апреля 1976 г., Ереванском 25 февраля 1978 г. и т. д. Для этих землетрясений определены независимо магнитуда, балльность в эпицентре, энергетический класс и дальность регистрации. В результате такой апробации показана надежность составленной нами шкалы, которую можно с уверенностью использовать при интерпретации наблюдений над землетрясениями Армянского нагорья.

§ 3. КАТАЛОГ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

В настоящее время имеется ряд каталогов, в том числе турецких [132, 144 и др.] и иранских [139, 153 и др.] исследователей, где приводятся также данные о землетрясениях Армянского нагорья. Опубликовано много других работ, в которых дается инженерный анализ сильных и разрушительных землетрясений Армянского нагорья с описанием повреждений зданий и сооружений, характера этих повреждений и др. Издан Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. [95], одним из составителей которого по разделу «Кавказ» является и автор настоящей работы. В этом Каталоге дана наиболее полная сводка сведений о землетрясениях Кавказа за весьма большой промежуток времени. Однако в Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР не вошли землетрясения большей части Ванского региона, все землетрясения Эрзинджан-Бингёльского региона, а также часть землетрясений Черноморско-Байбуртского региона, в то время как эти землетрясения имеют существенное значение в сейсмической жизни Армянского нагорья. Отсюда необходимость составления полного каталога сильных землетрясений на территории Армянского нагорья.

При составлении Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья нами широко использованы соотношения между энер-



гетическим классом, магнитудой и балльностью землетрясений, полученные для этой территории.

Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья нами составлен по материалам, имеющимся в литературных источниках, а также по результатам исследований, проведенных нами по изучению землетрясений, происшедших на исследуемой территории.

Наиболее полные данные о землетрясениях Армянского нагорья имеются в работах Г. Абиха [2, 131], Е. Алсана, Л. Тезучана и М. Бота [132], Н. Н. Амбрасейса [134], Н. Н. Амбрасейса и К. П. Мелвиля [135], И. В. Ананьина, В. И. Бунэ, Н. А. Введенской и др. [8], А. Т. Асланяна [11], М. Берберяна [139], Р. Бринкмана [140], В. И. Бунэ и Т. П. Поляковой [26], Е. И. Бюса [36], Л. А. Варданянца [37], А. А. Gabriеляна, О. А. Саркисяна и Г. П. Симонына [43], А. Зиберга [162], Н. К. Карапетян [60, 61, 62, 65, 66], В. Карника [148], В. В. Кисловской [75], И. В. Кирилловой, Е. Н. Люстиха, В. А. Растворовой и др. [74], К. Костанянца [56], Ф. Т. Кулиева, В. А. Каспарова и др. [77], Н. В. Малиновского [81, 82, 83], И. Мушкетова и А. Орлова [91], М. С. Набави [153], С. М. Онуллахи [97], Н. Одчжала [154—156], К. Н. Паффенгольца [104, 105], Н. Пинара и Е. Лана [159], С. А. Пирузяна [106], С. В. Полякова [107], В. П. Спесивцевой, Г. П. Горшкова и В. В. Попова [117], В. А. Степаняна [120, 122], З. З. Султановой [123], А. Д. Цхакая и В. Г. Папалашвили [127], Н. В. Шебалина [129, 130], И. Штёклина [163], К. Эргина [144] и других [45, 48, 59, 73, 100—103, 114, 133, 151, 152, 160].

Сведения о землетрясениях Армянского нагорья также имеются в работах летописцев различных периодов истории Армении и прилегающих областей [3, 6, 7, 9, 10, 46, 47, 49, 51, 53, 54, 55, 72, 76, 84, 86, 89, 90, 93, 96, 98, 115, 118, 119, 124 и др.].

Результаты изучения отдельных крупных землетрясений, происшедших на исследуемой территории, опубликованы в работах [1, 4, 38, 57, 77, 78, 85, 92, 99, 112, 128, 137, 146, 149, 157, 158, 167 и др.].

Основные данные о землетрясениях Армянского нагорья приведены в Атласе землетрясений в СССР [13] и в Новом каталоге сильных землетрясений на территории СССР [95], а также в отечественных и зарубежных сейсмологических бюллетенях и сборниках [27, 28, 29, 30, 50, 146, 141—143, 164 и др.].

На основании анализа, переработки и обобщения имеющихся в вышеуказанных работах сведений составлена сводная хронология ощутимых землетрясений Армянского нагорья магнитудой четыре и более за 2500 лет, то есть с VI века до нашей эры и по 1980 год включительно, названная нами Каталогом сильных землетрясений Армянского нагорья.

В составленном нами Каталоге сильных землетрясений Армянского нагорья приводятся основные параметры землетрясений, а именно координаты эпицентров, глубины залегания очагов, силы землетрясений в баллах и их магнитуды. В тех случаях, когда невозможно было определить магнитуду землетрясения непосредственно по сейсмограммам, переход от силы землетрясения к магнитуде производился по полученной нами для землетрясений Армянского нагорья зависимости между магнитудой и балльностью в эпицентре землетрясения (I. I).

Энергетический класс землетрясений приводится в Каталоге для тех случаев, когда он определялся прямым путем, не зависящим от силы и магнитуды землетрясения.

Ошибка в определении каждого параметра землетрясения указана в виде класса точности. Определение класса точности проведено в соответствии с принятой в Новом каталоге сильных землетрясений на территории СССР градацией ошибок определения основных параметров землетрясения [95].

В отличие от Нового каталога сильных землетрясений на территории СССР, в Каталоге сильных землетрясений Армянского нагорья нами приводятся данные о механизмах очагов землетрясений, определенных макросейсмическим методом (по направленности первой изосейсты и афтершокам) и по инструментальным наблюдениям (по методам В. И. Кейлис-Борока и А. В. Вседенской).

Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья содержит сведения о 1158 землетрясениях. При этом 802 землетрясения являются основными толчками, а 356—форшоками и афтершоками. Из всего количества основных толчков 224 землетрясения с магнитудой $M \geq 4$ произошли до 1900 г., а 578—в течение 80 лет XX столетия. Однако следует учесть, что в первые девятнадцать столетий имела место некоторая потеря информации о землетрясениях.

Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья состоит из двух таблиц. В первой таблице даны сведения о координатах эпицентров и глубинах залегания очагов землетрясений, их магнитудах, энергетических классах и балльностях в эпицентрах, а также указаны районы максимального проявления землетрясений на поверхности земли. В примечаниях указаны афтершоки землетрясений. Во второй таблице Каталога собраны сведения о механизмах очагов сильных землетрясений Армянского нагорья.

В настоящей работе приведена первая таблица Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья (табл. 2).

Вторая таблица Каталога будет приведена во втором разделе исследования «Механизм возникновения землетрясений Армян-

ского нагорья» при рассмотрении процесса возникновения землетрясений.

В результате составления Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья представилась возможность использовать весь имеющийся материал о сильных землетрясениях при изучении сейсмических условий исследуемой территории и процесса возникновения землетрясений на этой территории.

КАТАЛОГ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Таблица 2

№ п/п	Дата и время возник- новения землетрясе- ния число, месяц, год, ч., мин.	Эпирен р			Глубина очага		Магнитуда		Интенсив- ность в эпи- центре		Район или название землетрясения	К	При- меча- ние
		φN о'	λE о'	класс	h км	класс	M	класс	J ₀ баллы	класс			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	550±50г. до н. э.	3945	4422	5	15	6	6 ¹ / ₄	5	9	1	Северо-восточный склон г. Б. Арарат		
2	139	3942	4418	6	15	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Гора Арарат		
3	427	4030	4631	7	10	6	6 ¹ / ₄	5	9	1	Между Авазлы и Гюрзалларом		
4	602—603	3844	4131	5	15	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Тарон (Муш)		
5	21/VII 735	3939	4530	4	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Вайоцдзорское		
6	Весной 851 ночью	4001	4435	4	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Двинское I		
7	855—856	3805	4616	6	15	6	5 ¹ / ₄	5	7—8	1	Тебриз		
8	Зимой 858	4001	4435	4	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Двинское II		
9	858	3805	4616	6	15	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Тебриз		
10	Весной 863	4001	4435	4	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Двинское III		
11	869	4001	4435	4	10	5	5	4	7—8	1	Двинское IV		
12	893	3815	4817	6	20	6	6 ¹ / ₄	5	8—9	1	Ардебиль		
13	Весной 893 ночью	4001	4435	4	5	5	5 ¹ / ₂	5	8—9	1	Двинское V		
14	906	3940	4509	5	15	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Вайоцдзор		
15	972	4018	4406	5	10	5	5	4	7—8	1	Талиш		
16	995	3844	3957	6	15	6	6 ¹ / ₄	5	9	1	Палу		
17	995	4037	4305	5	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Карс		
18	1002—1003—1004	4030	4316	5	20	5	4 ³ / ₄	4	6	1	Карс, Дигор, Ани		
19	1007	4030	4316	6	15	6	5	5	7	0	Карс, Дигор, Ани		
20	1011	3943	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское I		

Примечание. По техническим причинам в графе 2 часы и минуты даются без интервала, а в графах 3 и 4 первые две цифры означают градусы, две последующие—минуты.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	1040	3805	4616	5	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		
22	4/XI 1042	3805	4616	5	15	6	6	5	8—9	1	Тебриз		
23	1043—1044	4047	4350	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Ленинакан		
24	Летом 1045	3943	3930	5	10	5	6	4	9	1	Эрзинджанское II		2
25	1046	4031	4334	4	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Анийское I		
26	22/IV 1088	4123	4319	4	10	6	5 ¹ / ₄	5	8	1	Тмогвское		
27	1101	3828	4318	5	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Ван		
28	1104	4037	4305	6	25	5	5 ¹ / ₂	4	7	1	Карс		
29	Зимой 1111 ночью	3828	4321	6	15	5	6 ¹ / ₄	4	9	1	Ванское I		
30	1123	4021	4620	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Кировабад		
31	1132	4031	4334	4	15	5	5 ¹ / ₄	4	7—8	1	Анийское II		
32	1134	4030	4316	7	15	6	4 ³ / ₄	5	6—7	0	Армения		
33	1139	4024	4620	4	15	5	6 ¹ / ₄	4	9	1	Гянджинское		
34	1151	4037	4305	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Карс		
35	1161	3944	3930	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзинджанское III		
36	1165	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское IV		
37	1166	3944	3930	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзинджанское V		
38	1168	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское VI		
39	1170	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское VII		
40	11/1 1220	4042	4224	6	10	6	4 ³ / ₄	5	7	1	Кохбопор—Мшаванк		
41	1235	4040	4621	5	10	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Кировабад		
42	1236	3944	3930	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзинджанское VIII		
43	1245	3845	4229	5	15	6	5	5	7	1	Ахлат		
44	1251	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское IX		
45	1254	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское X.		
46	1261	3845	4229	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Ахлат		
47	1261	4128	4314	6	10	6	6 ¹ / ₄	4	8	1	Тмогви		
48	1266	3947	4024	5	10	5	6	4	9	1	Эрзинджан—Эрзурум		3
49	Зимой 1272	3805	4616	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		
50	14/IV 1275	4147	4337	6	30	5	6 ³ / ₄	4	8—9	2	Михетское		
51	1276	3854	4254	6	15	6	5	5	7	1	Ахлат, Эрджиш, Ван		
52	1281	3854	4256	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Эрджиш, Ахлат		
53	V 1287	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское XI		
54	8/XI 1304	3805	4616	5	15	5	5	4	7	1	Тебриз		
55	1308	3923	4614	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Татев		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
56	1308	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XII		
57	1314	3805	4616	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Гебриз		
58	1318	4150	4443	5	10	6	5 ³ / ₄	4	8-9	1	Мцхега		
59	1319	4031	4334	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Анийское III		
60	1319	3941	4418	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Арабат		
61	1319	3932	4602	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Сюник		
62	1363	3844	4133	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Муш		
63	1366	3944	3930	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзинджанское XIII		
64	1374	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XIV		
65	1422	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское XV		
66	1433	3944	3930	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзинджанское XVI		
67	1439	3836	4218	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Окрестности г. Немрут		
68	Летом 1441	3836	4211	4	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Гора Немрут		вулка- ниче- ское
69	1458	3954	4024	6	15	5	7	5	10	1	Эрзинджан, Эрзурум		
70	1463	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское XVII		
71	1482	3953	4023	6	15	5	7	5	10	1	Эрзинджан, Эрзурум		
72	1543	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XVIII		
73	5/XI 1576	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XIX		
74	1578	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XX		
75	1582	3844	4130	6	15	6	5	5	7	1	Муш-		
76	1584	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское XXI		
77	1605	4024	4336	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Ани, Карс		
78	1622	3932	4602	5	10	6	4 ¹ / ₄	5	6	1	Сисиан		
79	1623	3805	4616	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		
80	1633	3805	4616	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		
81	5/II 1641	3804	4618	6	15	6	6 ¹ / ₄	5	9	1	Тебриз, Оску, Хосровшах		
82	2/IV 1646 (или 1648) ночью перед рассве- том	3827	4326	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Ванское II		
83	1647	3944	4302	5	10	6	4 ¹ / ₄	5	6	1	Каракёсе		
84	1649	3805	4616	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
85	1650	3805	4616	6	15	6	5	5	7	1	Тебриз		
86	25/IV 1658 вечером	3926	4617	6	10	5	4 ³ / ₄	5	7	1	Галидзор		
87	1659	3955	4116	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Эрзурумское I		
88	1667	3944	3930	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзинджанское XXII		
89	1669	3827	4330	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Вараг		
90	1679	3944	4302	5	10	6	4 ¹ / ₄	5	6	1	Каракёсе		
91	4/VI 1679 0400	4007	4445	4	15	4	6	3	8—9	3	Гарнийское		12. VI афтер- шок с J ₀ ~6
92	8/IX 1679 1200	4007	4445	4	10	4	4 ¹ / ₂	3	7	3	Гарни		а 91
93	22/XI 1685	3830	4323	6	15	6	4 ¹ / ₄	5	5—6	1	Ван		
94	10/VI 1696	3822	4206	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Битлис		
95	15/III 1701	3828	4339	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Ван		
96	13/I 1704	3828	4339	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Ван		
97	27/I 1704	3822	4206	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Битлис		
98	1707	4037	4305	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Карс		
99	1712	3955	4116	6	15	6	4 ¹ / ₄	5	5—6	1	Эрзурумское II		
100	8/III 1715 Утром	3842	4330	5	15	5	5	4	7	1	Вач, Эрджиш		
101	16/IV 1721	3804	4618	5	15	6	6	5	8—9	1	Тебриз		
102	18/XI 1727	3804	4618	5	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тебриз		
103	1766	3959	4142	5	15	5	5	4	7	1	Пасинлер, Тортум, Испир		
104	X 1770	3955	4116	5	10	5	4 ³ / ₄	5	7	1	Эрзурумское III		
105	17/I 1780 2215	3812	4612	5	20	5	6 ¹ / ₂	4	9	1	Тебриз		
106	27/I 1781	3955	4116	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Эрзурумское IV		
107	1783	3942	4418	4	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Арагат		
108	19/VII 1783 или 1784	3944	3930	5	10	5	5 ¹ / ₄	4	8	1	Эрзинджанское XXIII		
109	1784	3843	4132	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Муш		
110	1785	4148	4200	5	5	5	4 ³ / ₄	4	7—8	1	Махарадзе		
111	1787	3804	4618	5	15	5	5	4	7	1	Тебриз		
112	1790	3955	4116	5	10	5	4 ³ / ₄	4	7	1	Эрзурумское V		
113	1791	3827	4326	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Ван		
114	1791	3804	4618	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Тебриз		
115	1794	3955	4118	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Эрзурумское VI		

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
116	29/X	1803	4143	4448	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Тбилиси		
117	11/X	1804 1700	4142	4448	5	10	5	4	4	5—6	1	Тбилиси		
118	21/II	1805 1900	4154	4354	5	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	Гори		
119	29/I	1819 1900	4143	4448	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Тбилиси		
120	25/IV	1826 1230	4040	4620	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Кировабад		
121	8/X	1827	4033	4442	4	10	4	5	3	7—8	4	Цахкадзорское		
122	20/X	1827 0900	4143	4448	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Тбилиси		
123	5/VII	1828 0300	4050	4434	4	15	5	4	4	5	1	Памбак		
124	4/X	1834 Утром	4050	4434	4	15	5	4	4	5	1	Памбак		
125	2/VII	1840 1600	3944	4423	5	20	4	6 ^{1/2}	3	8—9	5	Арабатское		
126	6/VII	1840	3943	4424	5	15	5	5	4	7	1	Гора Бол. Арабат	a	125
127	26/VII	1840	3942	4424	5	15	4	5	3	7	1	Гора Бол. Арабат	a	125
128	27/VII	1840 1600	3937	4445	5	10	5	5	4	7—8	1	Шарур, Арабат	a	125
129		1840	4006	4324	5	15	5	5	4	7	1	Каракёсе, Кагызман Игдыр		
130	6/VIII	1840	3930	4505	5	10	5	4	4	5—6	1	Шарур	a	125
131	14/VIII	1840 0700	4002	4402	5	20	5	4 ^{3/4}	4	6	1	Талин, Ханат, г. Арабат	a	125
132	7/XII	1840 0600	3923	4510	4	5	5	4 ^{1/2}	4	7	1	Шарур	a	125
133	13/IV	1841 1000	3912	4525	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Нахичевань	ф	134
134	17/V	1841 1900	3924	4507	4	15	5	5 ^{1/4}	4	7—8	2	Кивраг		
135	22/IX	1841 1600	3912	4525	5	20	5	5	4	6—7	1	Нахичевань	a	134
136	18/IV	1843	3835	4455	5	15	5	5 ^{1/2}	4	8	1	Хой		
137	1/I	1844	3955	4116	5	10	5	4 ^{1/2}	4	6—7	1	Эрзурумское VII		
138	24/V	1845 Ночью	4118	4329	5	10	4	4 ^{3/4}	3	7	1	Большая Кондура		
139	11/I	1846 0700	3912	4525	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Нахичевань		
140	29/X	1846 2100	4010	4431	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Ереван		
141	2/VIII	1847 0200	4143	4448	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Тбилиси		
142	28/I	1848 2000	4138	4300	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Ахалцихе		
143	4/II	1848 1600	3804	4618	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Тебриз		
144	20/II	1848 1700	3912	4525	6	15	6	4 ^{1/2}	4	6	1	Нахичевань		
145	20/II	1848 1800	3804	4618	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Тебриз		
146	7/VIII	1849 0630	3804	4618	5	10	5	4	4	5—6	1	Тебриз		
147	22/II	1850 1800	3912	4525	5	15	5	4	4	5	1	Нахичевань		
148	VI	1850	3955	4116	5	15	5	5	4	7	1	Эрзурумское VIII		
149	16/II	1851 2307	3804	4618	5	15	5	4	4	5	1	Тебриз		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
150	13/IV 1851 1500	3911	4535	4	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Даршинский кордон		
151	12/X 1851 0555	3804	4618	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Тебриз		
152	24/VI 1852 Вечером	3955	4116	5	10	5	4 ¹ / ₂	4	6—7	1	Эрзурумское IX		
153	19/IX 1852	3932	4409	5	15	5	4	4	5	1	Догубаязиди		
154	18/I 1853 0600	4038	4456	3	5	5	4 ¹ / ₂	3	7	1	Чибухлинское		
155	15/X 1853 2030	4125	4329	5	15	5	4	4	5	1	Ахалкалаки		
156	22/IX 1854	3804	4618	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Тебриз		
157	13/II 1856 0400	4159	4407	5	15	5	4	4	5	1	Гори		
158	14/II 1856	3840	3913	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Харберд		
159	30/X 1856	3804	4618	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Тебриз		
160	27/X 1857	3820	4524	6	15	5	5	4	7	1	Северное побережье оз. Резайе		
161	21/I 1859 1830	3959	4142	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Эрзурум, Пасинлер		
162	2/VI 1859 0700	3955	4116	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Эрзурумское X		
163	4/VI 1859	3804	4618	6	15	5	4	4	5	1	Тебриз		
164	11/VI 1859 1330	4143	4448	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Тбилиси		
165	13/VII 1859 0030	3955	4116	5	15	5	4	4	5	1	Эрзурумское XI		
166	4/XI 1860 0400	4133	4428	5	10	6	3 ¹ / ₄	4	5	1	Тетрисцкаро		
167	4/XII 1860	3955	4116	5	15	5	4	4	5	1	Эрзурумское XII		
168	2/III 1861 2025	3955	4116	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5—6	1	Эрзурумское XIII		
169	4/IV 1861 0000	4030	4615	5	15	5	4	4	5	1	Зурнабад		
170	24/V 1861 1300	3924	4730	6	35	5	6 ¹ / ₄	4	7	1	Южно-Азербайджанское		
171	25/VIII 1861 1600	4044	4452	5	15	5	4	4	5	1	Дилижан		
172	3/V 1863 1700	4030	4615	5	15	5	4	4	5	1	Зурнабад		
173	3/I 1864	3815	4817	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Ардебиль		
174	20/IX 1864 0435	4141	4423	5	15	5	4	4	5	1	Манглиси		
175	22/X 1865 1725	4030	4615	5	15	5	4	4	5	1	Зурнабад		
176	22/VII 1866	3824	3924	5	15	6	5 ¹ / ₂	5	8	1	Южное побережье оз. Гельджюк		
177	1866	3955	4116	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Эрзурумское XIV		
178	23/VII 1867 1200	4035	4618	4	15	4	5 ¹ / ₄	3	7—8	3	Зурнабадское		
179	25/XI 1867 1500	4030	4615	5	15	5	4	4	5	1	Зурнабад		
180	18/II 1868 1700	4115	4340	5	15	4	4 ³ / ₄	3	6—7	3	Спасское		
181	25/II 1868 1110	4012	4206	6	20	5	5 ¹ / ₄	4	7	1	Эрзурум, Карс		
182	18/III 1868 1430	4002	4645	5	35	4	6	3	7	2	Шуша, Зурнабад		

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
183	31/III	1868 0245	4010	4206	6	20	5	5 ¹ / ₄	4	7	1	Эрзурум, Карс		
184	11/IV	1868 0330	4016	4207	6	20	5	5 ³ / ₄	4	8	1	Карс, Нижний		
185	25/IV	1868	4012	4205	6	20	5	5 ¹ / ₄	4	7	1	Васен, Эрзурум		
186	3/I	1869 0000	3804	4618	5	15	5	4	4	5	1	Эрзурум, Карс		
187		1869	4037	4305	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	Тевриз		
188	28/XI	1869 1900	4080	4615	5	15	5	4	4	5	1	Карс		
189	26/XII	1869 1900	4041	4416	4	7	4	4 ³ / ₄	3	7-8	1	Зурнабад		
190		1869	3822	4206	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Джамушли,		
191	19/VII	1870 1430	4156	4201	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Джангитан		
192	5/III	1871	3828	4321	5	15	6	5	5	7	1	Битлис		
193	11/XII	1871 1345	3954	4338	5	10	4	4 ³ / ₄	3	7	1	Махарадзе		
194	25/II	1874 2000	4151	4325	5	10	5	4	4	5-6	1	Ван		
195	27/III	1875	3918	4048	6	15	5	6	4	8	1	Инджа		
196	18/I	1876 1700	3918	4800	6	20	5	4 ¹ / ₄	3	5	1	Боржоми		
197	14/V	1876 0000	4101	4423	5	15	6	4 ¹ / ₄	5	5-6	1	20 км к 3 от		
198		1877	3955	4116	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Карлыова		
199	26/XI	1878 2300	4151	4325	4	20	5	4 ¹ / ₂	3	5-6	1	Белясувар		
200		1878	3917	4044	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Степанаван		
201	22/III	1879 0100	3815	4817	6	15	6	6 ¹ / ₄	4	9	1	Эрзурумское XV		
202	30/V	1881 0630	3840	4222	5	15	5	5 ¹ / ₄	4	7-8	1	Боржоми		
203	7/VI	1881	3828	4318	6	15	5	5 ¹ / ₄	4	7-8	1	Киги, Карлыова		
204	1/VIII	1881 0930	3923	4614	5	20	5	4 ³ / ₄	3	6	1	Ардебильское		
205	28/VIII	1881	3832	4458	5	15	5	5	4	7	1	Тегут		
206	21/IX	1881 1000	3912	4525	5	15	5	4 ³ / ₄	4	6-7	1	Ван и район		
207	28/XII	1881 1530	4139	4138	5	15	5	4	4	5	1	г. Немурут		
208	3/V	1883	3832	4458	5	15	5	5	4	7	1	Татев		
209	3/XI	1883 0600	3958	4410	5	15	5	4	4	5	1	Хой		
210	19/XII	1884	3944	4644	5	10	6	4 ¹ / ₄	4	6	1	Нахичевань		
211	III	1886	3955	4116	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Батуми		
212	15/V	1888 0330	4010	4432	4	5	5	3 ¹ / ₂	4	5	1	Хой		
213	15/V	1888 0600	3912	4525	4	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Каракюнлы		
214	22/IX	1888 1300	4054	4236	5	15	5	5 ¹ / ₂	4	8	1	Шуша		

1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
215	23/IX	1888	1230	4054	4248	5	15	5	5 $\frac{1}{4}$	4	7—8	1	Геоле, Карс, лев. берег р. Карсачай		a 214
216	23/IX	1888	1730	4136	4157	5	10	5	4 $\frac{1}{4}$	4	6	1	Кеда		
217	24/IX	1888	1135	4053	4245	5	15	5	5	4	7	1	Чигирхан		a 214
218	25/IX	1888	0540	4054	4236	5	15	5	5	4	7	1	Геоле		a 214
219	27/IX	1888	2000	4037	4305	6	15	6	4 $\frac{1}{2}$	5	6	1	Карс		
220		1888		3944	3930	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	5	6	1	Эрзинджанское XXIV		
221	26/III	1889	0730	3944	4643	4	10	5	4 $\frac{1}{4}$	4	6	1	Шуша		
222		1889		3853	4030	6	15	6	4 $\frac{1}{2}$	5	6	1	Элязыг, Палу, Карлыова		
223	29/VII	1890	2100	4151	4325	5	15	5	4	4	5	1	Боржом		
224	16 28/IX	1890		4100	3942	6	15	6	4	5	5	1	Трабзон		
225	28/X	1890	1900	4152	4435	5	15	4	4 $\frac{3}{4}$	3	6—7	1	Ксани		
226		1891		3909	4230	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Малазгирт		
227	18/VI	1892	1338	4112	4206	5	10	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6—7	1	Артанудж		
228		1894		3828	4318	5	15	5	4	4	5	1	Ван		
229	29/XI	1894	1030	4154	4445	4	15	5	4 $\frac{1}{4}$	4	5—6	1	Тбилиси, Душети		
230	23/X	1895	2208	4037	4305	5	15	5	4	4	5	1	Карс		
231	1/X	1896	1530	3944	4644	5	15	6	4 $\frac{1}{2}$	5	6	1	Шуша		
232	13/VIII	1898	0000	4120	4337	5	10	4	4 $\frac{1}{4}$	3	6	2	Эштия		
233	5/X	1899	1330	3959	4656	6	15	5	4	4	5	1	Агдам		
234	31/XII	1899	1050	4135	4332	3	8	3	5 $\frac{1}{2}$	2	8—9	6	Ахалкалакское		
235	18/III	1900	1530	4040	4621	5	15	4	4 $\frac{1}{2}$	3	6	2	Кировбад		
236	13/IX	1900		3828	4318	6	15	5	5	4	7	1	Ван		
237	12/VII	1900	0625	4037	4305	6	15	6	4	5	5	1	Карс		
238		1901		3955	4118	5	15	5	5	4	7	1	Эрзурумское XVII		
239	III	1901		3932	4406	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Догубаязиди		
240	3/IV	1901	0057	4000	4418	5	15	5	4 $\frac{1}{4}$	4	5—6	1	Дженнетабд		
241	VII	1902		4100	3943	6	15	6	4 $\frac{1}{2}$	5	6	1	Трабзон		
242	24/VIII	1902	2303	4034	4549	4	15	4	4 $\frac{1}{4}$	3	5—6	2	Кедабек		
243		1902		3902	4320	5	25	4	5	3	6	1	Эрджиш		
244	5/IX	1902	0433	3933	4800	4	20	4	5	3	6	2	Баграмтана		
245	18/I	1903	1655	4040	4621	5	15	5	4 $\frac{1}{4}$	4	5—6	1	Кировбад		
246	28/IV	1903	2341	3905	4222	5	15	5	6 $\frac{1}{4}$	4	9	1	Малазгирт, Буланк		
247	3/V	1903		3844	4132	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Муш		
248	28/V	1903	0357	4054	4245	4	20	4	5 $\frac{1}{2}$	3	7—8	2	Чардохлы, Варгенес		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
249	9/VII 1903 1321	4101	4423	5	20	4	4 ^{1/2}	4	5—6	3	Степанаван		
250	7/IX 1903 1402	3930	4501	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Ханлухляр		
251	16/VII 1904 1201	3903	4615	5	15	5	4	4	5	1	Банк		
252	3/XII 1904 1611	3950	4442	5	15	5	4	4	5	1	Давалу		
253	1904/1905	3844	4321	6	25	4	5	3	6	1	Ван		
254	3/II 1905 0329	4107	4243	4	10	6	4 ^{1/4}	5	6	1	Ардахан		
255	30/VII 1905 2316	4021	4507	4	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Камо		
256	16/X 1905 0300	4030	4306	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Карс		
257	4/XII 1905 0704	3900	3900	6	20	6	6 ^{3/4}	5	9	1	Чемнигезек		
258	4/XII 1905 0940	3900	3900	6	20	6	5 ^{3/4}	5	8	1	Чемнигезек		a 257
259	18/III 1906 2033	4143	4448	5	15	5	4	4	5	1	Тбилиси		
260	28/V 1906 0033	4150	4323	5	15	5	4	4	5	1	Боржоми-Парк		
261	1906	3848	4324	5	25	4	5	3	6	1	Гора Немурут		
262	1906	3955	4118	6	15	6	5	5	7	1	Эрзурумское XVIII		
263	1906	3854	4238	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Малазгирт		
264	28/IX 1906 0730	4037	4305	5	10	5	5	4	7—8	1	Карсское		
265	20/X 1906 1609	4114	4416	4	25	4	5	3	6	2	Шахназар		
266	28/XII 1906	4030	4200	6	15	6	6	5	8—9	1	Олту		
267	27/I 1907	3906	4230	5	15	5	5 ^{1/2}	4	8	1	Малазгирт		
268	20 II 1907 0428	4148	4328	5	15	5	4	4	5	1	Цеми		
269	31/III 1907	3906	4230	5	15	5	5 ^{1/4}	4	8	1	Малазгирт		
270	2/IV 1907 0908	3912	4525	4	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Нахичевань		ф 271
271	12/IV 1907 0201	3912	4525	5	15	5	4 ^{1/4}	2	5—6	1	Нахичевань		
272	29 V 1907 0800	4143	4448	4	15	5	4	4	5	1	Тбилиси		
273	3 VI 1907	3844	4130	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Муш		
274	23/XII 1907 1425	3840	4555	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Ордубад, Меренд		
275	20/VI 1908 0756	4036	4306	5	10	5	4	4	5—6	1	Карс		
276	28/IX 1908 0628	3800	4400	6	20	5	6	4	8	1	Башкале		
277	27/XI 1908 2047	4125	4329	5	15	4	4	4	5	1	Ахалкалаки		
278	12/XII 1908 1742	4131	4428	4	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	Цалка, Борчало		
279	26 I 1909 2256	3900	4609	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	2	Мегри		
280	6 II 1909 2257	4133	4445	4	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	3	Тбилиси, Цхнети, Шаумяни		
281	25/III 1909 1546	4128	4430	4	10	4	4	3	5—6	3	Болнис		
282	3/VII 1909 1916	4133	4428	5	25	4	4 ^{3/4}	4	5—6	3	Тетрисцаро		
283	20/VIII 1909 1346	4020	4506	4	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Пагакед		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
284	1909	3919	4021	6	15	6	4 ^{1/2}	5	6	1	Кяги		
285	30/XII 1909 1515	3854	4615	5	15	6	4	5	5	1	Мегри		
286	18/I 1910 0335	4040	4620	4	20	5	4 ^{1/2}	3	5—6	3	Кировабад		
287	25/I 1910 0154	4010	4431	4	10	4	4 ^{1/2}	3	6—7	4	Ереванское I		
288	27/II 1910 0613	4049	4429	5	15	5	4	4	5	1	Кировакан		ф 289
289	8/III 1910 0225	4049	4429	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	Кировакан		
290	10/IV 1910 1821	4050	4602	4	10	4	4 ^{1/4}	3	6	2	Шамхор		
291	1910	3909	4230	5	15	5	4	4	5	1	Малазгирт		
292	30/V 1911 2158	4120	4337	4	15	4	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Эштия		
293	8/VII 1911 2150	4150	4323	4	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Боржоми-Парк		
294	17/VII 1911 1948	4128	4430	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	4	Болниси		
295	18/I 1912 1846	4107	4204	5	15	5	4	4	5	1	Артанудж		
296	18/III 1912 0132	4125	4439	5	15	4	4 ^{1/4}	4	5—6	3	Болниси, Шаумяни		
297	7/VI 1912 1317	4112	4407	5	20	4	4 ^{3/4}	3	6	2	Ленинкан, Манглиси		
298	VII 1912	3947	4024	6	15	6	4	5	5	1	Эрзурум, Эрзинджан		
299	12/X 1912 1948	4124	4342	5	30	4	5 ^{1/2}	1	6—7	1	Цхрацкарское		
300	13/X 1912 0222	4125	4400	5	30	4	5 ^{1/4}	3	6	2	20 км к СЗ от Башкичети		а 299
301	18/X 1912 2050	4135	4459	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Агтагло		
302	27/XI 1912 0351	4142	4436	5	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	Манглиси, Тбилиси		
303	6/XII 1912 2141	4122	4406	5	20	5	4 ^{1/4}	4	5	1	Карабулаг		
304	27/I 1913 1938	3918	4300	5	15	6	5 ^{1/2}	1	8	1	15 км к СВ от Патноса		
305	7/II 1913 0317	4148	4328	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Цеми		
306	4/III 1913 0633	3957	4433	3	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Арташат		
307	8/III 1913 1800	4119	4330	5	5	5	3 ^{3/4}	4	5—6	1	Ахалкалаки		
308	9/III 1913 1800	4125	4329	5	5	5	3 ^{1/2}	4	5	1	Ахалкалаки		а 307
309	10/III 1913 1630	4125	4329	5	5	5	3 ^{1/2}	4	5	1	Ахалкалаки		а 307
310	20/IV 1913 0313	4136	4429	5	35	4	5 ^{1/2}	1	6	3	Манглиси		
311	20/IV 1913 0425	4125	4412	5	15	5	4	4	5	1	10 км к С от Башкичети		а 310
312	20/VIII 1913 0906	4127	4323	4	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Ахалкалаки, Хертвиси		
313	24/IX 1913 1605	3827	4854	5	20	3	4 ^{1/4}	3	5	1	Астара		
314	12/XI 1913 0428	3855	4547	5	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	Ордубад, Джульфа		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
315	12/XII 1913 0023	4129	4449	5	20	4	4	4	5	1	Сандар		
316	3/IV 1914 0830	4114	4342	5	15	5	4	4	5	1	Горелое		
317	5/V 1914 0601	4107	4408	5	15	4	4	3	5	1	Каракала		
318	14/VI 1914 0027	4106	4416	5	10	5	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Калинино		
319	25/VIII 1914	4107	4439	5	10	5	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Алаверди		
320	30/VIII 1914 0015	4125	4329	5	15	4	4	4	5	1	Ахалкалаки		
321	17/X 1914 1539	4108	4418	5	10	5	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Калинино		
322	1/XI 1914 2153	3824	4524	5	15	6	$4\frac{1}{2}$	5	6	1	Тасвидж		
323	2/XI 1914 1826	4107	4439	5	15	5	4	4	5	1	Алаверди		
324	7/XI 1914 2016	4107	4439	5	15	5	4	4	5	1	Алаверди		
325	3/XII 1914 2339	4048	4409	5	20	4	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	4	Кировакан, Ленинакан		
326	1914	3956	4400	5	20	4	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	1	Игдыр		
327	14/II 1915 0820	3848	4230	6	15	6	$5\frac{1}{2}$	5	8	1	Ахлат		
328	1/IV 1915 0541	4051	4409	5	35	4	5	3	5—6	3	Налбанд		
329	17/I 1916 2343	4107	4409	5	15	4	4	3	5	1	Каракала		
330	19/II 1916 2230	3907	4836	5	10	5	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Пришиб		
331	28/V 1916 1150	4107	4408	5	15	4	4	3	5	1	Каракала		
332	16/VII 1916 0300	4033	4532	5	15	4	4	4	5	2	Ново-Ивановка		
333	15/VIII 1916 2009	4107	4408	5	15	5	4	4	5	1	Каракала		
334	26/IX 1916 0929	4107	4408	5	15	5	4	4	5	1	Каракала		
335	11/X 1916 0305	3930	4530	5	20	5	$4\frac{3}{4}$	4	6	1	Шадлыкенд		
336	28/X 1916 2048	4008	4402	4	20	4	5	3	6—7	3	Сктемберянское		
337	6/XI 1916 Утром	4033	4456	4	15	4	4	3	5	1	Севан		
338	10/XI 1916 0557	4004	4618	5	20	4	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	2	Зурнабад, Агдам, Шуша		
339	14/XI 1916 1354	4049	4429	4	25	4	$5\frac{1}{4}$	3	6—7	3	Кировакан		
340	1/XII 1916 2209	4136	4406	5	15	5	4	4	5	1	Цалка		
341	1/XII 1916 2230	4107	4408	5	15	5	4	4	5	1	Каракала		
342	20/XII 1916 1323	4107	4408	5	15	5	4	4	5	1	Каракала		
343	1916	3933	4342	5	15	5	$4\frac{1}{2}$	4	6	1	Диядин		
344	4/I 1917 0718	4114	4418	4	20	4	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	2	Каракала, Калинино, Болниси		
345	23/I 1917 1809	4018	4645	5	20	5	$4\frac{1}{4}$	4	5	2	Зурнабад, Гиндарх		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
346	20/II	1917	2128	4129	4449	4	15	4	4 ^{1/2}	3	6	2	Сандар
347	8/IV	1917	0856	4030	4516	5	15	5	4	4	5	1	Шоржа
348	18/IV	1917	0503	4144	4331	5	20	4	4	4	5	3	Бакуриани
349	2/VI	1917	0028	3800	4830	4	30	4	5	4	6	1	30 км к ЮВ
350	13/VI	1917	1821	4144	4251	3	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	от Ардебиля
351	13/XI	1917	2351	4107	4408	5	15	4	4	3	5	1	Абастумани
352	8/I	1919	1010	4151	4325	5	15	5	4	4	5	1	Каракала
353	9/I	1919	0011	4143	4448	6	10	6	3 ^{3/4}	4	5	1	Боржоми
354		1919		3854	4206	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Тбилиси
355	20/II	1920	0001	4159	4407	3	20	4	4 ^{3/4}	3	6	2	Муш, Малазгирт
356	20/II	1920	1144	4159	4407	3	10	5	6	2	8—9	5	Гори
357	21/II	1920	0630	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Картлийское
358	21/II	1920	1200	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
359	21/II	1920	2115	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
360	22/II	1920	0300	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
361	22/II	1920	1130	4159	4407	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Гори
362	5/III	1920	Ночью	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
363	7/III	1920	1110	4159	4407	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Гори
364	7/III	1920	1830	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
365	9/III	1920	1700	4159	4359	4	15	5	4	4	5	1	Гори
366	21/III	1920	Ночью	4154	4406	4	15	5	4	4	5	1	Урбниси
367	29/III	1920	1100	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Атени
368	4/IV	1920	1559	4152	4359	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Гори
369	7/IV	1920	1000	4157	4403	4	15	5	4	4	5	1	Биси
370	7/IV	1920	Ночью	4157	4403	4	15	5	4	4	5	1	Бнависи
371	8/IV	1920	0440	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Бнависи
372	9/IV	1920	0705	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
373	22/IV	1920	0200	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
374	20/VII	1920	0036	4159	4407	4	15	5	4	4	5	1	Гори
375	12/V	1923	2257	4126	4430	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	Гори
376	12/XII	1923	0338	4125	4329	4	15	4	4 ^{3/4}	4	6—7	2	Болниси
377	18/XII	1923	1725	4134	4335	5	20	5	4 ^{1/4}	4	5	1	Ахалкалаки
378	25/XII	1923	1424	4127	4338	5	15	5	4	4	5	1	Ахалцихе, Гомарети
													Ахалцихе, Кошкатала

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
379	29/XII 1923 1954	4127	4338	5	20	5	4 ^{1/4}	4	5	1	Ахалцихе, Кошкатола		a 376
380	1/II 1924 1156	4046	4351	4	15	4	4	3	5	1	Ленинакан		ф 383
381	1/II 1924 1632	4046	4351	4	15	4	4	3	5	1	Ленинакан		ф 383
382	1/II 1924 1720	4046	4351	4	15	4	4	3	5	1	Ленинакан		ф 383
383	2/II 1924 0157	4038	4344	4	15	4	4 ^{3/4}	3	6—7	1	Казарабад		
384	19/II 1924 0700	3900	4758	5	60	4	6 ^{1/4}	0	8	4	Ардебильское II		
385	19/II 1924 0830	3931	4731	5	20	5	5	4	6—7	1	Гадрут		a 384
386	13/V 1924 0152	3942	4248	6	10	6	5 ^{1/4}	1	8	1	Алашкерт		
387	25/VII 1924 2139	3800	4300	6	15	6	4 ^{1/2}	5	6	1	Чатак		
388	6/IX 1924 0451	3940	4249	6	15	6	4 ^{3/4}	4	6—7	1	Алашкерт		a 386
389	13/IX 1924 1434	3958	4156	5	20	5	6 ^{3/4}	0	9	2	Эрзурумское XIX		
390	13/IX 1924 2045	395	4156	5	15	5	5 ^{3/4}	3	8	1	Эрзурум, Пасинлер		a 389
391	13/IX 1924 2303	4000	4200	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Пасинлер, Хорасан		a 389
392	16/IX 1924 2137	4000	4200	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Пасинлер, Хорасан		a 389
393	22/IX 1924 0742	4000	4200	5	15	5	5	4	7	1	Пасинлер, Хорасан		a 389
394	23/IX 1924 0222	4018	4630	5	20	4	4 ^{3/4}	3	6	2	Гора Мров-Дар		
395	23/IX 1924 2302	4000	4200	5	15	5	4 ^{3/4}	4	6—7	1	Пасинлер, Хорасан		a 389
396	27/IX 1924 0427	3955	4128	5	15	5	5 ^{1/4}	3	7—8	1	Эрзурум		a 389
397	9/I 1925 1738	4107	4243	4	20	4	5 ^{3/4}	1	8	3	Ардаханское I		
398	12/II 1925 0628	4130	4328	4	20	4	4 ^{3/4}	3	6	3	Ахалкалаки		
399	18/II 1925 1525	4116	4417	4	15	4	4	4	5	1	Кошкатола		
400	12/III 1925 0122	4000	4200	5	15	5	5	4	7	1	Пасинлер, Хорасан		a 389
401	11/IV 1925 0000	4116	4417	4	15	4	4	4	5	1	Кошкатола		
402	13/V 1925 2251	4117	4339	5	20	4	5	2	6—7	4	Сатхинское I		
403	30/VI 1925 0606	4130	4030	5	15	4	4 ^{1/2}	4	6	1	Черное море		
404	26/VII 1925 0253	4043	4129	5	10	5	4 ^{1/2}	4	6—7	1	30 км к ЮЗ от Эркиниса		
405	4/XII 1925 0955	3957	4433	4	10	4	4	4	5—6	1	Юва		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
406	7/I 1926 2112	4122	4401	5	15	4	4 ^{1/2}	4	6	1	Гора Агрикар		
407	9/I 1926 0208	4108	4418	5	15	4	4	4	5	1	Калинино		
408	25/VI 1926 2319	4030	4100	6	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Испир		
409	8/VII 1926 1459	4047	4507	6	60	3	4 ^{3/4}	4	5	1	Агкихлы		
410	8/VII 1926 1559	3942	4400	5	20	5	4 ^{1/2}	3	5—6	1	Хребет Агры-Даг		
411	9/X 1926 1916	3800	4200	6	15	6	4 ^{1/2}	5	6	1	Сиирт		
412	9/X 1926 2020	3800	4200	6	15	6	4 ^{1/2}	5	6	1	Сиирт		
413	22/X 1926 1644	4042	4344	3	8	5	5 ^{1/4}	1	7—8	4	Аралых, Баяндур	ф 414	
414	22/X 1926 1959	4041	4345	3	7	4	5 ^{3/4}	1	8—9	5	Ленинаканское		
415	25/X 1926 1402	4116	4417	5	20	5	4 ^{1/2}	3	5	1	Кошкаталя	а 414	
416	27/X 1926 2120	4042	4347	4	20	4	4 ^{3/4}	4	5—6	1	Баяндур	а 414	
417	2/XI 1926 0743	4046	4350	3	5	5	3 ^{3/4}	4	5—6	1	Ленинакан	а 414	
418	5/XI 1926 0041	4042	4354	4	20	5	4	4	5	1	Ленинакан	а 414	
419	25/XI 1926 Ночью	4043	4347	3	5	5	3 ^{1/2}	4	5	1	Дагарли	а 414	
420	3/XII 1926 1544	4041	4347	3	8	5	4	4	6	2	Баяндур, Капули	а 414	
421	24/XII 1926 0627	4127	4408	4	15	4	4 ^{1/2}	3	6	2	Башкичети		
422	31/XII 1926 1021	4046	4350	5	5	5	3 ^{3/4}	4	5—6	1	Ленинакан	а 414	
423	13/I 1927 1827	4016	4638	5	40	5	5	3	5—6	2	Хребет Мров-Даг		
424	25/II 1927 0807	4100	4400	5	10	4	4	3	5—6	1	Пер. Карахачский		
425	11/X 1927 0040	4132	4329	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Ахалкалаки		
426	9/XI 1927 1014	3931	4500	5	5	5	4	4	6	2	Дарвишляр		
427	3/III 1928 0720	4126	4400	6	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Гора Агрикар		
428	9/V 1928 2001	4154	4241	5	25	4	4 ^{3/4}	3	5—6	1	Ухути		
429	13/V 1928 2006	4047	4351	5	25	4	4 ^{1/2}	3	5—6	2	Ленинакан		
430	15/VI 1928 0446	4143	4448	5	15	4	4	4	5	1	Тбилиси		
431	1928	3955	4118	5	15	5	4	4	5	1	Эрзурумское ХХ		
432	4/XI 1928 1705	4047	4350	4	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	2	Ленинакан		
433	30/XI 1928 2205	4102	4510	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	3	Казах		
434	3/XII 1928 Ночью	4100	4512	5	15	5	4	4	5	1	Казах		
435	8/XII 1928 2109	4052	4357	4	10	5	4	4	5—6	2	Джаджур		
436	11/II 1929 1458	4030	4615	4	15	5	4	4	5	1	Зурнабад	ф 437	
437	22/II 1929 1938	4031	4612	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	2	Зурнабад		
438	24/III 1929 1617	4106	4340	5	25	4	4 ^{1/2}	3	5—6	3	Ахалкалаки, Ленинакан		
439	5/IV 1929 1746	4116	4335	5	30	4	4 ^{3/4}	3	5—6	3	Богдановка		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
440	9/VI 1929 1417	4030	4615	5	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Зурнабад		a 437
441	25/VIII 1929 2211	4117	4339	4	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Сатха		ф 446
442	28/VIII 1929 2216	4117	4339	4	10	4	4	4	5—6	1	Сатха		ф 446
443	30/VIII 1929 0825	4117	4339	4	10	4	4	4	5—6	1	Сатха		ф 446
444	2/IX 1929 0216	4117	4339	4	10	4	4	4	5—6	1	Сатха		ф 446
445	2/IX 1929 2145	4116	4335	4	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Богдановка		ф 446
446	5/IX 1929 1659	4117	4339	4	10	4	$4\frac{1}{4}$	4	6	2	Сатхинское II		ф 446
447	10/IX 1929 0202	4117	4339	4	10	4	4	4	5—6	1	Сатха		a 446
448	26/IX 1929 2353	4147	4328	5	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Либани		
449	15/X 1929 0445	3800	4200	5	15	5	$4\frac{1}{2}$	4	6	1	Синирт		
450	15/XI 1929 1412	4117	4339	4	15	4	$4\frac{1}{4}$	3	6	2	Сатха		a 446
451	25/XI 1929 0526	4117	4339	4	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Сатха		a 446
452	8/II 1930 0520	3831	3924	5	60	5	5	4	5—6	1	Сев. побережье оз. Гельджюк		
453	9/IV 1930 0527	3933	3916	5	10	5	5	4	7—8	1	15 км к В от Кемаха		
454	16/IV 1930 2125	3804	4340	5	20	4	$4\frac{1}{2}$	4	5—6	1	30 км к З от Башкале		
455	20/IV 1930 1020	3922	3921	6	50	4	$4\frac{1}{2}$	4	5	1	30 км к ЮВ от Кемаха		
456	6/V 1930 0703	3809	4445	5	20	5	$5\frac{1}{2}$	4	7	1	Салмаст		ф 457
457	6/V 1930 2234	3810	4439	5	30	5	$7\frac{1}{4}$	0	9—10	1	Дилманское		
458	8/V 1930 1535	3800	4500	5	20	5	$6\frac{1}{4}$	4	8—9	1	Кушчи		a 457
459	8/V 1930 2336	3930	4517	6	35	5	$4\frac{1}{2}$	4	5	1	Хребет Дара- лагязский		
460	4/VI 1930 0728	3809	4506	5	30	5	$5\frac{1}{4}$	2	6—7	1	Оз. Резайе		a 457
461	3/VIII 1930 2206	3828	4442	5	60	4	5	4	5—6	1	25 км к ЮЗ от Хоя		
462	4/VIII 1930 1220	4112	4348	5	15	4	$4\frac{1}{4}$	3	5—6	3	Сатхинское III		
463	13/VIII 1930 0806	4117	4339	5	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Сатха		a 462
464	19/VIII 1930 0716	4117	4339	5	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Сатха		a 462
465	29/VIII 1930 0432	4050	4416	5	15	4	4	4	5	1	Амамлу		
466	1/IX 1930 0358	4118	4400	5	10	4	$3\frac{3}{4}$	4	5	2	Сатха		a 462
467	25/X 1930 2334	3829	4511	5	10	5	$4\frac{3}{4}$	4	7	1	20 км к ЮВ от Хоя		
468	10/XII 1930 1031	3943	3914	5	30	4	$5\frac{1}{2}$	4	6—7	1	Эрзинджан, Кемах		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
✓ 469	6/II 1931 0520	3930	4620	4	25	4	4 ³ / ₄	3	5—6	1	Горис		ф 473
470	6/II 1931 2028	3914	4557	5	25	4	4 ¹ / ₂	4	5	1	Капудджух		ф 473
471	12/II 1931 0533	3929	4603	4	10	5	4 ¹ / ₂	3	6—7	1	Брнакот, Лиен		ф 473
472	25/II 1931 0652	4120	4412	5	15	4	4	4	5	1	Башкичети		
473	27/IV 1931 1650	3920	4601	4	20	5	6 ¹ / ₂	0	8—9	5	Зангезурское I		
474	27/IV 1931 1805	3930	4600	4	20	5	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	Брнакот	а 473	
475	6/V 1931 2022	3814	3909	5	30	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	25 км к ЮВ от г. Шакшан		
476	8/V 1931 0905	3912	4624	4	15	4	4 ¹ / ₂	3	6—7	2	Кафан	а 473	
477	9/V 1931 1126	3857	4536	4	15	5	4	4	5	1	Джультфа	а 473	
478	9/V 1931 1129	3857	4536	5	15	5	4	4	5	1	Джультфа	а 473	
479	12/V 1931 1025	3848	4618	5	20	4	5 ¹ / ₄	3	6—7	2	Кишлак	а 473	
480	21/V 1931 1200	3930	4418	5	25	4	4 ¹ / ₂	3	5	1	Оз. Ак-Гель		
✓ 481	25/VI 1931 2141	3980	4621	5	15	4	4	3	5	1	Горис	а 473	
482	27/VI 1931 0304	4125	4329	4	15	5	4	4	5	1	Ахалкалаки		
483	4/VII 1931 2101	3847	4551	6	20	4	5	2	6—7	2	Гора Кнамки	а 473	
484	5/VII 1931 1757	3900	4830	6	50	4	5 ¹ / ₄	4	6	1	20 км к СЗ от Масаллы		
485	29/VII 1931 1310	3854	4602	4	10	6	4 ¹ / ₄	4	6	2	Ордубад	а 473	
486	31/VII 1931 0025	4101	3933	6	10	6	5	4	7—8	1	15 км к З от Трабзона		
487	17/VIII 1931 0410	4035	4620	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	Ханлар		
488	4/IX 1931 1000	3949	4646	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	Степанакерт		
489	7/X 1931 0358	3914	4611	5	15	4	4 ¹ / ₄	3	6	1	Нижн. Пирлю	а 473	
490	8/XII 1931 2040	4041	4618	4	20	5	4 ¹ / ₄	3	5	1	Алабашчы, Ханлар		
491	12/XII 1931 2035	4035	4620	4	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	Ханлар	а 490	
492	2/III 1932 0900	3855	4820	5	15	5	4	4	5	1	Белясувар		
493	15/III 1932 0744	3942	4400	5	15	5	5 ¹ / ₄	3	7	1	15 км к В от Мусуна		
494	12/IV 1932 0700	4109	4341	4	30	4	4 ³ / ₄	3	5—6	1	35 км к ЮВ от		
495	16/VI 1932 1209	3918	4600	6	25	4	4 ³ / ₄	3	6	1	Ахалкалаки Зангезурский		
✓ 496	17/VI 1932 2230	3930	4621	4	15	5	4 ¹ / ₄	4	5—6	1	хребет Горис	а 473	
497	27/VI 1932 0312	4130	4330	5	20	5	4 ¹ / ₂	3	5—6	2	Орджа	а 473	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
498	27/VI 1932 0520	4116	4354	6	15	6	4 ^{1/4}	3	5—6	1	Гора Легли-Дар		
499	10/VIII 1932 1700	3818	4618	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	20 км к СЗ от Тебриза		
500	11/VIII 1932 2000	3854	4615	4	15	5	4	4	5	1	Мегри		
501	12/IX 1932 2338	3949	4646	5	15	6	4 ^{1/2}	4	6	1	Степанакерт		
502	1/XII 1932 0730	3931	4611	5	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	Горис, Сисиан		а 473
503	1932 1933	3840	4400	6	25	4	5	3	6	1	Озаль		
504	16/VI 1933 0654	3903	4827	5	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	Масаллы		
505	3/X 1933 Ночью	3931	4601	5	15	4	4	4	5	1	Сисиан		а 473
506	14/X 1933 2250	4036	4512	4	10	5	4 ^{1/2}	3	6—7	2	10 км к ЮВ от Чайкенда		
507	6/XI 1933 0707	3916	4635	5	20	5	5	2	6—7	1	Гора Гартз		
508	6/XI 1933	3841	4351	5	10	5	5 ^{1/2}	3	8	1	15 км к СВ от Эрчека		
509	22/II 1934 0807	3830	4502	5	30	6	5 ^{3/4}	1	7	2	Хой		
510	16/VII 1934 1034	4046	4351	3	15	5	4	3	5	1	Ленинакан		
511	13/IX 1934 1928	4125	4329	5	15	5	4	4	5	1	Ахалкалаки		
512	2/XI 1934 1641	4029	4244	6	25	5	4 ^{3/4}	3	5—6	1	20 км к СВ от Сарыкамыша		
513	12/XI 1934 0719	3832	4100	5	40	5	5 ^{3/4}	4	6—7	1	Пасур		
514	11/XII 1934 2033	4112	4354	5	30	4	4 ^{1/2}	3	5	1	Дарагюх		
515	6/I 1935 2124	3903	4612	5	30	3	4 ^{1/2}	4	5	1	Ордубадское		
516	25/I 1935 1438	4102	4351	4	30	4	5	3	5—6	3	Ахурянское		
517	26/I 1935 1140	4112	4336	4	30	4	4 ^{1/2}	3	5	1	Ефремовка		а 516
518	27/III 1935 1010	4124	4337	5	10	4	3 ^{3/4}	4	5	1	Абул		а 516
519	2/IV 1935 1954	4112	4336	5	15	4	4	4	5	1	Ефремовка		а 516
520	19/IV 1935 2219	4022	4324	5	10	5	4 ^{1/4}	4	6	1	Дигор		ф 521
521	1/V 1935 1024	4022	4324	5	20	5	6 ^{1/4}	0	8	4	Дигорское		
522	2/V 1935 0057	4020	4340	5	10	5	4	4	5—6	1	Алагез		а 521
523	2/V 1935 2057	4024	4324	5	15	5	4	4	5	1	Дигор		а 521
524	2/V 1935 2156	4036	4330	5	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	Дюньялык		а 521
525	3/V 1935 1200	4020	4340	5	10	5	4	4	5—6	1	Алагез		а 521
526	13/VI 1935 2300	4136	4157	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Кеда		
527	26/VII 1935 2246	4125	4329	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	Ахалкалаки		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
528	18/VIII 1935 0900	3936	4306	6	15	6	5	4	7	1	15 км к Ю от Караке́се		
529	24/IX 1935 1023	4116	4416	5	15	4	4	3	5	2	Шахназар		
530	13/X 1935 1932	3921	4031	6	40	4	5	3	5	1	15 км к СВ от Киги		
531	14/XI 1935 0727	3912	4036	6	20	5	5 ³ / ₄	4	8	1	25 км к ЮЗ от Киги		
532	10/II 1936 0850	4146	4330	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	Бакурнани, Либани		
533	2/III 1936 1900	4019	4341	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	Арагац		
534	7/III 1936 1912	4012	4542	4	15	5	4 ¹ / ₄	3	5—6	1	Варденис		
535	23/III 1936 1946	3900	4200	6	15	6	4 ¹ / ₂	5	6	1	50 км к СВ от Муша		
536	11/IV 1936 1424	4112	4406	4	10	5	4	4	5—6	1	10 км к З от Шахназара		
537	9/V 1936 1024	4128	4418	4	10	4	3 ³ / ₄	3	5—6	3	Болнис		
538	15/X 1936 0321	4118	4348	4	15	5	4	3	5	2	Гандза		
539	7/I 1937 1323	4009	4423	3	10	3	4	3	6	3	Паракар, Каракишляк		ф 540
540	7/I 1937 2047	4008	4426	3	10	3	4 ³ / ₄	3	7	5	Ереванское II		
541	8/I 1937 0652	4010	4424	3	5	5	3 ¹ / ₄	4	5	1	Паракар		а 540
542	8/I 1937 2052	4010	4431	3	5	5	3 ¹ / ₄	4	5	1	Ереван		а 540
543	9/I 1937 0215	4010	4432	4	10	5	3 ¹ / ₂	4	5	1	Ереван		а 540
544	10/I 1937 0053	4010	4432	4	10	5	3 ¹ / ₂	4	5	1	Ереван		а 540
545	12/I 1937 0503	4008	4425	4	10	5	4 ¹ / ₂	4	6—7	3	Арбат, Азаташен, Калара		а 540
546	13/I 1937 0300	4049	4429	5	15	4	4	3	5	1	Кировакан		
547	23/I 1937 0657	4007	4423	4	5	4	4	3	6	2	Каракишляк		а 540
548	27/I 1937 1750	4010	4424	4	10	4	4	3	5—6	1	Паракар		а 540
549	29/I 1937 1734	4010	4431	4	5	5	3 ¹ / ₂	3	5	1	Ереван		а 540
550	13/II 1937 0220	4018	4341	4	10	6	4	4	5—6	1	Арагац		
551	4/III 1937	3955	4118	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	Эрзурумское ХХI		
552	7/III 1937 1910	3824	4342	5	15	6	4 ³ / ₄	2	6—7	1	Айюц-дзор, в 30 км к ЮВ от Вана		
553	7/III 1937	4100	3943	6	15	6	4 ¹ / ₂	4	6	1	Трабзон		

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
554	14/IX	1937	0216	4101	4422	5	20	5	4 ^{1/2}	3	5—6	3	Степанаван	
555	7/XII	1937	0931	3956	4026	6	35	5	4 ^{3/4}	4	5	1	20 км к З	
													от Ашкале	
556	6/I	1938	2127	4116	4355	5	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	Гора Емликли	
557	6/I	1938	2331	4104	4412	5	15	5	3 ^{3/4}	3	5	1	15 км к З	a 556
													от Урута	
558	13/VII	1938	1955	4100	4512	4	10	4	4 ^{1/4}	2	6	2	15 км к ЮЗ	
													от Казаха	
559	14/XI	1938	1154	4012	4332	4	20	5	4 ^{3/4}	2	6	1	15 км к ЮЗ	
													от Алагеза	
560	14/XI	1938	1206	4024	4330	5	20	5	4 ^{1/2}	3	5—6	1	10 км к ЮЗ	a 559
													от Ани-Пемза	
561		1938		3830	4054	6	15	6	4 ^{1/2}	4	6	1	Лидже-Кульп	
562	21/XII	1938	1223	4036	4634	3	15	5	4 ^{1/2}	3	6	4	Аджикендское	
563	13/I	1939	2002	4200	4218	4	10	5	3 ^{3/4}	4	5	2	Букисххе	
564	23/I	1939	0234	3956	4438	4	25	4	4 ^{1/2}	3	5	1	Веди,	
													Арташат	
565	23/I	1939	1810	4148	4328	4	25	4	4 ^{1/2}	3	5	1	Цеми	
566	15/II	1939	1644	4114	4400	4	15	4	3 ^{1/2}	3	5	1	20 км к СЗ от	
													Шахназара	
567	20/II	1939	0806	4106	4414	5	5	4	3 ^{3/4}	4	5—6	2	10 км к Ю от	
													Шахназара	
568	21/XI	1939	0848	3949	3943	5	60	4	6	4	7	1	15 км к СВ от	ф 569
													Эрзинджана	
569	26/XII	1939	2357	3948	3931	4	20	5	8	2	11	2	Эрзинджанское XXV	
570	29/XII	1939	1133	3953	3916	5	10	5	5	4	7—8	1	30 км к СЗ от	a 569
													Эрзинджана	
571	29/XII	1939	1318	3942	3933	5	10	5	4 ^{1/2}	4	6—7	1	Эрзинджан	a 569
572	29/XII	1939	1604	3942	3942	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	15 км. к В от	a 569
													Эрзинджана	
573	9/III	1940	2008	4125	4333	4	20	4	4 ^{3/4}	3	6	3	Ахалкалаки	
574	9/III	1940	2016	4124	4330	5	10	5	3 ^{3/4}	3	5	2	Ахалкалаки	a 573
575	10/III	1940	2030	4100	4300	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Ардахан, Карс	
576	17/III	1940	0908	3812	4250	5	10	5	4 ^{1/2}	4	6—7	1	35 км к СВ	
													от Первари	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
577	2/IV 1940 0225	4100	4242	5	25	5	4 $\frac{1}{2}$	4	5	1	Ардахан		
578	17/IV 1940 1030	4029	4319	5	20	5	4 $\frac{1}{2}$	4	5—6	1	15 км к ЮВ от Карса		
579	20/IV 1940 0114	4042	4312	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	10 км к СВ от Карса		
580	22/IV 1940 1220	3944	3942	5	20	5	5	4	6—7	1	15 км к В от Эрзинджана	a	569
581	7/V 1940 2223	4142	4348	3	20	4	6	1	8	6	Табаккурское		
582	7/V 1940 2225	4148	4348	4	15	5	4	4	5	1	20 км к СВ от Бакуриани	a	581
583	7/V 1940 2343	4142	4343	4	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮВ от Бакуриани	a	581
584	11/V 1940 2340	4137	4349	4	15	5	4 $\frac{1}{4}$	4	5—6	1	25 км к ЮВ от Бакуриани	a	581
585	11/V 1940 2357	4141	4350	4	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Бакуриани	a	581
586	12/V 1940 2012	4116	4340	4	15	5	4	4	5	1	Богдановка		
587	22/V 1940 2053	4107	4348	4	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Богдановки	a	581
588	23/V 1940 1910	4150	4352	4	10	5	4 $\frac{1}{4}$	3	6	4	Квемо Бошури	a	581
589	27/V 1940 2246	4153	4356	4	15	5	4	4	5	1	Квемо Бошури	a	581
590	28/V 1940	3853	4030	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Бингёль		
591	29/V 1940 0809	4140	4337	4	15	5	4 $\frac{1}{4}$	4	5—6	1	Табаккури	a	581
592	29/V 1940 1524	3925	4000	5	30	5	4 $\frac{3}{4}$	4	5	1	20 км к ЮВ от Селешора	a	569
593	7/IV 1940 2309	4200	4248	5	15	6	4 $\frac{1}{2}$	3	6	1	30 км к СЗ от Абастумани		
594	25/VI 1940 1235	4153	4356	4	15	5	4	4	5	1	Квемо Бошури	a	581
595	1/VII 1940 1108	4130	4348	5	15	5	4	4	5	1	20 км к СВ от Гандзы	a	581
596	10/VII 1940 1310	4130	4400	4	20	4	5	3	6—7	4	10 км к СЗ от Мамышлара	a	581
597	11/VII 1940 0123	3930	4736	5	20	5	5	3	6—7	2	20 км к СВ от Асландуза		
598	23/VII 1940	4008	3924	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Чифтлик		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
599	23/VIII 1940	2347	4148	4329	4	15	5	4	4	5	1	Цагверн	a 581
600	23/IX 1940	1930	3858	3919	4	60	4	5	4	5	1	35 км к СВ от Элязыга	a 569
601	7/X 1940	0632	4117	4323	4	15	4	4	3	5	2	Сильда	a 581
602	18/X 1940	1225	3936	4212	5	15	6	5 $\frac{1}{2}$	3	8	1	15 км к ЮЗ от Модлаосмана	
603	18/X 1940		3834	4418	5	20	4	5 $\frac{1}{2}$	3	7—8	1	15 км к ЮВ от Каракаллы	
604	28/X 1940		3902	4410	5	35	4	5	3	5—6	1	35 км к В от Мурадие	
605	28/X 1940	0234	4030	4300	4	20	4	4 $\frac{1}{4}$	3	5	1	15 км к ЮЗ от Карса	
606	1/XII 1940	0313	4148	4328	5	15	5	4	4	5	1	Чеми	a 581
607	20/XII 1940		3907	3912	6	20	5	4 $\frac{3}{4}$	4	6	1	50 км к СЗ от Элязыга	
608	2/III 1941		3955	4118	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Эрзурумское XXII	
609	25/IV 1941	1200	4125	4350	4	20	4	4 $\frac{1}{4}$	4	5	2	25 км к СВ от Богдановки	a 581
610	9/IX 1941		3914	4251	5	20	5	4 $\frac{3}{4}$	4	6	1	Патнос	ф 611
611	10/IX 1941	2153	3927	4300	5	25	4	5 $\frac{3}{4}$	1	7—8	1	25 км к Ю от Караке́се	
612	14/15/IX 1941		3914	4251	5	20	5	4 $\frac{3}{4}$	4	6	1	Патнос	a 611
613	12/X 1941		3937	3900	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Кемах	
614	8/XI 1941		3944	3930	5	25	5	5	4	6	1	Эрзинджан	a 569
615	12/XI 1941	1004	3944	3926	5	60	4	6	3	6—7	1	Эрзинджан	a 569
616	24/XI 1941	1917	4135	4426	4	5	5	3 $\frac{1}{2}$	4	5	1	30 км к ЮЗ от Тбилиси	
617	10/XII 1941		3844	4217	5	15	5	4	4	5	1	15 км к З от Ахлата	
618	7/II 1942	1023	3854	3924	5	10	5	4 $\frac{1}{4}$	4	6	1	30 км к СВ от Харберда	
619	19/IX 1942	0726	4031	4622	3	10	4	4 $\frac{1}{2}$	3	6—7	4	Михайлово- Аджикендское	
620	29/VI 1943		3955	4118	5	15	5	4 $\frac{1}{2}$	4	6	1	Эрзурумское XXIII	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
621	29/XI 1943 1845	3830	4130	5	50	5	4 ^{3/4}	4	5	1	25 км к Ю от Муша		
622	23/II 1941	3844	4130	5	15	6	4 ^{1/2}	4	6	1	Муш		
623	15/I 1945 0530	3828	4351	5	20	4	5	3	6—7	2	40 км к В от Вана		
624	11/VII 1945	3848	4318	5	15	5	4 ^{3/4}	4	6—7	1	Восточное побережье оз. Ван, монастырь Лим		ф 633
625	21/VII 1945 0133	3825	4346	5	10	5	4 ^{3/4}	4	7	1	35 км к ЮВ от Вана		ф 633
626	29/VII 1945 0856	3828	4318	5	15	5	5	4	7	1	Ван		ф 633
627	9/VIII 1945	3848	4318	5	15	5	5	4	7	1	Вост. побережье оз. Ван мона- стырь Лим		ф 633
628	11/VIII 1945 0932	4040	4506	4	10	4	4 ^{1/4}	3	6—7	2	10 км к СВ от Цовагюха		ф 631
629	12/VIII 1945	3848	4300	5	15	5	5	4	7	1	40 км к ЮЗ от Эрджиша		ф 633
630	IX 1945	3900	4318	5	15	5	5 ^{1/4}	4	7—8	1	Эрджиш		ф 633
631	5/IX 1945 2024	4038	4459	3	5	5	4 ^{1/2}	3	7	3	Севанское		
632	20/X 1945	3900	4300	5	15	5	5	4	7	1	30 км к ЮЗ от Эрджиша		ф 633
633	20/XI 1945 0627	3838	4320	5	15	4	5 ^{1/2}	3	8	1	Ванское III		
634	15/XII 1945	3848	4318	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	Вост. побережье оз. Ван, монастырь Лим		а 633
635	IV 1946	3930	3954	6	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Боломор		
636	7/V 1946 0427	3854	4306	5	15	6	4	3	5	1	25 км к ЮЗ от Эрджиша		а 633
637	10/V 1946	3954	3948	5	15	6	4 ^{1/2}	4	6	1	30 км к СВ от Эрзинджана		
638	31/V 1946 0312	3917	4112	5	50	4	6	3	7	1	Карлыова		
639	9/VI 1946 1628	4130	4400	5	20	5	4 ^{1/4}	3	5	1	15 км к З от Триалети		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
640	3/X 1946 1537	3930	4400	4	30	4	4 ^{3/4}	4	5	1	25 км к ЮВ от Диядина		
641	27/XII 1946	3910	4230	6	15	6	4	5	5	1	Малазгирт		
642	28/XII 1946	3900	4318	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Эрджиш		а 633
643	14/II 1947 1553	4115	4454	4	15	4	4	3	5	1	15 км к ЮВ от Шаумяни		
644	2/V 1947 0607	4030	4516	5	15	4	4	4	5	1	Шоржа		
645	27/VII 1947 2009	3958	4047	5	40	4	5	4	5—6	1	Ашкале		
646	7/XII 1947 1923	3956	4237	5	10	5	4 ^{1/2}	3	6—7	1	20 км к СВ от Тахира		ф 647
647	14/XII 1947	3954	4218	5	15	5	5	4	7	1	10 км к СЗ от Тахира		
648	24/XII 1947	3954	3948	5	15	5	4	4	5	1	30 км к СВ от Эрзинджана		
649	10/I 1948 0006	4124	4342	4	15	5	4	3	5	1	15 км к В от Ахалкалаки		
650	23/II 1948 0351	4146	4316	3	15	4	4	3	5—6	2	Двири		
651	14/V 1948 1717	4121	4420	5	20	4	4 ^{1/4}	3	5—6	2	Дманиси		
652	19/V 1948 1752	3926	4119	4	15	4	4 ^{1/2}	4	6	1	50 км к ЮВ от Эрзурума		
653	23/V 1948 1528	4100	4357	5	20	3	4 ^{1/2}	3	6	4	15 км к С от Джаджура		
654	20/VI 1948 1458	3912	4119	4	30	4	4 ^{1/2}	4	5	1	25 км к ЮВ от Карльева		
655	18/VIII 1948 1906	3831	3915	5	15	5	4 ^{3/4}	4	6	1	20 км к ЮВ от Элязыга		
656	2/IX 1948	3830	4318	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	Ван		
657	12/X 1948 1257	3900	4342	6	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	Мурадие		
658	12/XI 1948 0153	4122	4403	5	20	4	4	3	5	2	Гора Агрикар		
659	18/II 1949 1919	4130	4348	4	20	4	4	4	5	2	25 км к СВ от Ахалкалаки		
660	25/IV 1949 2309	3816	3900	5	40	5	5 ^{1/4}	3	6	1	50 км к ЮЗ от Харберда		
661	3/VI 1949 0653	4021	4420	3	5	4	4 ^{1/2}	4	7	4	Бюраканское		
662	8/VII 1949 2115	4036	4306	4	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	Карс		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
663	17/VIII 1949 1844	3924	4054	5	20	5	6 ³ / ₄	0	9	1	15 км к СЗ от Карлыова		
664	17/VIII 1949 2038	3930	4036	5	20	5	4 ³ / ₄	4	6	1	Киги, Карлыова	а 663	
665	17/VIII 1949 2045	3935	4034	5	40	4	5 ¹ / ₄	4	6	1	Киги, Карлыова	а 663	
666	23/V.II 1949 1340	3925	4059	5	10	5	4 ¹ / ₂	4	6—7	1	15 км к СЗ от Карлыова	а 663	
667	29/VIII 1949 0019	3930	4036	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	35 км к СВ от Киги	а 663	
668	4/II 1950 0930	3820	4128	6	30	4	4 ¹ / ₂	4	5	1	Сасун		
669	1/V 1950 0815	3852	4440	5	10	6	4 ¹ / ₄	4	6	1	40 км к СЗ от Хоя		
670	7/VIII 1950 1056	4110	4520	5	15	4	4 ¹ / ₂	3	6	2	Казах		
671	27/VIII 1950 2203	3923	4120	6	40	4	5	4	5—6	1	10 км к СЗ от Карлыова		
672	29/X 1950 1533	4106	4342	3	15	5	4	3	5—6	1	30 км к ЮВ от Ахалкалаки		
673	8/XI 1950 1007	3816	3910	4	40	4	5	4	5—6	1	25 км к ЮВ от Иолчаты		
674	17/I 1951 0021	4117	4339	3	15	4	4 ¹ / ₄	3	6	3	Сатха,		
675	3/III 1951 2141	4148	4429	4	15	4	4 ¹ / ₂	3	6	4	Богденовка		
676	12/III 1951 1545	3918	4820	4	15	4	4 ¹ / ₄	3	5—6	1	Гоми		
677	15/III 1951 1001	3824	4400	5	25	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	30 км к ЮЗ от Пушмино		
678	18/VIII 1951 0924	4002	4203	5	30	4	4 ³ / ₄	4	5—6	1	30 км к ЮЗ от Озалпа		
679	3/I 1952 0603	3957	4140	4	40	5	5 ³ / ₄	3	7	1	10 км к ЮЗ от Хорасана		
680	4/IV 1952 1136	4112	4353	4	20	4	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	Пасинлер		
681	18/IV 1952 0526	3910	4508	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	35 км к ЮВ от Ахалкалаки		
682	8/V 1952 0709	4142	4106	5	15	6	4	3	5	1	15 км к ЮЗ от Нахичевани		
											Черное море в 40 км к СЗ от Батуми		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
683	3/IX 1952 1347	3900	4300	4	15	5	$4\frac{3}{4}$	4	6—7	1	30 км к ЮЗ от Эрджиша		
684	30/IX 1952 0250	3855	4405	5	10	6	$4\frac{3}{4}$	3	7	1	25 км к В от Мурадие		
685	3/X 1952 1121	4117	4335	3	20	5	$3\frac{3}{4}$	4	5	1	Богдановка		
686	1/II 1953 1836	3824	4506	5	20	6	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	1	20 км к ЮВ от Хоя		
687	12/II 1953 0746	4152	4358	3	5	5	4	3	6—7	3	Ормоци		
688	14/II 1953 1139	4054	4318	3	10	5	$3\frac{3}{4}$	3	5	1	30 км к СВ от Карса		
689	14/II 1963 2052	3830	4336	4	20	6	$4\frac{1}{2}$	3	5—6	1	10 км к В от Вана		
690	23/III 1953 0522	3922	4117	5	40	4	5	4	5—6	1	10 км к СВ от Карлыова		
691	27/V 1953 0059	4112	4518	4	20	4	$3\frac{3}{4}$	3	5	1	20 км к СЗ от Акстафы		
692	28/IX 1953 1150	4024	4548	4	15	5	4	3	5	1	25 км к ЮЗ от Дашкесана		
693	1/X 1953 1446	4154	4236	4	15	5	4	3	5	1	25 км к СЗ от Абастумани		
694	20/X 1953 0536	4156	4047	4	15	4	$4\frac{3}{4}$	3	6—7	1	Черное море в 90 км к СЗ от Кобулети		
695	15/XII 1953 1640	3918	4105	5	20	5	$4\frac{1}{2}$	4	5—6	1	Карлыова		
696	15/XII 1953 1825	3900	4130	5	15	5	$4\frac{1}{2}$	4	6	1	30 км к СЗ от Муша		
697	27/III 1954 1413	3848	4130	5	15	5	$4\frac{3}{4}$	4	6—7	1	10 км к СЗ от Муша		
698	28/III 1954 0447	3902	4058	5	10	5	7	4	9	1	30 км к ЮЗ от Карлыова		
699	11/VI 1954 1125	4125	4408	3	10	4	$4\frac{3}{4}$	3	7	4	Гомаретское		
700	22/X 1954 2247	3848	4548	3	25	5	$4\frac{1}{2}$	4	5	1	15 км к ЮВ от Джульфы		
701	24/X 1954 0044	4000	4000	5	15	6	6	4	8—9	1	Каракулак		
702	30/X 1954 2343	4008	4556	4	5	4	$4\frac{3}{4}$	1	7—8	3	Кельбаджарское		
703	31/X 1954 0138	4020	4554	4	15	5	$4\frac{1}{4}$	3	5—6	2	25 км к СЗ от Кельбаджара		

46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
704	7/XI	1954 2252	4015	4002	5	20	4	5	4	6—7	1	15 км к ЮЗ от Байбурта		а 701
705	9/I	1955 0431	3830	4354	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	45 км к В от Вана		
706	17/VI	1955 1757	4144	4333	3	5	4	3 ^{3/4}	4	5—6	2	Бакуриани		
707	18/VIII	1956 0603	4106	4230	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	15 км к СЗ от Ардахана		
708	5/X	1956 1502	4120	4409	3	10	4	3 ^{3/4}	4	5	1	15 км к З от Дманиси		
709	1/XI	1956 2157	3854	4812	4	15	5	4	3	5	1	40 км к ЮЗ от Масаллы		
710	7/XI	1956 2117	4118	4400	3	15	5	4	3	5	1	25 км к ЮЗ от Триалети		
711	22/II	1957 0757	4006	4006	5	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	25 км к ЮЗ от Байбурта		
712	18/IV	1957 0525	3845	3940	5	10	5	4 ^{3/4}	4	7	1	25 км к СЗ от Палу		
713	29/V	1957 1002	3809	4518	5	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	Оз. Резайе в 20 км к ЮЗ от Шерефхане		
714	7/VII	1957 0558	3900	4030	5	40	4	5 ^{1/4}	4	6	1	10 км к С от Бингёля		
715	21/VII	1957 1508	3900	4300	5	10	4	4 ^{1/2}	3	6—7	1	25 км к ЮВ от Патноса		
716	14/I	1958 1334	3929	4025	5	40	4	5	4	5—6	1	20 км к СВ от Киги		
717	13/II	1958 0751	3954	4054	4	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	30 км к З от Эрзурума		
718	10/III	1958 0218	4156	4409	4	10	4	3 ^{3/4}	3	5	3	Хидистави		
719	25/IV	1958 1449	4139	4300	4	15	4	4	4	5	1	Ахалцихе		
720	28/IV	1958 1814	3919	4447	6	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	Диза		
721	16/V	1958 0918	4114	4349	3	20	5	4 ^{1/2}	3	5—6	3	20 км к ЮВ от Богдановки		
722	30/V	1958 0516	4119	4357	3	10	6	4 ^{1/2}	4	6—7	3	30 км к СВ от Гукасяна		

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
723	31/V	1958 0350	4124	4355	3	15	4	4 ^{3/4}	2	6—7	4	15 км к СВ от Гандзы		
724	31/V	1958 0931	4120	4359	4	20	5	4 ^{1/2}	3	6—7	2	20 км к ЮВ от Гандзы		
725	6/VII	1958 1046	3830	4827	4	15	4	4	3	5	1	30 км к СВ от Ардебиля		
726	27/VII	1958 1714	3848	4436	4	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	40 км к СЗ от Хоя		
727	2/IX	1958 1244	4112	4403	3	10	5	4 ^{1/4}	4	5—6	2	30 км к ЮЗ от Дманиси		
728	25/I	1959 0948	3818	4442	5	15	5	4	4	5	1	15 км к СЗ от Шахпура		
729	17/II	1959 0753	4112	4348	3	5	6	3 ^{1/2}	4	5	1	20 км к ЮВ от Богдановки		
730	19/IV	1959 0859	3949	4239	5	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	40 км к СЗ от Каракёсе		
731	20/V	1959 1949	4152	4152	3	15	4	5 ^{1/4}	2	7—8	5	Аджаро-Гурийское		
732	30/VII	1959 1223	4100	4100	5	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	55 км к ЮЗ от Хопы		
733	17/VIII	1959 0133	3906	4806	4	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	2	50 км к СЗ от Масаллы		
734	24/VIII	1959 1729	3900	4000	6	35	6	4 ^{3/4}	5	5	1	30 км к СВ от Палу		
735	29/VIII	1959 1040	3845	4100	6	20	6	4 ^{3/4}	5	6	1	45 км к СЗ от Муша		
736	10/IX	1959 1359	3938	4144	6	25	6	5 ^{1/4}	5	6—7	1	25 км к СВ от Хыныса		
737	25/X	1959 1557	3915	4138	5	25	5	5 ^{1/2}	4	7	1	15 км к СВ от Варто		
738	8/XII	1959 0845	4114	4344	3	15	5	4 ^{3/4}	3	6—7	1	5 км к СЗ от Ефремовки	ф 739	
739	8/XII	1959 1333	4112	4352	3	10	5	5 ^{1/2}	1	7—8	5	Мадатапское		
740	9/XII	1959 1653	3805	3900	5	25	6	4 ^{1/2}	5	5	1	65 км к ЮЗ от Харберда		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
741	26/I 1960 0952	4000	3900	5	20	5	6	4	8—9	1	20 км к В от Зевкера		
742	20/II 1960 1440	3834	4135	5	25	6	4 ¹ / ₂	5	5	1	20 км к Ю от Муша	ф 743	
743	21/II 1960 0929	3829	4131	5	25	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	25 км к ЮЗ от Муша		
744	24/II 1960 1855	3823	4140	6	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	20 км к СВ от Сасуна	а 743	
745	29/II 1960 0026	3838	4132	5	10	5	4	4	5—6	1	10 км к Ю от Муша	а 743	
746	24/IV 1960 0600	3935	3906	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	Камах		
747	9/VI 1960 0244	3959	3940	5	10	5	4 ¹ / ₄	4	6	1	20 км к ЮВ от Чифтлика		
748	9/VI 1960 0457	3937	3959	5	10	5	4	4	5—6	1	Селепюр		
749	30/VI 1960 0653	4118	4406	3	15	4	3 ¹ / ₂	3	5	2	10 км к ЮЗ от Башкичети		
750	9/VIII 1960 2201	3859	4056	5	20	6	4 ¹ / ₄	5	5	1	35 км к СВ от Бингёля		
751	22/VIII 1960 1342	3914	4133	6	60	5	4 ³ / ₄	5	5	1	20 км к ЮЗ от Хыныса		
752	30/VIII 1960 2234	3916	4138	5	20	6	4 ¹ / ₄	5	5	1	10 км к ЮЗ от Хыныса		
753	3/IX 1960 0000	3917	4131	6	25	6	4 ³ / ₄	5	5—6	1	15 км к ЮЗ от Хыныса		
754	12/II 1961 1031	3800	4700	6	10	6	3 ³ / ₄	5	5	1	65 км к В от Тебриза		
755	29/III 1961 0729	4047	4230	4	10	5	4 ¹ / ₂	4	6—7	1	45 км к ЮЗ от Ардахана		
756	19/IV 1961 1420	3818	4454	4	20	6	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	25 км к СВ от Салмаста		
757	9/VII 1961 0011	3930	4230	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5—6	1	40 км к СЗ от Патноса		
758	22/VII 1961 1250	4154	4400	3	10	4	3 ³ / ₄	4	5	2	15 км к ЮЗ от Гори		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
759	4/IX 1961 2327	3800	4300	5	10	6	3 ³ / ₄	5	5	1	10 км к 3 от Чатака		
760	11/X 1961 0227	4145	4249	4	10	4	3 ³ / ₄	4	5	1	Абастумани		
761	1/XI 1961 0858	3941	4049	5	20	5	4 ¹ / ₂	4	5-6	1	35 км к ЮВ от Пасинлера		
762	3/XII 1961 1831	4102	4405	3	20	4	5	3	6-7	4	Гукасянское I		
763	1/I 1962 1818	3819	4635	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	35 км к СВ от Тебриза		
764	24/II 1962 0250	4157	4403	3	10	4	3 ¹ / ₂	3	5	1	Бнявиси		
765	19/IV 1962 1155	3834	4405	5	20	5	4 ¹ / ₂	4	5-6	1	15 км к ЮЗ от Озальпа	12	
766	1/VI 1962	3830	4318	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5-6	1	Ван		
767	19/VIII 1962 0223	4112	4347	3	15	6	4	4	5	1	Ефремовка	11	
768	19/VIII 1962 0620	3830	4300	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5-6	1	оз. Ван в 35 км к 3 от Вана		
769	4/IX 1962 2259	3953	4406	3	10	5	5 ¹ / ₄	1	7-8	2	Игдырское		
770	5/IX 1962 0212	3942	4406	4	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮВ от Игдыра	11	а 769
771	6/IX 1962 1150	3954	4400	4	15	5	4 ¹ / ₂	3	6	1	Игдыр		а 769
772	7/IX 1962 1215	3940	4404	4	15	5	4 ¹ / ₄	4	5-6	1	25 км к Ю от Игдыра		а 769
773	8/IX 1962 1900	4110	4351	3	10	4	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Богдановки	11	
774	8/IX 1962 1908	4112	4354	4	15	4	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Богдановки	11	
775	11/IX 1962 0017	3957	4402	4	15	6	4 ¹ / ₂	3	6	1	Игдыр		а 769
776	19/IX 1962 1413	4000	4410	4	15	6	4	4	5	1	15 км к СВ от Игдыра	11	а 769
777	9/X 1962 0656	3936	4442	4	15	6	4	3	5	1	15 км к СВ от Исахана		
778	12/X 1962 1121	4057	4548	4	5	5	4 ¹ / ₄	3	7-8	3	Таузское	11	
779	21/XI 1962	3954	4400	5	20	5	5	4	6	1	Игдыр		а 769
780	3/XII 1962 1324	3948	4400	5	15	5	4	4	5	1	10 км к ЮЗ от Игдыра		а 769

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
781	24/XII 1962 1414	3830	4742	5	15	6	4	3	5	1	10 км к ЮЗ от Лари	11	
782	16/I 1963 1202	4107	4212	5	20	6	4 ^{1/4}	3	5	1	30 км к ЮВ от Артвина	11—12	
783	9/II 1963 1718	3900	4206	4	15	6	4	3	5	1	45 км к СЗ от Ахлата	11	
784	18/II 1963 1403	4009	4650	4	5	4	4 ^{1/4}	3	7	4	Агдамское	11—12	
785	12/III 1963 1238	3922	4009	5	20	6	4 ^{1/4}	4	5	1	15 км к СЗ от Киги		
786	22/IV 1963 1538	4136	3918	5	20	6	5 ^{1/4}	4	7	1	Черное море в 80 км к СЗ от Трабзона		
787	9/X 1963 0436	4000	4300	5	20	6	4 ^{1/2}	4	5—6	2	20 км к ЮЗ от Кагызмана	12	
788	6/XI 1963	3812	4224	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	30 км к ЮВ от Битлиса		
789	31/XII 1963 1518	3840	4525	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	30 км к ЮЗ от Джульфы	12	
790	5/II 1964 1024	4024	4604	4	5	4	4	3	6	4	Каракуллар, Ченахчи	11	
791	5/II 1964 1127	4025	4556	4	10	5	3 ^{3/4}	3	5	1	15 км к З от Каракуллара	10—11	а 790
792	24/II 1964 1132	3951	4020	5	20	6	4 ^{1/2}	4	5—6	1	35 км к ЮЗ от Ашкале		
793	14/III 1964 2302	3830	3949	5	10	6	4 ^{1/2}	4	7	1	20 км к СВ от Мадена		
794	24/III 1964 1110	3800	4154	5	5	6	4 ^{1/2}	5	7	1	Курталанское		
795	24/III 1964 2151	3800	4154	5	5	6	3 ^{3/4}	5	5—6	1	10 км к СВ от Курталана	а 794	
796	5/VI 1964 0011	3908	4312	4	30	4	4 ^{3/4}	3	5	1	15 км к СЗ от Эрджинша	12—13	
797	13/VII 1964 0219	4125	4416	3	15	5	4	3	5	2	10 км к ЮВ от Триалети	11	
798	21/VIII 1964 1649	4000	4054	5	15	6	4 ^{1/2}	3	6	2	20 км к СЗ от Илиджа	12	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
799	4/IX 1964 0339	3924	4017	5	30	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	10 км к СЗ от Киги		ф 800
800	16/XI 1964 0527	3931	4019	5	20	5	5	4	6—7	1	20 км к С от Киги		
801	11/I 1965 1941	3854	4842	4	5	6	3 ¹ / ₂	4	5	1	30 км к ЮЗ от Масаллы		
802	13/II 1965 0056	3824	4542	5	15	6	4	4	5	1	10 км к ЮЗ от Меренда	11	
803	16/V 1965 1129	3810	3900	4	15	5	5	4	7	1	65 км к ЮЗ от Мадена	13	
804	31/VIII 1965 0557	3918	4112	5	20	5	4 ¹ / ₂	4	5—6	1	Карлыова		ф 805
805	31/VIII 1965 0729	3922	4047	4	10	5	5 ¹ / ₂	3	7—8	1	30 км к СЗ от Карлыова		
806	7/XII 1965 1215	4039	3937	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	30 км к СВ от Гюмюшане	10—11	
807	4/III 1966 1048	4119	4400	2	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮЗ от Триалети	11	
808	7/III 1966 0116	3912	4136	4	20	4	5 ¹ / ₂	3	7—8	1	10 км к СВ от Варто		ф 820
809	10/III 1966 1119	3956	4135	5	25	5	4 ¹ / ₂	4	5	1	15 км к ЮЗ от Пасинлера		
810	20/III 1966 1406	3921	4432	4	5	5	3 ³ / ₄	4	6	1	Даналу	10—11	
811	27/IV 1966 1948	3808	4231	4	20	4	5	3	6—7	1	Битлисское	13	
812	2/V 1966 1355	3806	4237	5	25	5	4 ¹ / ₂	4	5	1	55 км к ЮВ от Битлиса	12	а 811
813	2/V 1966 2040	3806	4245	5	20	5	4 ¹ / ₄	4	5	1	65 км к ЮВ от Битлиса	11—12	а 811
814	2/V 1966 2312	3806	4230	4	25	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	45 км к ЮВ от Битлиса	12—13	а 811
815	9/V 1966 0431	3818	4218	5	30	6	4 ³ / ₄	4	5	1	15 км к ЮВ от Битлиса		а 811
816	9/V 1966 0434	3816	4220	5	25	5	4 ³ / ₄	4	5—6	1	Битлиса 20 км к ЮВ от		а 811
817	13/VI 1966 0355	4054	4427	3	20	4	4 ¹ / ₄	3	5	1	Битлиса 15 км к ЮВ от Степанавана	11—12	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
818	14/VI 1966 0245	3810	4252	4	15	6	4 ¹ / ₂	4	6	1	70 км к ЮВ от Битлиса	12	а 811
819	12/VII 1966 0004	3915	4137	4	25	5	4 ¹ / ₂	4	5	1	10 км к СВ от Варто	12	ф 820
820	19/VIII 1966 1222	3910	4134	3	25	3	6 ³ / ₄	2	9	3	Землетрясение в Варто		
821	19/VIII 1966 1315	3925	4118	4	20	6	5 ¹ / ₄	3	7	1	30 км к СЗ от Варто	13—14	а 820
822	19/VIII 1966 1354	3900	4146	4	20	5	5 ¹ / ₄	3	7	1	30 км к ЮВ от Варто	13—14	а 820
823	19/VIII 1966 1403	3912	4124	4	20	5	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	5 км к СЗ от Варто	12	а 820
824	19/VIII 1966 1417	3920	4115	4	25	5	5	3	6	1	25 км к СЗ от Варто	13	а 820
825	19/VIII 1966 1841	3908	4129	4	10	6	4 ³ / ₄	3	7	1	5 км к Ю от Варто	12—13	а 820
826	19/VIII 1966 2142	3848	4124	5	25	4	4 ³ / ₄	4	5—6	1	40 км к ЮЗ от Варто		а 820
827	20/VIII 1966 0213	3918	4136	5	20	5	4 ¹ / ₄	4	5	1	15 км к СВ от Варто	11—12	а 820
828	20/VIII 1966 0445	3849	4129	5	25	5	4 ¹ / ₂	4	5	1	40 км к Ю от Варто	12	а 820
829	20/VIII 1966 1159	3925	4059	3	30	4	6 ¹ / ₄	3	8	1	50 км к СЗ от Варто		а 820
830	20/VIII 1966 1201	3910	4042	4	30	4	5 ¹ / ₂	4	6—7	1	70 км к З от Варто		а 820
831	20/VIII 1966 1517	3919	4053	5	25	4	4 ¹ / ₂	4	5	1	55 км к СЗ от Варто		а 820
832	20/VIII 1966 1754	3918	4100	5	25	6	4 ¹ / ₄	5	5	1	40 км к СЗ от Варто		а 820
833	21/VIII 1966 0015	3917	4151	4	15	6	4 ³ / ₄	5	7	1	35 км к СВ от Варто	12—13	а 820
834	21/VIII 1966 0225	3905	4130	5	25	6	4 ¹ / ₂	5	5	1	10 км к ЮВ от Варто	12	а 820

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
835	21/VIII 1966 1833	4127	4337	2	20	5	4 ^{1/2}	3	5	1	15 км к СВ от Ахалкалаки	12	
836	22/VIII 1966 2036	3919	4124	5	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	15 км к СЗ от Варто	12	а 820
837	23/VIII 1966 0135	3919	4058	4	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	45 км к СЗ от Варто	12	а 820
838	10/IX 1966 1009	3928	4055	5	20	6	4 ^{1/2}	5	6	1	60 км к СЗ от Варто		а 820
839	13/IX 1966 2023	3910	4051	5	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	55 км к З от Варто		а 820
840	17/IX 1966 1942	3918	4148	5	15	6	4	5	5	1	30 км к СВ от Варто		а 820
841	19/IX 1966 0203	3818	4231	5	20	5	5	4	6—7	1	35 км к ЮВ от Битлис		а 811
842	29/IX 1966 1459	3906	4118	5	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮЗ от Варто		а 820
843	1/X 1966 0015	3918	4142	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	25 км к СВ от Варто		а 820
844	6/X 1966 0748	3912	4149	5	25	5	4 ^{1/2}	4	5	1	30 км к СВ от Варто		а 820
845	26/XII 1966 0421	3851	4054	5	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	60 км к ЮЗ от Варто		а 820
846	9/I 1967 2032	4018	4318	4	15	6	4	3	5	1	20 км к СВ от Кагызмана	11	
847	30/I 1967 0120	4054	4409	3	20	4	5	1	6—7	3	Спитакское I	13	
848	30/I 1967 1225	3925	4129	4	25	6	5	4	6	1	20 км к СЗ от Хыныса	13	
849	11/II 1967 0419	3900	4100	5	15	6	4	4	5	1	35 км к ЮЗ от Карлыова		
850	17/V 1967 0428	3841	4417	5	20	6	4 ^{1/2}	2	5—6	1	Озалп		
851	18/V 1967 0613	3842	4412	5	15	6	4	3	5	1	Озалп	11	а 850
852	16/VI 1967 2244	4123	4402	3	5	5	3 ^{1/2}	3	5	1	15 км к СЗ от Башкичети	11	
853	29/VI 1967 0822	4124	4352	3	10	4	4 ^{1/2}	1	6—7	4	Параванское	12	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
854	29/VI 1967 0848	4122	4355	3	15	4	4	3	5	1	15 км к СВ от Гандзы	11	a 853
855	11/VII 1967 0125	3810	4750	4	20	6	4 ^{1/4}	3	5	1	40 км к ЮЗ от Лари	11—12	
856	26/VII 1967 1853	3932	4023	3	25	4	6	3	8	1	15 км к С от Черме		
857	4/X 1967 0452	3940	4331	5	15	4	4	2	5	1	35 км к СВ от Эрджиша	11	
858	31/XII 1967 0328	3900	4200	6	15	6	4 ^{1/4}	5	5—6	1	50 км к СВ от Муша		
859	6/III 1968 0301	4200	4400	3	15	4	4	4	5	3	Земо-Хведурети	11	
860	13/III 1968 0053	3929	4024	5	20	6	4	5	5	1	20 км к СВ от Киги	11	
861	24/IV 1968 0951	3806	4142	6	15	6	4	5	5	1	45 км к ЮЗ от Битлиса		
862	29/IV 1968 1701	3914	4414	3	25	4	5 ^{1/2}	1	7	1	Бедавлинское		
863	12/V 1968 0516	3906	4418	5	15	6	4	3	5	1	30 км к ЮЗ от Маку	11	a 862
864	25/V 1968 0029	4044	4212	4	10	6	4 ^{3/4}	3	6	1	30 км к СВ от Олту	12	
865	26/V 1968 0502	4046	4214	5	15	6	4	4	5	1	45 км к СВ от Олту	11	a 864
866	26/V 1968 0534	4046	4214	5	15	6	4 ^{1/4}	4	5—6	1	45 км к СВ от Олту	11—12	a 864
867	9/VI 1968 0056	3916	4606	3	14	3	5	1	7—8	4	Запгезурское II	13	
868	9/VI 1968 1138	3919	4603	4	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	12 км к СЗ от Гярда	11	a 867
869	11/VI 1968 0609	3809	4251	4	15	6	4	3	5	1	30 км к СЗ от Чатака	11	
870	11/VI 1968 0616	3942	4200	6	15	6	4 ^{1/4}	5	5—6	1	40 км к ЮЗ от Хорасана		
871	16/VI 1968 0545	3914	4607	4	10	5	3 ^{3/4}	3	5	1	3 км к СВ от Гярда	11	a 867
872	19/VI 1968 1503	4120	4358	3	15	5	4	3	5	1	Гора Агрикар	11	
873	19/VI 1968 1528	4120	4358	3	15	5	4	3	5	1	Гора Агрикар	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
874	12/VII 1968 1342	3948	4136	5	15	6	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Эрзурума	11	
875	26/VII 1968 2322	3910	4608	4	10	5	4	3	5—6	2	5 км к ЮВ от Гярда	11	a 867
876	13/VIII 1968 0440	3926	4128	5	15	6	4	4	5	1	20 км к СЗ от Хыныса	11	
877	1/IX 1968 0539	3917	4601	4	5	4	4 ^{3/4}	1	8	2	10 км к СЗ от Гярда	12—13	a 867
878	16/IX 1968 0710	3916	4600	4	5	4	4 ^{1/4}	3	6—7	2	10 км к СЗ от Гярда	11	a 867
879	18/IX 1968 0617	3949	4014	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	30 км к СВ от Селепура	12	
880	24/IX 1968 0419	3911	4017	4	10	5	5	4	7—8	1	15 км к ЮЗ от Киги		
881	25/IX 1968 2052	3914	4017	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	10 км к ЮЗ от Киги	12	a 880
882	1/X 1968 1816	3916	4608	4	10	5	4	3	5	1	7 км к СВ от Гярда	11	a 867
883	21/X 1968 2225	4130	4408	3	15	6	4	3	5	2	5 км к СЗ от Триалети	11	
884	24/XII 1968 0005	3948	4130	6	15	6	4	5	5	1	20 км к ЮВ от Эрзурума	11	
885	10/I 1969 0123	4018	4036	5	15	6	4	5	5	1	30 км к В от Байбурга	11	
886	5/II 1969 2023	3830	4500	5	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	Хой	12	
887	6/III 1969 2027	3936	4318	4	15	6	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Каракёсе	11	
888	12/IV 1969 2307	4017	4255	5	30	5	4 ^{1/2}	3	5	1	20 км к СЗ от Кагызмана	12	
889	14/IV 1969 1325	4127	4348	2	15	5	4	3	5	1	25 км к СВ от Ахалкалаки	11	
890	14/V 1969 0044	3836	4430	4	15	6	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Озалпа	11	
891	27/V 1969 0103	3841	4324	4	20	6	4 ^{1/2}	4	5—6	1	20 км к С от Вана	12	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
892	5/VI 1969 2315	4112	4218	4	15	6	4	4	5	1	15 км к ЮЗ от Шавшата	11	
893	14/VI 1969 1744	4118	4336	3	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	3	10 км к ЮВ от Ахалкалаки		
894	6/VII 1969 1528	4154	4130	5	15	6	4	3	5	1	25 км к СЗ от Кобулет	11	
895	14/VII 1969 1935	3836	4506	5	15	6	4	4	5	1	15 км к СВ от Хоя	11	
896	6/VIII 1969 1528	4154	4130	5	15	5	4	4	5	1	25 км к СЗ от Кобулет	11	
897	15/VIII 1969 1736	3936	4330	4	15	6	4	3	5	1	20 км к СЗ от Диядина	11	
898	10/IX 1969 1214	3915	4123	4	25	5	5 ^{1/4}	3	6—7	1	20 км к ЮВ от Карлыова		
899	27/IX 1969 1657	4006	4100	5	20	6	4 ^{1/2}	4	5—6	1	30 км к СЗ от Эрзурума		
900	1/X 1969 2033	3919	4034	4	15	5	4 ^{3/4}	3	6—7	1	20 км к СВ от Киги	12—13	
901	15/XII 1969 1553	4122	4359	3	15	5	4	3	5	2	35 км к СВ от Богдановки	11	
902	25/XII 1969 0207	3900	4212	5	15	6	4	3	5	1	35 км к ЮЗ от Малазгирта	11	
903	31/XII 1969 1206	4146	4329	3	10	5	4	3	5	2	10 км к ЮЗ от Боржом	0—11	ф 904
904	3/I 1970 0654	4149	4323	3	10	5	4 ^{3/4}	1	7	4	Еоржомское	12	
905	17/II 1970 0259	3839	4322	4	20	5	4 ^{1/2}	1	5—6	1	20 км к С от Вана	12	
906	17/II 1970 1616	3840	4325	4	15	6	4	4	5	1	20 км к СВ от Вана	11	а 905
907	28/II 1970 1232	4024	4312	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	25 км к ЮВ от Карса		
908	14/III 1970 0151	3837	4442	3	20	5	5 ^{1/4}	1	7	1	Бадаланское		
909	14/III 1970 0200	3830	4436	4	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮЗ от Хоя		а 908

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
910	15/III 1970	3906	4430	5	15	5	4 ^{1/4}	4	5-6	1	25 км к Ю от Маку		
911	13/IV 1970 1934	3900	4224	4	15	5	4	4	5	1	30 км к СЗ от Ахлата	11	
912	16/IV 1970 0126	3850	4846	4	15	5	4	3	5	1	10 км к СВ от Ленкорани	11	
913	21/IV 1970 1451	3842	4130	5	15	5	4	4 ^{1/4}	5	1	Муш	11	
914	21/V 1970 1014	4149	4330	3	10	5	4	4 ^{1/4}	5	3	5 км к В от Боржоми	11-12	а 904
915	26/VI 1970 0156	3842	4506	5	15	6	4	4	5	1	20 км к СВ от Хоя		а 908
916	29/VII 1970 1014	4118	4400	3	15	5	4	3	5	1	20 км к ЮВ от Гандзы	11	
917	16/VIII 1970 2001	3848	4400	5	15	6	4	4	5	1	20 км к СЗ от Озалпа	11	
918	24/VIII 1970 1636	3819	3927	5	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮЗ от Мадена		
919	29/IX 1970 0728	3918	4412	5	15	6	4	3	5	1	30 км к З от Маку	11	
920	12/X 1970 0811	4026	4320	4	10	6	4	3	5-6	1	25 км к ЮВ от Карса	11	
921	20/X 1970 0716	4127	4419	3	15	5	4	3	5	1	15 км к З от Болниси	11	
922	29/X 1970 0849	3830	4518	4	15	6	4	3	5	1	30 км к ЮВ от Хоя	11	а 908
923	6/XI 1970 1308	4030	4206	4	15	6	4	3	5	1	10 км к ЮВ от Олту	11	
924	11/XII 1970 1948	4121	4343	3	15	5	4	3	5	1	15 км к СВ от Богдановки	11	
925	22/XII 1970 2045	4036	4218	4	10	6	4	3	5-6	1	30 км к СВ от Олту	11	
926	23/XII 1970 1731	3842	4836	4	10	5	4	3	5-6	1	20 км к ЮЗ от Ленкорани	11	
927	28/XII 1970 0156	4124	4406	3	15	5	4	3	5	2	10 км к ЮЗ от Триалети	11	

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
928	11/II	1971 0141	3830	4712	5	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	10 км к В от Ахара	12	
929	24/III	1971 1841	4122	4343	3	15	5	4	3	5	1	15 км к СВ от Богдановки	11	
930	22/V	1971 1644	3851	4031	3	15	4	6 ^{3/4}	0	9	1	Бингёльское		
931	22/V	1971 1732	3858	4020	4	20	5	4 ^{1/4}	4	5	1	15 км к СЗ от Бингёля		а 930
932	22/V	1971 1734	3855	4039	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	15 км к СВ от Бингёля		а 930
933	22/V	1971 1824	3836	3930	6	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮВ от Элязыга		а 930
934	22/V	1971 1835	3905	4038	4	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	25 км к СВ от Бингёля		а 930
935	22/V	1971 1843	3912	4042	5	15	5	4	4	5	1	40 км к СВ от Бингёля		а 930
936	24/V	1971 0220	3906	4036	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	25 км к СВ от Бингёля		а 930
937	24/V	1971 1646	3918	4024	5	15	5	4	4	5	1	45 км к СЗ от Бингёля		а 930
938	24/V	1971 1832	3906	4042	4	15	5	4 ^{1/4}	4	5—6	1	30 км к СВ от Бингёля		а 930
939	1/VI	1971 0550	3918	4030	5	15	5	4	4	5	1	45 км к С от Бингёля		а 930
940	17/VII	1971 2145	3906	4024	5	15	5	4	4	5	1	25 км к СЗ от Бингёля		а 930
941	19/VII	1971 2040	4000	4148	4	15	5	4	3	5	1	10 км к В от Пасинлера	11	
942	10/VIII	1971 2252	3806	4742	4	15	6	4	3	5	1	55 км к ЮЗ от Ардебиля	11	
943	25/VIII	1971 0906	3836	4048	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	20 км к СВ от Лидже		а 930
944	8/IX	1971 2235	4116	4359	3	15	5	4 ^{1/2}	3	6	3	Дманисское I	12	
945	21/IX	1971 0104	3836	4412	4	15	6	4	3	5	1	10 км к Ю от Озалпа	11	

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
946	15/I	1972 1050	3942	4200	4	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	40 км к ЮЗ от Хорасана	11—12	ф 948
947	21/III	1972 1816	4024	4218	4	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	25 км к СЗ от Сарыкамыша	11—12	
948	22/III	1972 0051	4024	4212	4	15	5	4 ^{1/2}	3	6	1	30 км к СЗ от Сарыкамыша	12	
949	28/III	1972 0326	4118	4348	3	10	4	3 ^{3/4}	3	5	3	15 км к СВ от Богдановки		
950	16/VII	1972 0246	3814	4322	4	35	4	4 ^{3/4}	0	5	1	25 км к Ю от Вана		
951	24/VII	1972 1022	3924	4012	5	15	5	4	4	5	1	15 км к СЗ от Киги	11	
952	11/XI	1972 1440	4118	4400	3	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮЗ от Дманиси	11	
953	2/I	1973 2102	4015	4548	3	5	6	3 ^{1/2}	3	5	1	7 км к СВ от Вардениса	10	
954	30/I	1973 0752	3806	4224	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	40 км к ЮВ от Битлиса	11	
955	16/VI	1973 0859	4015	4431	4	10	4	4	3	5—6	3	Ереванское III	11	
956	27/VI	1973 2324	4102	4351	3	10	4	3 ^{3/4}	2	5	3	Гукасянское II	10—11	
957	27/VII	1973 2224	3824	4630	4	15	5	4	3	5	1	40 км к СВ от Тебриза	11	
958	6/XII	1973 0115	4018	4618	3	10	5	4 ^{1/4}	2	6	3	Мардакертское	11—12	
959	6/I	1974 2137	3811	4233	5	10	5	3 ^{3/4}	4	5	1	45 км к ЮВ от Битлиса		
960	24/II	1974 0535	3942	4406	4	15	5	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Игдыра	11	
961	8/III	1974 0848	3841	4407	4	15	5	4	3	5	1	10 км к СЗ от Озалпа	11	
962	12/III	1974 0653	3825	4358	5	35	4	4 ^{1/2}	4	5	1	50 км к ЮВ от Вана		
963	15/III	1974 1705	3905	4149	4	15	5	4	3	5	1	30 км к ЮВ от Хыныса	11	
964	30/III	1974 0034	4124	4358	3	5	5	4	3	6—7	4	Шахназарское	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
965	20/IV 1974 1953	3824	4448	5	15	5	4	3	5	1	20 км к ЮЗ от Хоя	11	
966	30/IV 1974 2116	3824	4454	4	15	5	4	3	5	1	15 км к Ю от Хоя	11	
967	12/I 1975 0439	4036	4200	4	30	4	4 ^{1/2}	3	5	1	60 км к СЗ от Сарыкамыша	12	
968	24/II 1975 2158	4100	4206	5	15	4	4	3	5	1	35 км к ЮВ от Артвина	11	
969	21/III 1975 0259	4051	4418	4	5	4	3 ^{3/4}	3	6	4	Спитакское II	10—11	
970	9/V 1975 1247	3814	4440	5	15	4	4	3	5	1	35 км к ЮЗ от Хоя	11	
971	12/VII 1975 2211	3850	4328	5	15	4	4	3	5	1	30 км к ЮЗ от Мурадие	11	
972	14/VII 1975 0709	3949	4110	5	15	4	4	3	5	1	15 км к ЮЗ от Эрзурума		
973	18/VII 1975 2344	3900	4542	4	15	4	4	3	5	1	Джультфа	11	
974	6/IX 1975 0920	3831	4040	4	20	4	6 ^{3/4}	3	9	1	Землетрясение в Лидже		
975	6/IX 1975 1013	3842	4030	5	30	4	5	3	6	1	20 км к Ю от Бингёля		а 974
976	6/IX 1975 1052	3828	4049	5	25	5	5	3	6—7	1	15 км к СВ от Лидже		а 974
977	6/IX 1975 1210	3820	4034	5	5	5	4 ^{3/4}	3	7	1	15 км к ЮЗ от Лидже		а 974
978	6/IX 1975 1224	3912	4054	5	20	4	4 ^{3/4}	3	6	1	50 км к СВ от Бингёля		а 974
979	6/IX 1975 2242	3906	4024	5	15	4	4	3	5	1	25 км к СЗ от Бингёля		а 974
980	7/IX 1975 0713	3848	4036	5	15	4	4	3	5	1	15 км к ЮВ от Бингёля		а 974
981	12/IX 1975 0041	3836	4018	5	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	35 км к СЗ	11—12	а 974
982	16/IX 1975 1251	3824	4022	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	от Лидже 5 км к ЮВ от Лидже	11	а 974

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
983	17/IX	1975 0014	3848	4104	5	15	4	4	3	5	1	50 км к ЮВ от Бингёля	11	а 974
984	17/IX	1975 0912	3836	4048	5	15	4	4	3	5	1	20 км к СВ от Лидже	11	а 974
985	17/IX	1975 1121	3830	4030	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	15 км к СЗ от Лидже	12	а 974
986	19/IX	1975 1200	3842	4048	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	30 км к СВ от Лидже	11—12	а 974
987	20/IX	1975 1553	3848	4048	5	15	4	4	3	5	1	30 км к ЮВ от Бингёля	11	а 974
988	21/IX	1975 2006	3842	4036	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	20 км к ЮВ от Бингёля		а 974
989	24/IX	1975 1541	3848	4042	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	20 км к ЮВ от Бингёля		а 974
990	3/X	1975 1458	3832	4043	5	20	4	4 ^{3/4}	3	6	1	10 км к СВ от Лидже		а 974
991	6/X	1975 1807	3806	4824	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	20 км к ЮВ от Ардебиля	11—12	
992	7/X	1975 0459	3842	4030	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	20 км к Ю от Бингёля		а 974
993	12/X	1975 2147	3838	4049	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	25 км к СВ от Лидже		а 974
994	8/XI	1975 1254	3848	4048	5	15	4	4	3	5	1	30 км к ЮВ от Бингёля	11	а 974
995	14/XI	1975 1232	3842	4048	5	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	30 км к СВ от Лидже		а 974
996	15/XI	1975 0645	3836	4036	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	15 км к СЗ от Лидже		а 974
997	19/XI	1975 2321	3824	4548	4	15	4	4	3	5	1	Меренд	11	
998	28/XI	1975 0409	4000	4006	5	20	5	5	4	6—7	1	Каракулак		
999	29/XI	1975 1703	4036	4306	5	15	5	4	4	5	1	Карс		
1000	5/XII	1975 1527	3836	4448	4	15	4	4	3	5	1	15 км к СЗ от Хоя	11	
1001	10/XII	1975 0743	4030	4306	4	15	5	4	4	5	1	10 км к Ю от Карса	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1002	30/XI 1975 1436	3831	4044	5	15	4	4 ^{1/2}	3	6	1	10 км к СВ от Лидже		а 974
1003	30/XII 1975 1600	3836	4012	5	15	4	4	3	5	1	40 км к ЮЗ от Бингёля		а 974
1004	7/I 1976 1358	3836	3930	6	20	5	4 ^{1/2}	4	5—6	1	25 км к ЮВ от Элязыга		
1005	12/I 1976 2241	3937	4310	5	25	5	4 ^{3/4}	4	5—6	1	25 км к СЗ от Вана		
1006	13/I 1976 2058	3858	4053	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	35 км к СВ от Бингёля		а 974
1007	27/II 1976 0547	3842	4421	4	15	5	4	4	5	1	55 км к СЗ от Хоя	11	
1008	25/III 1976 1155	4101	4257	3	10	5	4 ^{3/4}	1	7	1	25 км к ЮВ от Ардастана	12—13	ф 1015
1009	28/III 1976 1358	3920	4057	5	15	5	4 ^{3/4}	4	6—7	1	60 км к СВ от Бингёля		а 974
1010	2/IV 1976 1658	3951	4341	4	20	4	4 ^{3/4}	1	6	1	35 км к ЮЗ от Игдыра	12—13	
1011	8/IV 1976 1600	4100	4242	4	15	5	4	4	5	1	15 км к Ю от Ардастана	11	ф 1015
1012	20/IV 1976 0457	4046	4212	4	15	5	4	4	5	1	55 км к ЮВ от Артвина	11	
1013	20/IV 1976 2018	4054	4300	4	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Ардастана	11	ф 1015
1014	21/IV 1976 2158	4046	4208	4	25	4	4 ^{1/4}	4	5	1	50 км к ЮВ от Артвина	11—12	
1015	29/IV 1976 2218	4055	4249	3	5	5	5	2	8	1	Ардаханское II	13	
1016	29/IV 1976 2323	4050	4253	4	10	5	4 ^{1/2}	4	6—7	1	35 км к ЮВ от Ардастана	12	а 1015
1017	30/V 1976 2201	4054	4254	4	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮВ от Ардастана	11	а 1015
1018	4/IV 1976 0508	4049	4256	4	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	35 км к ЮВ от Ардастана	12	а 1015
1019	21/VI 1976 1204	3932	4342	4	15	4	4	3	5	1	50 км к ЮЗ от Игдыра	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1020	9/VII 1976 0934	3836	4036	5	15	5	4	4	5	1	15 км к СЗ от Лидже	10—11	a 974
1021	12/VIII 1976 0937	4124	4136	5	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	30 км к СЗ от Артвина		
1022	22/VIII 1976 0304	3838	4027	5	15	5	4	4	5	1	25 км к СЗ от Лидже		a 974
1023	5/IX 1976 2207	3836	4054	5	20	5	5	4	6—7	1	25 км к СВ от Лидже	13	a 974
1024	2/X 1976 1006	3940	4001	5	15	4	4 ¹ / ₂	3	6	1	45 км к ЮВ от Эрзинджана		
1025	8/X 1976 1711	3838	4029	5	20	4	4 ³ / ₄	3	6	1	20 км к СЗ от Лидже		a 974
1026	24/XI 1976 1222	3903	4402	4	15	5	7	1	9	5	Чалдыранское	14	
1027	24/XI 1976 1230	3855	4352	4	20	5	5	3	6—7	1	25 км к ЮЗ от Чалдырана		a 1026
1028	24/XI 1976 1236	3906	4412	4	30	5	5 ¹ / ₂	3	6—7	1	25 км к ЮВ от Чалдырана		a 1026
1029	24/XI 1976 1318	3905	4343	4	25	5	5	3	6	1	20 км к ЮЗ от Чалдырана	13	a 1026
1030	24/XI 1976 1411	3918	4324	4	25	5	5	3	6	1	45 км к СВ от Чалдырана		a 1026
1031	24/XI 1976 1504	3911	4343	4	25	5	4 ³ / ₄	3	5—6	1	15 км к СЗ от Чалдырана		a 1026
1032	24/XI 1976 1511	3900	4411	4	30	5	5	3	5—6	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1033	24/XI 1976 1559	3855	4350	4	25	5	4 ¹ / ₂	3	5	1	25 км к ЮЗ от Чалдырана		a 1026
1034	24/XI 1976 1640	3859	4355	4	25	5	4 ¹ / ₂	3	5	1	20 км к Ю от Чалдырана		a 1026
1035	24/XI 1976 1702	3900	4418	5	25	5	4 ¹ / ₂	4	5	1	35 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1036	24/XI 1976 1803	3858	4358	4	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана		a 1026
1037	24/XI 1976 1852	3858	4400	5	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана		a 1026

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1038	24/XI 1976 2041	3854	4400	5	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1039	24/XI 1976 2046	3905	4408	4	25	5	5	1	6	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	13	a 1026
1040	24/XI 1976 2221	3858	4401	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	a 1026
1041	24/XI 1976 2324	3908	4400	4	15	4	4	3	5	1	10 км к В от Чалдырана	11	a 1026
1042	24/XI 1976 2341	3840	4410	4	15	4	4	3	5	1	60 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1043	25/XI 1976 0346	3900	4340	4	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	25 км к ЮЗ от Чалдырана	12	a 1026
1044	25/XI 1976 0450	3850	4418	4	15	4	4	3	5	1	50 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1045	25/XI 1976 0510	3853	4352	4	15	4	4	3	5	1	30 км к ЮЗ от Чалдырана	11	a 1026
1046	25/XI 1976 0519	3848	4358	4	15	4	4	3	5	1	40 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1047	25/XI 1976 0546	3852	4400	5	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1048	25/XI 1976 0747	3852	4406	5	15	4	4	3	5	1	35 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1049	25/XI 1976 0949	3858	4417	3	30	4	5 ^{1/4}	1	6	1	40 км к ЮВ от Чалдырана	14	a 1026
1050	25/XI 1976 1016	3856	4359	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	25 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	a 1026
1051	25/XI 1976 1238	3854	4400	4	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1052	25/XI 1976 1506	3853	4343	4	15	5	4	4	5	1	35 км к ЮЗ от Чалдырана	11	a 1026
1053	25/XI 1976 1951	3855	4358	4	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1054	26/XI 1976 1220	3858	4359	4	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1055	26/XI 1976 2118	3852	4412	4	15	5	4	4	5	1	40 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1056	26/XI 1976 2237	3854	4406	5	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1057	27/XI 1976 1419	3858	4400	4	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1058	27/XI 1976 1656	3901	4400	4	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1059	28/XI 1976 0027	3852	4400	4	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1060	28/XI 1976 1049	3906	4358	4	15	5	4	4	5	1	5 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1061	28/XI 1976 1113	3901	4400	5	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1062	29/XI 1976 2134	3901	4354	4	15	5	4	4	5	1	15 км к Ю от Чалдырана	11	a 1026
1063	30/XI 1976 1144	3903	4400	5	15	5	4	4	5	1	15 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1064	30/XI 1976 1425	3903	4424	4	15	5	4	4	5	1	45 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1065	1/XII 1976 1438	3900	4400	5	15	5	4	4	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1066	3/XII 1976 2034	3912	4406	4	15	5	4	4	5	1	15 км к СВ от Чалдырана	11	a 1026
1067	4/XII 1976 0410	3919	4340	4	20	4	4 ^{1/2}	1	5—6	1	30 км к СЗ от Чалдырана	12	a 1026
1068	4/XII 1976 1812	3900	4400	4	15	4	4	3	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1069	5/XII 1976 1914	3912	4400	4	15	5	4	4	5	1	10 км к СВ от Чалдырана	11	a 1026
1070	6/XII 1976 0357	3852	4406	5	25	4	4 ^{1/2}	3	5	1	35 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1071	6/XII 1976 0405	3900	4400	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	20 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	a 1026

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1072	11/XII 1976 0002	3854	4400	5	20	4	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1073	12/XII 1976 0754	3900	4416	4	30	4	5	3	5—6	1	35 км к ЮВ от Чалдырана	13	a 1026
1074	25/XII 1976 2219	3900	4418	4	25	4	4 ³ / ₄	3	5—6	1	35 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1075	28/XII 1976 1755	3928	4338	5	20	5	4 ¹ / ₄	4	5	1	45 км к СЗ от Чалдырана	11—12	a 1026
1076	1/I 1977 2226	3912	4342	5	15	4	4	3	5	1	20 км к СЗ от Чалдырана	11	a 1026
1077	2/I 1977 1937	3910	4342	4	20	4	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	20 км к СЗ от Чалдырана	12	a 1026
1078	10/I 1977 1226	4106	4354	4	5	5	3 ¹ / ₂	3	5	1	35 км к СВ от Ленинанкана	10	
1079	10/I 1977 1245	3912	4339	4	15	4	4	3	5	1	25 км к СЗ от Чалдырана	11	a 1026
1080	13/I 1977 0152	3842	4436	5	15	4	4	3	5	1	80 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1081	17/I 1977 0519	3916	4342	4	25	4	5 ¹ / ₄	1	6—7	1	25 км к СЗ от Чалдырана	13—14	a 1026
1082	4/III 1977 0149	3900	4344	4	15	4	4	3	5	1	20 км к ЮЗ от Чалдырана	11	a 1026
1083	4/II 1977 2047	3856	4403	4	20	4	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	25 км к ЮВ от Чалдырана	12	a 1026
1084	6/II 1977 0449	4048	4255	4	10	5	3 ³ / ₄	4	5	1	40 км к ЮВ от Ардахана	11	a 1015
1085	18/II 1977 0009	4036	4200	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5—6	1	60 км к СЗ от Сарыкамыша	11—12	
1086	21/II 1977 1302	3955	4002	5	20	5	4 ¹ / ₂	4	5—6	1	45 км к ЮЗ от Байбурта	12	
1087	23/II 1977 2023	3855	4401	4	15	4	4	3	5	1	25 км к ЮВ от Чалдырана	11	a 1026
1088	14/III 1977 1942	4120	4400	4	15	5	4 ¹ / ₄	3	5—6	1	35 км к З от Дманиси	11—12	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1089	25/III 1977 0240	3900	4000	5	15	5	4 ^{3/4}	4	6—7	1	45 км к СЗ от Бингёля	12—13	
1090	26/III 1977 0504	3918	4322	4	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	50 км к СЗ от Чалдырана	12	а 1026
1091	26/IV 1977 1331	3905	4357	4	20	4	4 ^{3/4}	3	6	1	10 км к ЮВ от Чалдырана	12—13	а 1026
1092	2/V 1977 1854	3918	4336	4	15	4	4	3	5	1	30 км к СЗ от Чалдырана	11	а 1026
1093	4/V 1977 0608	3848	4404	4	15	4	4 ^{1/4}	3	5—6	1	40 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	а 1026
1094	14/V 1977 2143	3900	4000	5	15	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	45 км к СЗ от Бингёля	11—12	а 1089
1095	15/V 1977 1340	3918	4324	4	15	4	4	3	5	1	50 км к СЗ от Чалдырана	11	а 1026
1096	26/V 1977 0135	3845	4408	4	20	4	5	3	6—7	1	50 км к ЮВ от Чалдырана	13	а 1026
1097	26/V 1977 0154	3854	4418	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	45 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	а 1026
1098	26/V 1977 0950	3840	4412	4	20	4	4 ^{3/4}	3	6	1	60 км к ЮВ от Чалдырана	12—13	а 1026
1099	27/V 1977 1020	3848	4412	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	45 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	а 1026
1100	30/V 1977 0342	3906	4400	4	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	10 км к ЮВ от Чалдырана	11—12	а 1026
1101	30/V 1977 1120	3836	4448	4	15	5	4	4	5	1	15 км к СЗ от Хоя	11	
1102	30/V 1977 1806	3838	4414	4	15	5	4	4	5	1	65 км к ЮВ от Чалдырана	11	а 1026
1103	4/VI 1977 0508	4054	4254	5	15	5	4	4	5	1	25 км к ЮВ от Ардахана	11	а 1015
1104	18/VI 1977 1432	4150	4353	3	15	4	4	3	5	1	25 км к ЮЗ от Гори	11	
1105	22/VI 1977 1503	3928	4350	4	15	4	4	3	5	1	35 км к СЗ от Чалдырана	11	а 1026

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1106	24/VI 1977 0124	3922	4354	4	15	4	4	3	5	1	25 км к С от Чалдырана	11	a 1026
1107	8/VII 1977 1859	3936	4112	5	15	5	4 ¹ / ₄	4	5—6	1	35 км к ЮЗ от Эрзурума	11—12	
1108	11/VII 1977 1603	3837	4325	4	15	4	4	3	5	1	70 км к ЮЗ от Чалдырана	11	a 1026
1109	15/IX 1977 1519	3854	4354	4	15	5	4	3	5	1	25 км к Ю от Чалдырана	11	a 1026
1110	30/IX 1977 1650	3942	4445	4	10	4	4 ¹ / ₂	3	6—7	1	25 км к СЗ от Норашена	12	
1111	3/XI 1977 1946	3905	4344	4	20	4	4 ¹ / ₂	3	5—6	1	15 км к ЮЗ от Чалдырана	12	a 1026
1112	2/I 1978 0631	4124	4407	2	10	4	5 ¹ / ₄	0	8	5	Дманисское II		
1113	7/I 1978 1648	3842	4354	5	15	5	4	4	5	1	35 км к ЮВ от Мурадие	11	
1114	17/I 1978 1912	4051	4424	4	15	4	4	3	5	1	10 км к СЗ от Кировакана	11	
1115	26/I 1978 0619	3906	4354	4	15	4	4	3	5	1	5 км к Ю от Чалдырана	11	
1116	28/I 1978 1419	3921	4341	4	15	4	4	3	5	1	20 км к Ю от Диядина	11	
1117	6/II 1978 1405	3910	4318	4	10	5	3 ³ / ₄	3	5	1	45 км к СЗ от Мурадие	11	
1118	15/II 1978 0317	3946	3952	4	15	5	4 ¹ / ₂	3	6	1	30 км к СВ от Эрзинджана	12	
1119	15/II 1978 0327	3942	3948	4	15	5	4	3	5	1	25 км к В от Эрзинджана	11	a 1118
1120	15/II 1978 0547	3942	3944	4	15	5	4	3	5	1	20 км к В от Эрзинджана	11	a 1118
1121	25/II 1978 0825	4012	4424	3	10	4	4	3	5	1	Ереванское IV	11	
1122	1/III 1978 2327	4053	4254	4	15	5	4	4	5	1	30 км к ЮВ от Ардахана	11	
1123	2/III 1978 0529	4112	4402	3	10	4	3 ³ / ₄	3	5	1	30 км к ЮЗ от Дманиси	10—11	a 1112

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1124	14/VI 1978 1335	4122	4400	3	15	4	4	3	5	1	30 км к З от Дманиси	11	a 1112
1125	17/VI 1978 1858	4120	4354	3	10	4	3 ³ / ₄	3	5	1	35 км к З от Дманиси	10—11	a 1112
1126	27/VI 1978 0445	4108	4400	3	15	4	4	3	5	1	40 км к ЮЗ от Дманиси	11	a 1112
1127	2/VI 1978 2322	3832	4554	4	15	4	4	3	5	1	15 км к СВ от Меренда	11	
1128	15/VIII 1978 0904	4114	4400	3	15	4	4 ¹ / ₂	3	6	1	30 км к ЮЗ от Дманиси	12	a 1112
1129	22/VIII 1978 2248	4150	4400	3	10	4	4 ¹ / ₄	3	6	4	Горийское	11—12	
1130	20/X 1978 0948	3906	4415	4	15	4	4	3	5	1	30 км к ЮВ от Чалдырана	11	
1131	27/X 1978 0026	4048	4254	4	15	4	4	3	5	1	30 км к СЗ от Карса	11	
1132	25/XI 1978 0857	3933	4342	4	15	4	4	3	5	1	Днядин	11	
1133	19/I 1979 2336	4001	3926	5	5	5	4 ³ / ₄	3	7—8	1	10 км к Ю от Чифтлика		
1134	20/I 1979 0346	4005	3929	5	5	5	3 ³ / ₄	3	5—6	1	Чифтлик		a 1133
1135	11/IV 1979 1214	3908	4350	4	5	4	4 ¹ / ₂	3	7	1	5 км к З от Чалдырана	12	
1136	11/IV 1979 2234	3904	4128	5	15	5	4	4	5	1	35 км к ЮВ от Карлыова		
1137	25/IV 1979 0739	4112	4356	3	10	4	4	3	5	1	25 км к ЮЗ от Башкичети	11	
1138	12/VI 1979 1201	3834	4317	5	15	5	4 ¹ / ₂	4	6	1	10 км к СЗ от Вана	12	
1139	4/IX 1979 0713	3907	4312	5	5	5	4	3	5—6	1	15 км к СЗ от Эрджиша	11	
1140	12/IX 1979 1614	3835	3934	5	5	5	4 ¹ / ₂	3	7	1	10 км к СЗ от Мадена		
1141	16/X 1979 1928	3824	4512	4	10	5	3 ³ / ₄	3	5	1	30 км к ЮВ от Хоя	10—11	
1142	8/XI 1979 0521	3842	4818	5	20	4	4	3	5	1	45 км к СВ от Лари	11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1143	21/XI 1979 1536	3810	4708	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	40 км к Ю от Ахара		
1144	25/III 1980 0357	3838	4538	4	10	5	4 ^{1/4}	3	6	1	25 км к СЗ от Меренда	12	
1145	25/III 1980 0425	3900	4528	4	10	5	4	3	5—6	1	15 км к СЗ от Джульфы	11	a 1144
1146	25/IV 1980 0057	4044	4218	4	10	5	4	4	5—6	1	35 км к СВ от Олту	11	
1147	30/IV 1980 0228	3945	4008	5	20	4	4 ^{1/4}	3	5	1	25 км к СВ от Селепюра		
1148	5/V 1980 1021	3812	4842	4	15	5	4	4	5	1	35 км к В от Ардебиля	11	
1149	16/V 1980 0305	3851	4554	4	10	5	4 ^{1/4}	3	6	1	15 км к ЮЗ от Ордубада	11—12	
1150	16/V 1980 1950	3855	4554	4	10	5	4	3	5—6	1	10 км к З от Ордубада	11	a 1149
1151	10/VI 1980 0221	3826	4120	5	15	5	4	4	5	1	35 км к ЮЗ от Муша	11	
1152	10/VI 1980 2106	4030	4145	5	15	5	4 ^{1/2}	4	6	1	20 км к З от Олту	12	
1153	11/VII 1980 1233	3846	4053	5	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	35 км к ЮВ от Бингёля		
1154	10/X 1980 1109	3830	4538	4	25	4	4 ^{1/4}	3	5	1	15 км к СЗ от Меренда	11	
1155	18/X 1980 0314	4002	4015	5	15	5	4 ^{3/4}	3	6—7	1	25 км к Ю от Байбурта	12—13	
✓ 1156	28/X 1980 1652	4019	4552	4	25	4	4	3	5	1	20 км к СВ от Вардениса	11	
✓ 1157	11/XII 1980 0014	4011	4603	4	20	4	4 ^{1/2}	3	5—6	1	30 км к СВ от Вардениса	12	
1158	29/XII 1980 2152	3824	4455	4	10	5	4 ^{1/4}	3	5—6	1	15 км к ЮЗ от Хоя	11	

* а—афтершок, ф—форшок, С—север, Ю—юг, З—запад, В—восток,

СЗ—северо-запад, СВ—северо-восток, ЮЗ—юго-запад, ЮВ—юго-восток.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ ПО ОТДЕЛЬНЫМ РЕГИОНАМ

Систематизация всех имеющихся макросейсмических и инструментальных данных о землетрясениях исследуемой территории в виде Каталога сильных землетрясений и его использование дало нам возможность представить расположение очагов землетрясений в пространстве и во времени изучить сейсмические условия Армянского нагорья. При этом, учитывая, что характер проявления сейсмичности и механизм очагов для всей исследуемой территории могут быть не однозначными, анализ сейсмичности проводится по отдельным сейсмоактивным регионам. С этой целью вся исследуемая территория разделена на десять регионов (рис. 1), а именно:

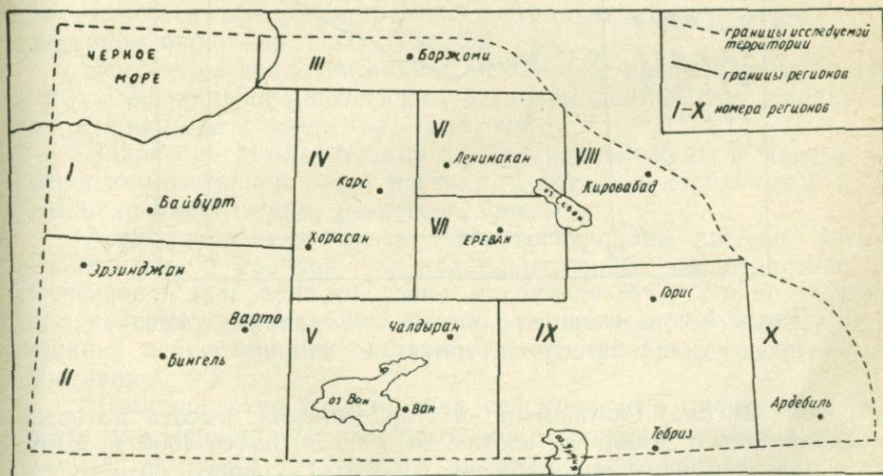


Рис. 1. Схема расположения регионов: I—Черноморско-Байбуртский, II—Эрзинджан-Бингёльский, III—Аджаро-Триалетский, IV—Ардахан-Карс-Хорасанский, V—Ванский, VI—Ленинаканский, VII—Ереванский, VIII—Варденис-Кировабадский, IX—Зангезурский, X—Талышский.

I—Черноморско-Байбуртский, II—Эрзинджан-Бингёльский, III—Аджаро-Триалетский, IV—Ардахан-Карс-Хорасанский, V—Ванский, VI—Ленинаканский, VII—Ереванский, VIII—Варденис-Кировабадский, IX—Зангезурский и X—Талышский. Приводятся результаты изучения сейсмических условий в этих регионах и дается их обобщение.

§ 1. ЧЕРНОМОРСКО-БАЙБУРТСКИЙ РЕГИОН

В Черноморско-Байбуртский регион включены землетрясения, происшедшие на территории, расположенной между 39 и 42 градусами восточной долготы и 40 и 42 градусами северной широты, за исключением части Триалетского хребта и примыкающего к нему Черного моря (рис. 2).

В северной части региона находится Черное море, а в южной части расположены образующие цепь хребты Восточно-Понтий-

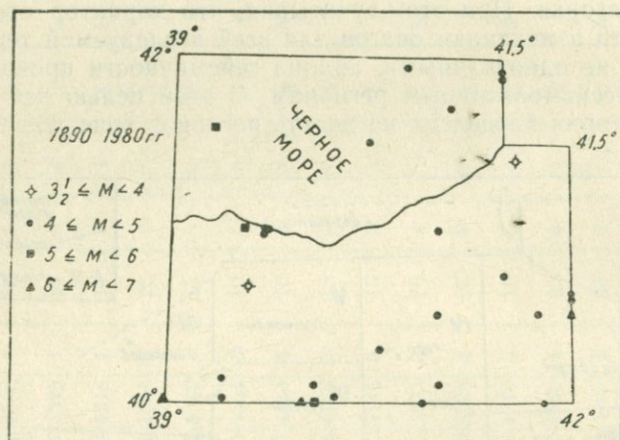


Рис. 2. Карта эпицентров сильных землетрясений Черноморско-Байбуртского региона за 1890—1980 гг.

ских гор: Зигана, Гюмюшхане и Лазистанский, высота которых увеличивается с запада на восток, от 2000 до почти 4000 м. Юго-восточнее этой цепи расположены хребты Северного (Армянского) Тавра Чорох и Каргапазары с высотой более 3000 м.

На территории региона имеется ряд крупных разломов различных направлений: меридиональных, близширотных и расположенных под разными углами.

Рассматриваемый регион характерен малым количеством землетрясений с магнитудой $M \geq 4$. Первые сведения об ощутимых землетрясениях этого региона относятся к 1890 г., когда в районе гор. Трабзона произошло землетрясение. Всего в этом районе согласно составленному Каталогу сильных землетрясений Армении за время с 1890 г. по 1980 г. произошло 30 землетрясений с магнитудой $M \geq 3\frac{3}{4}$, которые ощущались с силой 5 баллов и более. При этом за первый 41 год произошло всего 6 землетрясений, а за последние 50 лет с 1931—1980 гг.—24 землетрясения. В табл. 3 дано распределение землетрясений Черноморско-Байбуртского региона в зависимости от магнитуды.

Таблица 3

Распределение землетрясений по магнитуде

Магнитуда землетрясений	$3\frac{3}{4}$	4	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{4}$	5	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	6
Число землетрясений	2	6	2	11	3	2	1	—	—	3

Как следует из этой таблицы, магнитуда самых сильных землетрясений не превосходит 6.

Эпицентры землетрясений с $M=6$ расположены на границе с Эрзинджан-Бингёльским регионом в районах гор. Каракулак и хр. Чимен, а также на границе с Ардахан—Карс—Хорасанским регионом около гор. Олту (рис. 2).

Эпицентры землетрясений с $M=5-5\frac{1}{4}$ расположены на границе с Эрзинджан-Бингёльским регионом вблизи гор. Каракулак, в Черном море и около гор. Трабзона.

Эпицентры землетрясений с $M \geq 4$ расположены в Черном море, в юго-восточной части региона, а также в пограничной с Эрзинджан-Бингёльским регионом зоне.

Асейсмичными в регионе являются районы хребтов Зигана, Гюмюшхане и Трабзон, так как единственное землетрясение, отмеченное в этой области, имеет магнитуду $M=3\frac{3}{4}$ и по точности определения координат эпицентра относится к 5-му классу (т. е. ошибка в определении координат эпицентра этого землетрясения составляет $0,5^\circ$).

Нами построен график хода сейсмического процесса во времени для Черноморско-Байбуртского региона за период с 1890 по 1980 гг., который представлен на рис. 3. Согласно графику, первое сильное землетрясение с магнитудой $M=6$ в этом регионе произошло 28 декабря 1906 г. в районе гор. Олту. Затем такой же интенсивности землетрясения отмечались 24 октября 1954 г. вбли-

зи гор. Каракулак и 26 января 1960 г. в 20 км к востоку от гор. Зевкер в районе хр. Чимен. Таким образом, если два последних землетрясения отнести к одному и тому же интервалу сейсмической активизации, то период повторения сильных землетрясений с

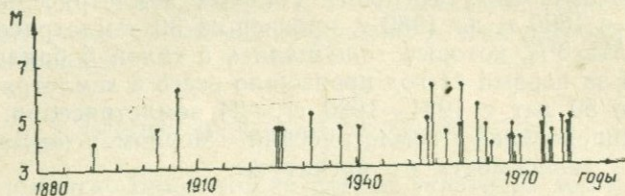


Рис. 3. График хода сейсмического процесса во времени для Черноморско-Байбуртского региона за 1890—1980 гг.

магнитудой $M=6$ в этом регионе составит 48—53 года. При условии сохранения такой периодичности сильных землетрясений в этом регионе и в будущем, землетрясение с магнитудой порядка 6, по-видимому, следует ожидать в 2007 году ± 5 лет.

С целью исследования сейсмичности в пространстве и во времени построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса в Черноморско-Байбуртском регионе вдоль и поперек его территории за период с 1890 по 1980 гг. (рис. 4а и 4б). На диаграммах по оси ординат отложено время, а по оси абсцисс—в первом случае долгота (рис. 4а), во втором случае широта (рис. 4б) эпицентров землетрясений. Как следует из этих диаграмм, имеет место следующее распределение землетрясений. До 1952 г., т. е. за первые 62 года, произошло всего 9 землетрясений с интенсивностью 5 баллов и более, а в последующие 29 лет остальные 21 землетрясение. При этом до 1952 г. периоды сейсмической активности в 16 лет (1890—1906 гг. и 1925—1940 гг.) чередуются с периодами затишья в 18 и 11 лет (1907—1924 гг. и 1941—1951 гг.). Начиная с 1952 г. распределение землетрясений во времени почти равномерное.

Распределение землетрясений в пространстве неравномерно во все периоды. При этом наблюдается некоторая миграция очагов землетрясений в ходе сейсмического процесса. Для характеристики миграции очагов землетрясений вдоль и поперек исследуемого региона рассмотрено изменение среднего положения обобщенного эпицентра землетрясений со временем. Время наблюдений выбрано в 91 год (с 1890 по 1980 г. включительно). Оно разбито на пять периодов. При этом первый период равен 11 годам, а остальные четыре периода по 20 лет. Для каждого периода положения среднего эпицентра l_i в западно-восточном направ-

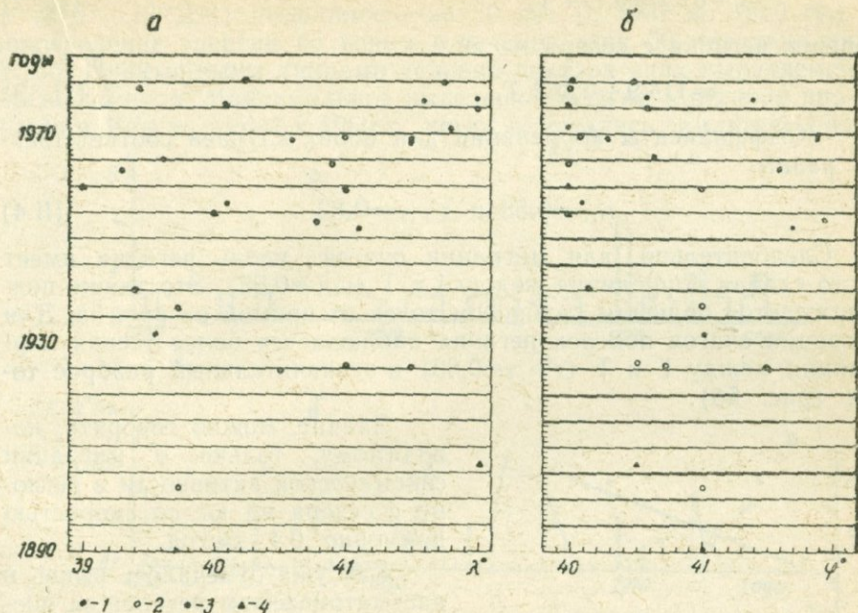


Рис. 4. Распределение сильных землетрясений Черноморско-Байбуртского региона во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$.

лении от 39° до 42° восточной долготы и l'_i поперек региона в направлении с севера на юг от 42° до 40° северной широты определялись по формулам [108]:

$$l_i = \frac{\sum_{k=1}^m l_k}{n_i}, \quad l'_i = \frac{\sum_{k=1}^m l'_k}{n_i}, \quad (11.1)$$

где n_i —количество землетрясений за период T_i , l_i и l'_i —кратчайшие расстояния от k -го эпицентра соответственно до меридиана 39° восточной долготы и до параллели 42° северной широты.

Полученные результаты представлены в системе координат l , T на рис. 5. Прямые на рис. 5а и 5б получены методом наименьших квадратов по точкам, соответствующим средним положениям эпицентров в различные периоды.

Миграция очагов землетрясений описывается уравнениями прямых: вдоль региона с запада на восток

$$l = 81,2 + 0,774 T, \quad (II. 2)$$

поперек региона с севера на юг

$$l' = 114,9 + 0,362 T. \quad (II. 3)$$

Коэффициенты корреляции для обоих случаев соответственно равны:

$$r_{l,T} = 0,58 \text{ и } r'_{l',T} = 0,83. \quad (II. 4)$$

Следовательно, для миграции очагов вдоль региона имеет место слабая корреляция между l и T ($r_{l,T} = 0,58$). Это также подтверждается большим разбросом точек от прямой на рис. 5а. Для миграции очагов поперек региона наблюдается более тесная корреляция между l' и T ($r'_{l',T} = 0,83$) и незначительный разброс точек (рис. 5б).

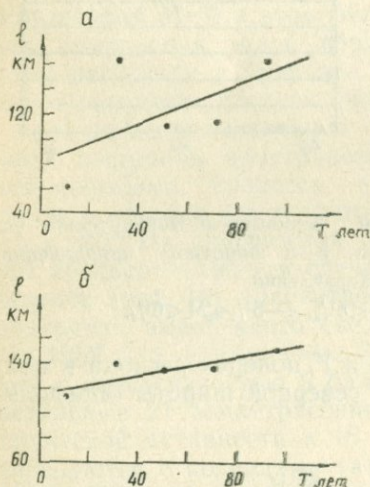


Рис. 5. Миграция очагов землетрясений Черноморско-Байбуртского региона: а—вдоль региона, с запада на восток, б—поперек региона, с севера на юг.

Значит, можно говорить, по-видимому, только о миграции сейсмической активности в регионе с севера на юг со скоростью примерно 0,4 км/год.

Как уже отмечалось выше, в рассматриваемом регионе за последние 50 лет, начиная с 1931 г., произошло всего 24 землетрясения с силой 5 баллов и выше. Распределение этих землетрясений по годам дано на рис. 6а. Как следует из этого рисунка, периоды полного отсутствия землетрясений чередуются с периодами, когда в регионе произошло одно землетрясение. Лишь в 1969, 1975 и 1980 гг. имели место землетрясения большего количества (4 в первом случае и по 2—в двух последних). В течение 11 лет с 1941 г. по 1951 г. не имеется сведений о землетрясениях в этом регионе, но здесь, по-види-

мому, сказывается потеря информации в военные и послевоенные годы.

Нами подсчитано, что в Черноморско-Байбуртском регионе при землетрясениях силой 5 баллов и более за время с 1890—1980 гг. выделилось всего $12759 \cdot 10^{11}$ Дж. Больше 2/3 этой энер-

гии ($8737 \cdot 10^{11}$ Дж) выделилось за 50 лет (с 1931 по 1980 гг.). Распределение энергии по годам в течение этих 50 лет дано на рис. 6б. Пунктирными линиями условно показан спад выделяемой энергии до нуля. Максимальное выделение энергии в регионе произошло в 1954 г., затем в 1960 г., когда отмечались землетрясения

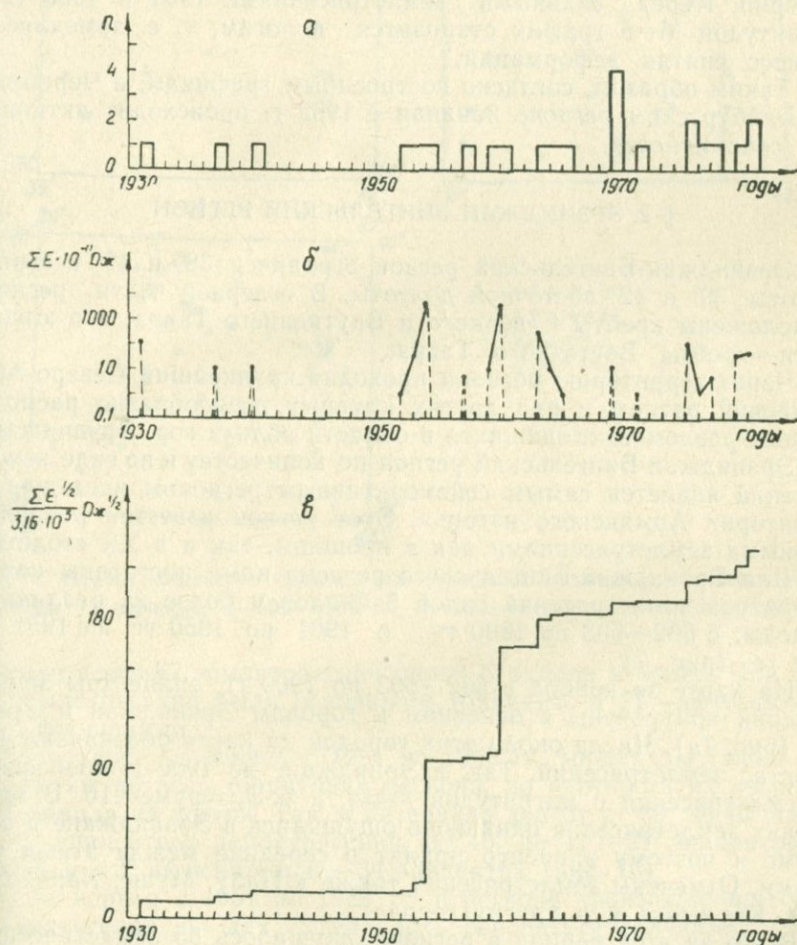


Рис. 6. Характеристики землетрясений Черноморско-Байбуртского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

с магнитудой $M=6$. Перед этими землетрясениями наблюдался спад выделения энергии в регионе.

Характеристика высвобождения упругой деформации в регионе дана на рис. 6в. Наклон графика не постоянен, следовательно, высвобождение упругой деформации в регионе происходило неравномерно. Перед сильными землетрясениями 1954 и 1960 гг. с магнитудой $M=6$ график становится пологим, т. е. замедляется процесс снятия деформаций.

Таким образом, согласно построенным графикам, в Черноморско-Байбуртском регионе начиная с 1952 г. происходит активизация сейсмичности.

§ 2. ЭРЗИНДЖАН-БИНГЕЛЬСКИЙ РЕГИОН

Эрзинджан-Бингельский регион ограничен 38° и 40° северной широты, 39° и 42° восточной долготы. В северной части региона расположены хребты Северного и Внутреннего Тавра, а в южной части—хребты Восточного Тавра.

Через территорию региона проходит крупнейший Северо-Анатолийский разлом и ряд других крупных веерообразно расположенных разломов, сходящихся в области вблизи гор. Эрзинджана.

Эрзинджан-Бингельский регион по количеству и по силе землетрясений является самым сейсмоактивным регионом исследуемой территории Армянского нагорья. Этот регион известен разрушительными землетрясениями как в прошлом, так и в XX столетии.

Для Эрзинджан-Бингельского региона нами построены карты эпицентров землетрясений силой 5 баллов и более за различные периоды: с 602—603 по 1900 гг., с 1901 по 1950 гг. и с 1951 по 1980 гг. (рис. 7).

На карте за период с 602—603 по 1900 гг. эпицентры землетрясений приурочены в основном к городам Эрзинджан и Эрзурум (рис. 7а). Числа около этих городов на карте обозначают количество землетрясений. Так, в Эрзинджане до 1900 г. произошло 24 землетрясения с магнитудой $M \geq 4$, а в Эрзуруме—16. В трех случаях землетрясения одинаково ощущались в Эрзинджане и Эрзуруме и поэтому эпицентр принят в середине между этими городами. Отмечены землетрясения также в Палу, Муше, Харберде, Киги, Карлюова и в других городах.

Всего за этот период в регионе ощущалось 55 землетрясений силой 5 баллов и более. Эпицентры этих землетрясений, за исключением четырех (995, 1875, 1878 и 1889 гг.) расположены в пограничной полосе региона, шириной не более $0,5^\circ$, образуя относительно асейсмичную область во внутренней части региона.

За период с 1901 по 1950 гг. эпицентры землетрясений расположены по всей территории (рис. 7б). За 50 лет в регионе про-

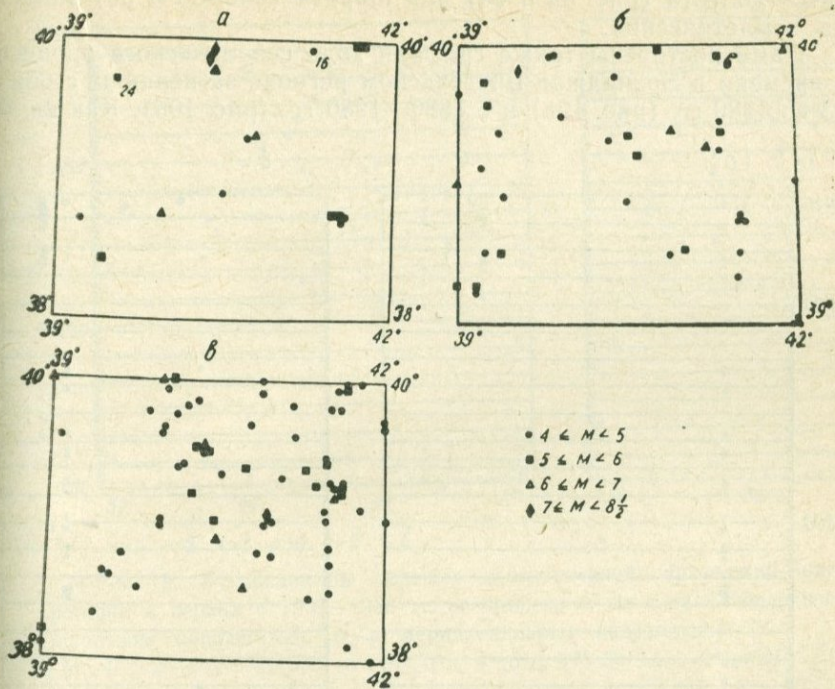


Рис. 7. Карты эпицентров сильных землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона за периоды; а—602—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

изошло всего 67 землетрясений силой 5 баллов и более. При этом 46 землетрясений были основными толчками, а 21—афтершоками или форшоками.

На карте за период с 1951 по 1980 гг. эпицентры также расположены по всей территории региона, но плотность их возрастает с запада на восток. Так, в интервале долгот от 39° до 40° имеется 11 эпицентров землетрясений, от 40° до 41° —27 эпицентров, а от 41° до 42° включительно—34 эпицентра (рис. 7в).

За период с 1951 по 1980 гг. в регионе произошло всего 146 землетрясений, из них 72 являлись основными толчками, а 74—афтершоками и форшоками.

Для рассматриваемого региона построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса за период с 602—603 по 1900 гг. (рис. 8а, б) и с 1900 по 1980 гг. (рис. 9а, б). На диаграммах по оси ординат отложено время, а по оси аб-

сцисс—долгота (рис. 8а и 9а) или широта (рис. 8б и 9б) эпицентра землетрясения.

Нами построены также графики хода сейсмического процесса во времени в Эрзинджан-Бингёльском регионе за периоды с 602—603 по 1880 гг. (рис. 10а) и с 1880—1980 гг. (рис. 10б). Как видно

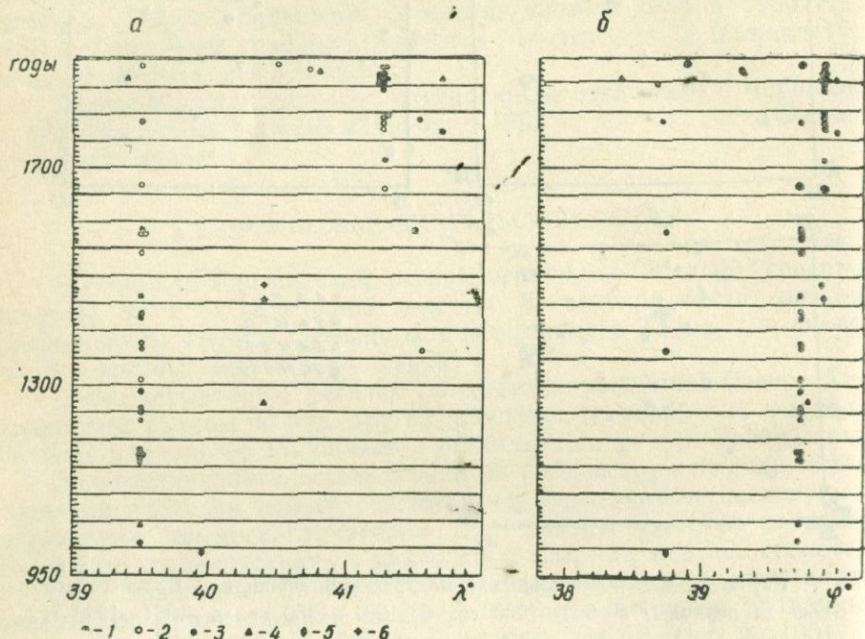


Рис. 8. Распределение сильных землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона в период с 950—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$, 6— $M \geq 7$.

из графиков, в 602—603 гг. в Тароне произошло восьмибалльное землетрясение, во время которого был полностью разрушен монастырь сурб Карапет [96, 122].

Второе разрушительное землетрясение в этом регионе произошло в гор. Палу в 995 г. силой 9 баллов. По описаниям очевидцев, землетрясение охватило большую территорию. При этом было разрушено множество городов, сел, церквей, в горах образовались разрывы, многие источники иссякли, возникли новые, погибло много людей [119, 122, 144].

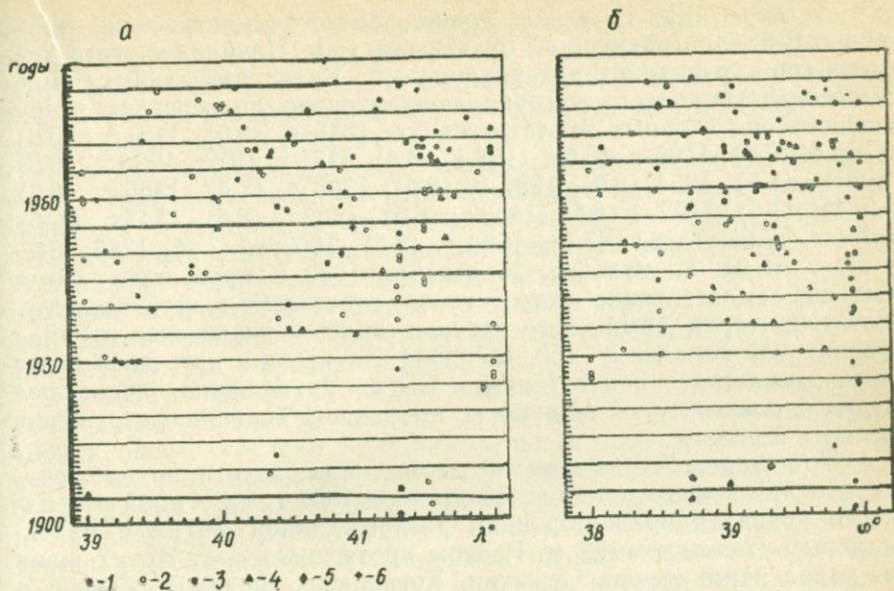


Рис. 9. Распределение сильных землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—а широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

$M < 4^{1/2}$, $2-4^{1/2} < M < 5$, $3-5 < M < 5^{1/2}$, $4-5^{1/2} < M < 6^{1/4}$, $5-6^{1/4} < M < 7$, $6-M \geq 7$.

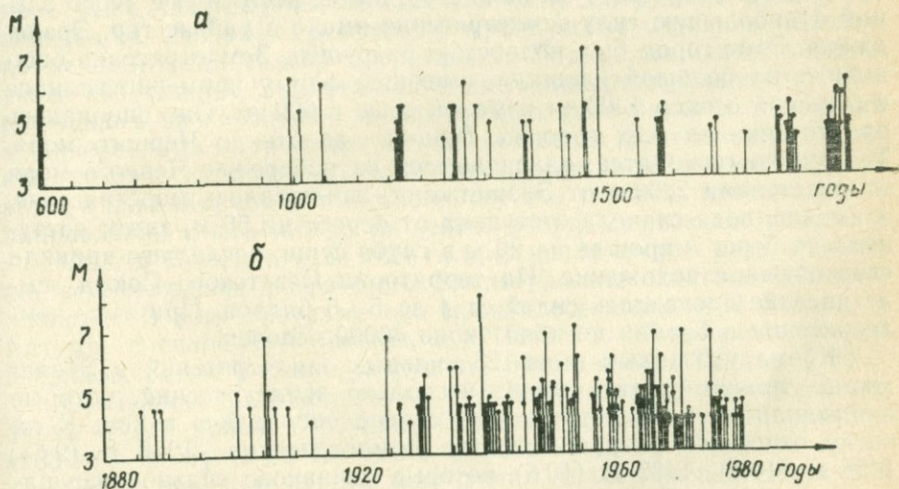


Рис. 10. Графики хода сейсмического процесса во времени для Эрзинджан-Бингёльского региона за периоды: а—с 602—1880 г., б—с 1880—1980 гг.

Затем в 1011 г. первое Эрзинджанское землетрясение силой около 8 баллов разрушило гор. Эрзинджан. Начиная с этого времени гор. Эрзинджан, как это видно из Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья, неоднократно подвергался разрушениям при сильных землетрясениях: 1045 г. (9 б), 1161 г. (6 б), 1165 г. (7 б), 1166 г. (6 б), 1168 г. (8 б), 1170 г. (8 б), 1236 г. (6 б), 1251 г. (8 б), 1254 (8 б), 1287 г. (8 б), 1308 г. (7 б), 1366 г. (6 б), 1374 г. (7 б), 1422 г. (8 б), 1433 г. (6 б), 1463 г. (8 б), 1543 г. (7 б), 1576 г. (7 б), 1578 г. (7 б), 1584 г. (8 б), 1667 г. (7 б), 1783 (8 б), 1888 г. (6 б). И, наконец, 26 декабря 1939 г. произошло самое сильное землетрясение этого региона, собственно и всей исследуемой территории Армянского нагорья за все историческое время, с магнитудой порядка 8 [150, 157, 114]. За месяц и пять дней перед этим землетрясением в 15 км к СВ от Эрзинджана произошел форшок с магнитудой порядка 6, вызвавший большие разрушения в гор. Терджане.

При форшоке разрывы на земной поверхности не наблюдались, а при основном толчке 26 декабря 1939 г. на земной поверхности появился правосторонний разлом длиной 340 км с максимальным смещением 4,2 м. Разлом протягивается от Эрзинджана на запад через города Сушехри, Кююлхисар, Решадие, Никсар и Эрбаа. Эпицентр землетрясения расположен у восточного конца разлома около гор. Эрзинджана. Плейстосейстовая область основного толчка вытянута вдоль этой линии разлома и имеет ширину порядка 15 км. В указанных городах плейстосейстовой области было разрушено большинство домов, всего более 30000 зданий. Наибольшую силу землетрясение имело в районе гор. Эрзинджана. Этот город был полностью разрушен. Землетрясение ощущалось на большой площади, имеющей форму примерно эллипса с большой осью в 1300 км и малой осью в 600 км. Оно ощущалось практически во всех городах Турции, вплоть до Черного моря. Так, около гор. Фатса, находящегося на побережье Черного моря на расстоянии 220 км от Эрзинджана, наблюдалось моретрясение, а именно, вода сначала отступила от берега на 50 м, затем наступила на берег и прошла на 20 м в глубь суши, после чего приняла свое обычное положение. На территории Советского Союза землетрясение проявилось силой от 4 до 5—6 баллов. При этом землетрясении в Турции погибло около 30000 человек.

Кроме указанных выше 25 сильных землетрясений в Эрзинджане, можно указать также несколько землетрясений, которые произошли не в Эрзинджане, но сильно ощущались в нем. К их числу относятся разрушительные землетрясения 1268 г. (9 б), 1458 г. (10 б), 1482 г. (10 б) которые одинаково сильно ощущались в городах Эрзинджане и Эрзуруме, произведя в них большие разрушения, а также землетрясение 1954 г. (8—9 б), которое

произошло на границе с Черноморско-Байбуртским регионом в районе гор. Каракулака на расстоянии 50 км к С—В от Эрзинджана. В 1946 и 1978 гг. в этом же направлении от Эрзинджана (к С—В), но на расстоянии 30 км снова произошли землетрясения, но меньшей силы (до 6 б).

Рассматривая хронологию сильных землетрясений в Эрзинджане, можно отметить, что строгой цикличности между разрушительными землетрясениями не наблюдается, но периоды сейсмической активности разделяются интервалами сейсмического затишья. При этом интервалы относительного покоя имеют неодинаковую величину. Так, интервалы между периодами землетрясений силой 8 баллов и более составляют 123, 81, 135, 121, 199 и 156 лет, то есть в среднем 136 ± 60 лет.

В 1659 г. произошло первое ощутимое Эрзурумское землетрясение силой порядка 6 баллов. Начиная с этого времени и до 1980 г. здесь, согласно Каталогу сильных землетрясений Армянского нагорья, произошло 25 землетрясений, в основном силой 5—7 баллов. Первое восьмибалльное землетрясение в Эрзуруме произошло утром 2 июня 1859 г. Согласно Г. Абику [2], землетрясение произошло неожиданно, без предваряющих толчков, сразу сильными ударами в течение получаса, которые имели направление с юга, с хр. Паландёкен на север. Удары сопровождались глухим подземным гулом. Землетрясение вызвало большие разрушения в городе: 1800 домов полностью развалились, 1200 домов развалились наполовину, а 1200 домов в большей или меньшей мере были повреждены. Полностью была разрушена армянская церковь св. Геворка. Греческие и французские церкви и несколько мечетей были сильно повреждены. Под развалинами погибли около 600 человек. Землетрясение имело локальный характер. Оно ощущалось на небольшой площади. При этом никаких изменений в минеральных источниках не наблюдалось. Единственное явление, которое наблюдалось при этом землетрясении—это кипение воды в реке Карасу в том месте, где ось толчков, проходящая в направлении с юго-запада на северо-восток, пересекает реку.

Спустя 65 лет, т. е. в 1924 г., произошло второе разрушительное землетрясение в Эрзуруме. Землетрясение охватило большую площадь. В гор. Эрзуруме оно проявилось силой в 9 баллов, в Батуми—с силой 5—6 баллов, а в Потти и Ленинакане—силой 5 баллов. Землетрясение разрушило 60 селений в Турции [36].

Следующее разрушительное землетрясение с магнитудой порядка $6\frac{3}{4}$ в районе Эрзурума—Карса произошло 30 октября 1983 г., т. е. спустя 59 лет после второго.

Таким образом, период повторения землетрясений силой 8 и более баллов в гор. Эрзуруме составляет 62 ± 3 года.

Как следует из графика на рис. 10а, за 19 столетий в регионе произошло всего 10 землетрясений с магнитудой $M \geq 5,5$, в то время как за 80 лет XX столетия произошло 19 землетрясений такой же силы (рис. 10б).

Кроме Эрзинджана, Эрзурума и пограничной с Черноморско-Байбуртским регионом зоны, землетрясения с магнитудой $M \geq 5,5$ в XX столетии происходили также в районах городов Челишгезека (1905 г.), Карлыова и Киги (1946, 1949, 1954, 1965 гг.), Варто (1959 г., 19/VIII 1966 г.), Бингёля (1971 г.) и Лидже (1934, 1975 гг.).

За десять лет (с 1966 по 1975 гг.) в регионе произошло три крупных разрушительных землетрясения с магнитудой $6\frac{1}{2}$ и $6\frac{3}{4}$. Эпицентры этих землетрясений находятся вблизи городов Варто, Бингёля и Лидже, образующих треугольник со сторонами, соответственно, 90, 50 и 106 км.

Десятибалльное землетрясение в гор. Варто произошло 19/VIII 1966 г. и имело магнитуду $M=6\frac{3}{4}$. За семь с половиной суток до основного толчка ощущался форшок с магнитудой $M=4\frac{1}{2}$. Район гор. Варто известен сильными землетрясениями. Здесь 15/X 1959 г. произошло землетрясение с магнитудой $5\frac{1}{2}$, а 31/V 1946 г. произошло землетрясение с магнитудой $M=6$ в гор. Карлыова, находящемся в 40 км к С—З от гор. Варто.

Землетрясение в гор. Варто 19 августа 1966 г. вызвало сильные повреждения с большим количеством человеческих жертв в провинциях Муш, Эрзурум и Бингёль. Более 19000 зданий были разрушены или сильно повреждены. Общее число погибших составляло более 2500 человек, раненых—1500 человек [133, 167, 107].

22 мая 1971 г. в районе гор. Бингёля произошло землетрясение с магнитудой $M=6\frac{3}{4}$. Провинция Бингёль, в основном покрытая горами, с населением всего 178 тыс. человек известна как одна из сейсмоактивных зон Турции. В прошлом район испытывал несколько сильных землетрясений. Бингёльское землетрясение 1971 г. охватило территорию площадью в 270 тыс. кв. км. Эпицентр землетрясения был расположен в горах примерно в 5 км к югу от небольшого города Бингёля с 17000 жителей. На карте изосейст землетрясения восьмibalльная эпицентральная зона длиной 25 км и шириной 7—8 км включает также гор. Бингёль и протягивается в направлении активного разлома Гейнюк, с которым и связывают Бингёльское землетрясение [136]. При этом землетрясении образовалось несколько новых нерегулярно продолжающихся разрывов, особенно в долине р. Гёник [146].

Один единственный предшествующий толчок чувствовался в этом районе за один день до Бингёльского землетрясения.

Продолжительность основного толчка Бингёльского землетрясения составила 8—10 сек. При землетрясении погибло 755 человек, было ранено 1322 человека. Более 5300 домов разрушено, 6575—получили повреждения.

6 сентября 1975 г. районе гор. Лидже произошло разрушительное землетрясение с магнитудой $M=6\frac{3}{4}$. Землетрясение ощущалось на территории с площадью 210 тыс. кв. км. Восьмибалльная эпицентральной зона площадью 3200 кв. км имела примерно эллиптическую форму, большая ось которой вытянута в широтном, восток—запад направлении [137].

Эпицентр землетрясения находится в горах приблизительно в 7 км к северо-востоку от небольшого города Лидже с населением 14000 человек. В результате землетрясения в гор. Лидже погибло более 1000 человек.

В деревнях, расположенных в эпицентральной зоне, здания были полностью разрушены [147]. Землетрясением разрушено или частично повреждено 14000 строений, из них полностью уничтожено около 7000.

Проведенный анализ сильных землетрясений, происшедших в Эрзинджан-Бингёльском регионе, выявляет некоторые особенности распределения их в пространстве и во времени. Эти особенности отражены на пространственно-временных диаграммах развития сейсмического процесса и на графиках хода сейсмического процесса во времени.

До XX столетия, согласно диаграмме на рис. 8а, в регионе имели место сильные землетрясения, в основном в районах гор. Эрзинджана и Эрзурума, т. е. в западной и восточной частях региона, а по диаграмме, приведенной на рис. 8б, южная часть Эрзинджан-Бингёльского региона является асейсмичной, так как эпицентры землетрясений сосредоточены в основном в северной части региона.

В XX столетии эпицентры землетрясений расположены как в западной, так и в центральной, а также в восточной частях региона (рис. 9а). На диаграмме наибольший период, когда нет сведений о землетрясениях, составляет 11 лет (с 1913 по 1923 гг. включительно). При этом северная часть региона в XX столетии опять-таки остается более сейсмоактивной, чем южная. Однако для разрушительных землетрясений с $M \geq 6\frac{3}{4}$ с 1924 г., т. е. начиная с разрушительного Эрзурумского землетрясения, наблюдается миграция очагов землетрясений с севера на юг. За период с 1924 по 1980 гг. в регионе произошло 7 землетрясений с $M \geq 6\frac{3}{4}$. Эти землетрясения показаны в виде точек на рис. 11 в системе координат l, T , где

l —расстояние от эпицентра землетрясения до параллели 40° северной широты,

T —время, исчисляемое на графике с 1920 г.

Уравнение прямой, проходящей через эти точки, найдено методом наименьших квадратов и имеет вид:

$$l = 2,9 T - 15,9. \quad (II.5)$$

При этом имеет место тесная корреляция l с T , так как коэффициент корреляции

$$r_{lT} = 0,95. \quad (II.6)$$

Таким образом, с 1924 по 1980 гг. в Эрзинджан-Бингёльском регионе наблюдалась миграция разрушительных землетрясений ($M \geq 6^{3/4}$) с севера на юг со скоростью 2,9 км/год.

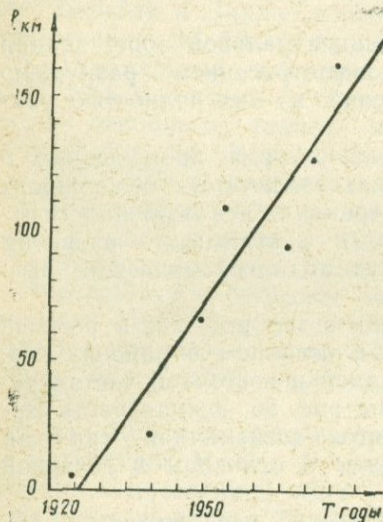


Рис. 11. Миграция очагов разрушительных землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона в меридиональном направлении, с севера на юг.

30 октября 1983 г. в районе гор. Эрзурума и Карса снова произошло разрушительное землетрясение с магнитудой порядка $6^{3/4}$. Если отмеченный выше характер миграции разрушительных землетрясений в регионе сохранится и в будущем, то следует ожидать, что со временем со скоростью примерно 3 км/год очаги разрушительных землетрясений в регионе, начиная от Эрзурума, сместятся на юг и спустя примерно 50 лет разрушительное землетрясение произойдет на юге региона где-то в районе гор. Лидже.

Нами исследован афтершоковый процесс при разрушительных землетрясениях, происшедших в различных районах Эрзинджан-Бингёльского региона, а именно Эрзинджанского 26 декабря 1939 г. с магнитудой $M = 7$ и пяти землетрясений с магнитудой $M = 6^{3/4}$: Эрзурумского

19 сентября 1924 г., Киги-Карлыовского 17 августа 1949 г., Вартоского 19 августа 1966 г., Бингёльского 22 мая 1971 г. и Лиджского 6 сентября 1975 г. Для каждого из этих землетрясений на рис. 12 и 13 дан график хода форшокового и афтершокового процесса во времени (учитывались только те афтершоки и фор-

шоки, магнитуда которых $M \geq 4$). При этом отдельно более детально (рис. 12а и 13а) рассматривается афтершоковый процесс в течение первых 24 часов после основного толчка. Следует отметить, что только при двух землетрясениях из рассмотренных 6 случаев были отмечены форшоки с $M \geq 4$: при Эрзинджанском землетрясении за месяц и 5 дней до основного толчка был отмечен форшок с $M=6$, а при землетрясении в гор. Варта за 5 месяцев 12 дней—форшок с $M=1\frac{1}{2}$ и за месяц 7 дней—форшок с $M=4\frac{1}{2}$.

Наибольшая длительность (23 месяца) афтершокового процесса, как и следовало ожидать, наблюдалась при Эрзинджанском землетрясении с $M=8$ (рис. 12 1). Здесь афтершоки с $M \geq 4$

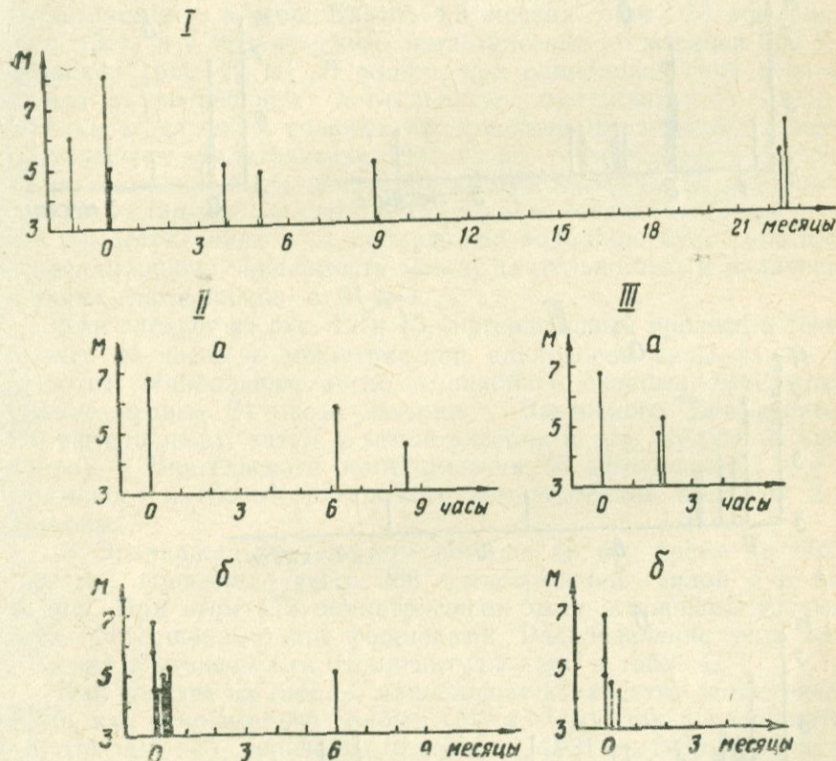


Рис. 12. Распределение форшоков и афтершоков с $M \geq 4$ при разрушительных землетрясениях: I—Эрзинджанском 26/XII 1939 г., II—Эрзурумском 19/IX 1924 г., III—Киги-Карлыовском 17/VIII 1949 г. а—в течение 24 часов после основного толчка, б—в течение всего времени.

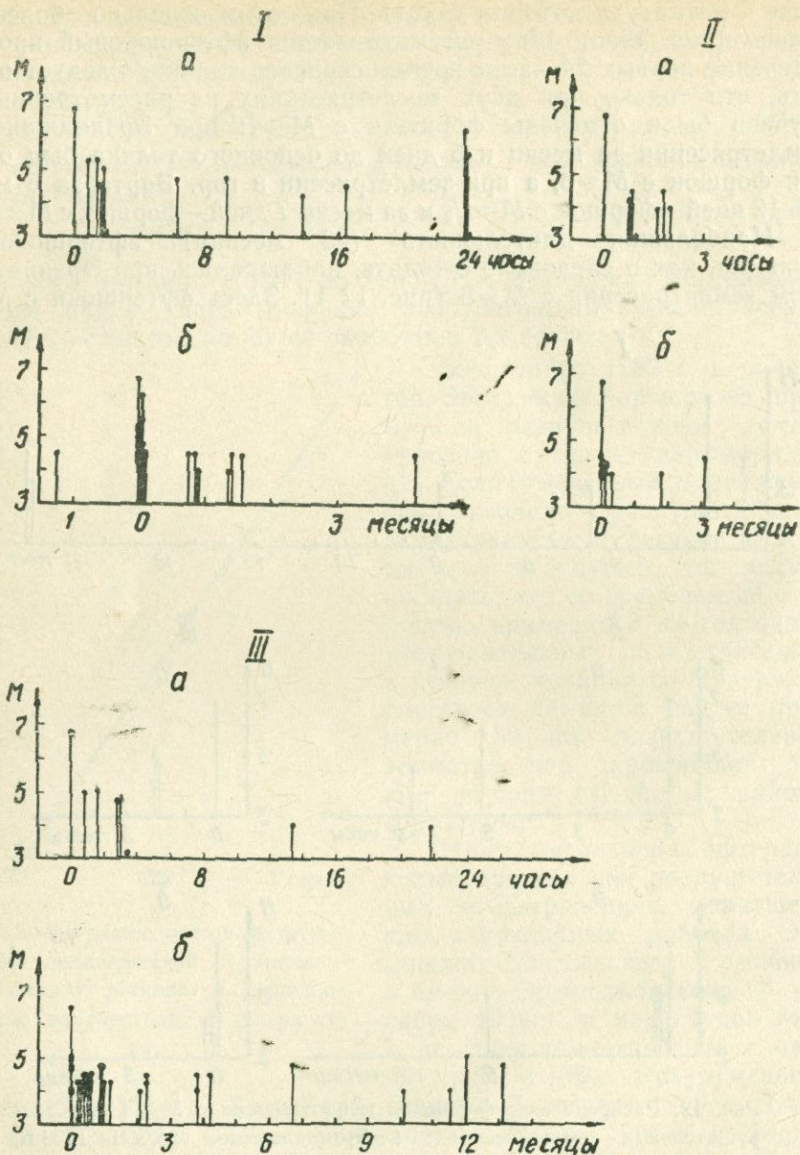


Рис. 13. Распределение форшоков и афтершоков с $M \geq 4$ при разрушительных землетрясениях: I—Вартоском 19/VIII 1966 г., II—Бингёльском 22/V 1971 г., III—Лиджском 6/IX 1975 г.
а—в течение 24 часов после основного толчка, б—в течение всего времени.

наблюдались в течение 9 месяцев, затем их не было в течение 13 месяцев, после чего были отмечены два сильных афтершока с $M=5$ и $M=6$.

Для указанных выше пяти землетрясений одинаковой силы как количество, так и длительность афтершоков и характер афтершокового процесса различные: длительность афтершоков наименьшая у Киги-Карлыовского землетрясения (12 дней) при 4 афтершоках (рис. 12 III), а наибольшая у землетрясения в г. Лидже (13 месяцев) при 29 афтершоках (рис. 13 III), у Бингёльского землетрясения—3 месяца при 11 афтершоках (рис. 13 II), у землетрясения в гор. Варто—4,5 месяца при 23 афтершоках (рис. 13 I) и у Эрзурумского землетрясения—6 месяцев при 7 афтершоках (рис. 12 II). В общем, при одинаковой силе основного толчка с увеличением длительности афтершокового процесса увеличивается число сильных афтершоков. Исключением является Эрзурумское землетрясение 1924 г., но в период этого землетрясения возможно была некоторая потеря информации об афтершоках. По-видимому, со временем при накоплении материала о сильных землетрясениях и их афтершоках возможно будет установить корреляционную зависимость между длительностью и количеством сильных афтершоков с $M \geq 4$.

Как следует из рис. 12 и 13, афтершоковый процесс в течение первых 24 часов у землетрясений одинаковой силы также различается. Наибольшее число и наиболее сильные афтершоки в течение первых 24 часов имелись у Вартоского землетрясения (10 афтершоков), затем у землетрясения в гор. Лидже (6 афтершоков), у Бингёльского землетрясения (5 афтершоков), а у Эрзурумского и Киги-Карлыовского землетрясений всего по 2 афтершока.

В Эрзинджан-Бингёльском регионе за все время (с 602 по 1980 гг.) произошло всего 268 землетрясений силой 5 и более баллов. При этом 173 землетрясения были основными толчками, а 95—афтершоками или форшоками. Распределение этих землетрясений в зависимости от магнитуды дано в табл. 4.

Как следует из табл. 4, наибольшее количество землетрясений (189), как относительно слабых ($M=4 \div 5^{1/4}$), так и разрушительных ($M=5^{1/2} \div 8$), произошло в период с 1931 по 1980 гг. При этом число основных толчков составляло 102. Распределение землетрясений за 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) по годам дано на рис. 14а. Максимальное количество землетрясений в течение этих 50 лет произошло в 1960, а затем в 1968 г.

Нами подсчитано, что в Эрзинджан-Бингёльском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 602 по 1980 гг. выделилось всего $1024182 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 81,7% всей энергии, т. е. $836460,7 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось за 50 лет, с 1931 по 1980 гг.,

Таблица 4

Распределение землетрясений Эрзинджай-Бингёльского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₂	6 ³ / ₄	7	8	Всего
Число землетрясений	за 602— 1900гг.	о а	2 —	9 —	11 —	10 —	3 —	10 —	4 —	— —	3 —	1 —	— —	— —	2 —	— —	55 —
	за 1901— 1930 гг	о а	2 —	7 —	7 2	— 1	4 2	— 1	1 —	— 2	— —	— —	— —	2 —	— —	— —	16 8
	за 1931— 1980 гг.	о а	16 20	12 14	29 27	14 11	11 8	4 3	3 1	3 —	4 2	— 1	— —	4 —	1 —	1 —	102 87
	за 602— 1980 гг.	о а	20 20	21 14	47 29	24 12	18 10	14 4	8 1	3 2	7 2	1 1	— —	6 —	3 —	1 —	173 95
	ВСЕГО		40	35	76	36	28	18	9	5	9	2	—	6	3	1	268

о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки).

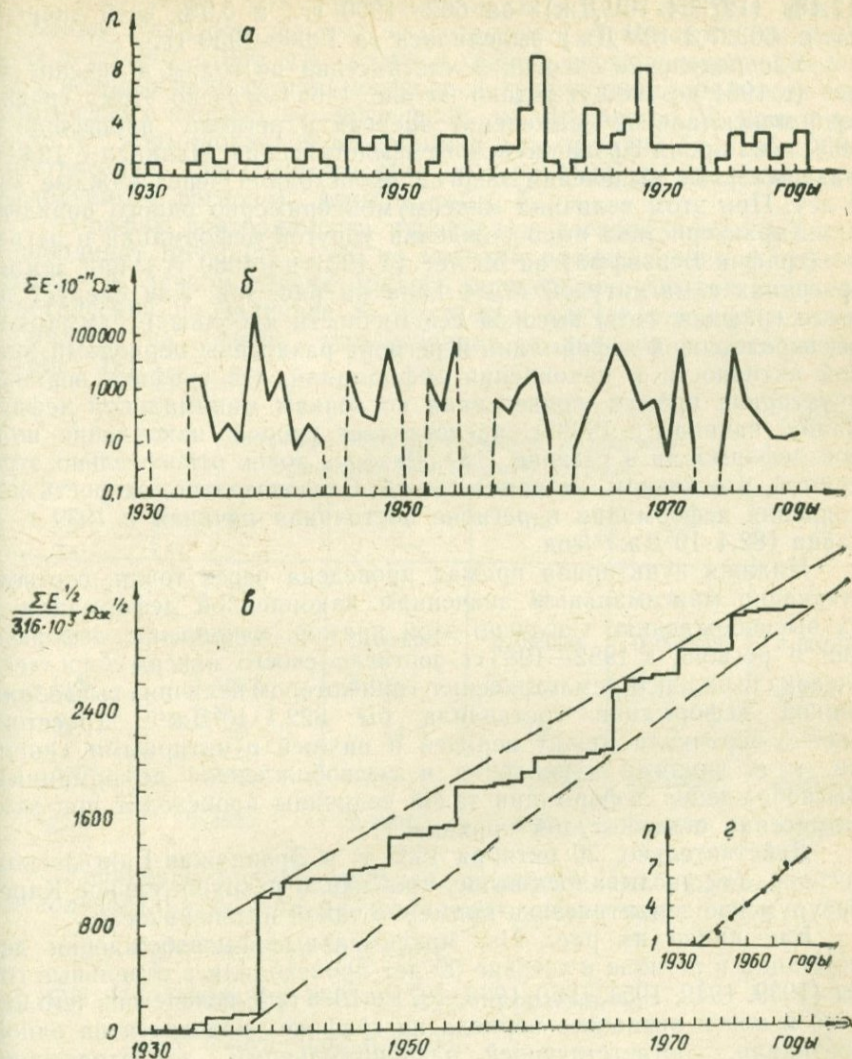


Рис. 14. Характеристики землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам, г—график времени возникновения сильных землетрясений.

12.4% ($127394 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 602—1900 гг., а 5,9% всей энергии (т. е. $60327,3 \cdot 10^{11}$ Дж) выделилось за 1900—1930 гг.

Распределение энергии землетрясений по годам в течение 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) дано на рис. 14б. Согласно этому графику, максимальное выделение энергии в регионе произошло в 1939 г. во время Эрзинджанского землетрясения. Начиная с 1949 г. максимальные выделения энергии происходили через каждые 4—6 лет. При этом величина максимумов примерно одного порядка.

Характеристика высвобождения упругой деформации в регионе (график Бенюффа) за 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) при землетрясениях с магнитудой $M \geq 4$ дана на рис. 14в. Как следует из этого графика, годы высокой сейсмичности и большой суммарной высвобожденной деформации в регионе разделены периодами низкой активности и накопления деформаций. На графике верхняя пунктирная прямая, проведенная по точкам минимальной деформации, начиная с 1939 г. представляет процесс накопления полной деформации в регионе [18]. Разброс точек относительно этой прямой, в основном, незначительный. Следовательно, скорость накопления деформации в регионе постоянная начиная с 1939 г. и равна $182,4 \cdot 10^5$ Дж^{1/2}/год.

Нижняя пунктирная прямая проведена через точки, соответствующие максимальным значениям накопленной деформации и их высвобождению. Согласно этой прямой, накопление деформации в регионе к 1982—1983 гг. достигло своего максимума и здесь следовало ожидать землетрясения, при котором величина высвобожденной деформации составляла бы $822,1 \cdot 10^5$ Дж^{1/2} (расстояние по вертикали между верхней и нижней пунктирными линиями, т. е. линиями накопления и высвобождения деформаций). Высвобождение деформации такой величины происходит при землетрясении с магнитудой порядка 7.

Действительно, 30 октября 1983 г. в Эрзинджан-Бингёльском регионе, как указывалось выше, произошло разрушительное Карс-Эрзурумское землетрясение примерно такой интенсивности.

Как видно из рис. 14в, максимальные высвобождения деформации в регионе в течение 50 лет происходили в отдельные годы (1939, 1949, 1954, 1960, 1966, 1971 и 1975 гг.), вследствие чего начало и конец активного периода на графике находятся на одной вертикали, соответствующей разрушительному землетрясению. Нами построен график времени возникновения сильных землетрясений (рис. 14г). На графике по оси ординат отложены номера периодов активности n , а по оси абсцисс—года, начиная с 1930 г. Точки на графике соответствуют семи активным периодам максимального высвобождения деформаций, в нашем случае—семи наиболее сильным землетрясениям в регионе. Через эти точки проведена прямая, согласно которой восьмой период активности соответствует 1983 г.

Для территории Эрзинджан-Бингёльского региона нами по данным Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья за 50 лет (1931—1980 гг.) построен график повторяемости. Сведения об использованных при построении графика повторяемости энергетических классах землетрясений, их количестве N , повторяемости N^* , нормированной по площади и по времени (т. е. число землетрясений, приходящееся ежегодно на 1000 кв. км площади исследуемого региона), даны в табл. 5.

График повторяемости строился в логарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E_{\text{дж}} = K$ по методам распределения и суммирования. В первом случае бралось поклассовое распределение землетрясений по величине K , во втором случае это распределение бралось на основе суммирования от данного класса и выше (рис. 15).

Таблица 5

Характеристики сейсмической активности
Эрзинджан-Бингёльского региона

K	12	13	14	15	16
N	41	25	10	4	5
N^*	0,01375	0,008385	0,003354	0,001342	0,001677
$\lg N^*$	$\overline{2,1383}$	$\overline{3,9235}$	$\overline{3,5255}$	$\overline{3,1277}$	$\overline{3,2246}$
ΣN	85	44	19	9	5
ΣN^*	0,02851	0,01476	0,006373	0,003019	0,001677
$\lg \Sigma N^*$	$\overline{2,4550}$	$\overline{2,1691}$	$\overline{3,8043}$	$\overline{3,4799}$	$\overline{3,2246}$

Уравнение прямой графика повторяемости, полученное при использовании метода распределения, имеет вид:

$$\lg N^* = 1,26 - 0,26 K \pm 0,16, \quad (\text{II.7})$$

а при использовании метода суммирования—

$$\lg N^* = 2,24 - 0,32 K \pm 0,03. \quad (\text{II.8})$$

Наклон графика повторяемости, построенного методом распределения, получился равным:

$$\gamma = 0,26 \pm 0,05, \quad (\text{II.9})$$

а наклон графика, построенного методом суммирования,

$$\gamma = 0,32 \pm 0,01. \quad (\text{II.10})$$

Для всей территории зарубежной части Армянского нагорья нами ранее были построены графики повторяемости [58]. Наклоны этих графиков имеют значения:
в случае использования метода распределения

$$\gamma = 0,41 \pm 0,01, \quad (II.11)$$

и в случае использования метода суммирования

$$\gamma = 0,43 \pm 0,01. \quad (II.12)$$

Следовательно, величины наклона графиков повторяемости, построенных для Эрзинджан-Бингёльского региона, значительно меньше величин наклона графиков повторяемости, построенных для всей территории зарубежной части Армянского нагорья.

Это объясняется наличием большого количества сильных землетрясений в Эрзинджан-Бингёльском регионе.

За уровень сейсмической активности А принято среднее годовое число землетрясений с энергией, равной 10^{10} Дж, приходящееся на площадь в 1000 кв. км. Этот уровень активности A_{10} для Эрзинджан-Бингёльского региона, согласно построенным графикам повторяемости, равен в случае использования метода распределения 0,05, а в случае использования метода суммирования—0,12. Для всей зарубежной части Армянского нагорья нами были получены следующие значения [58]: 0,05—в случае использования метода распределения и 0,08—в

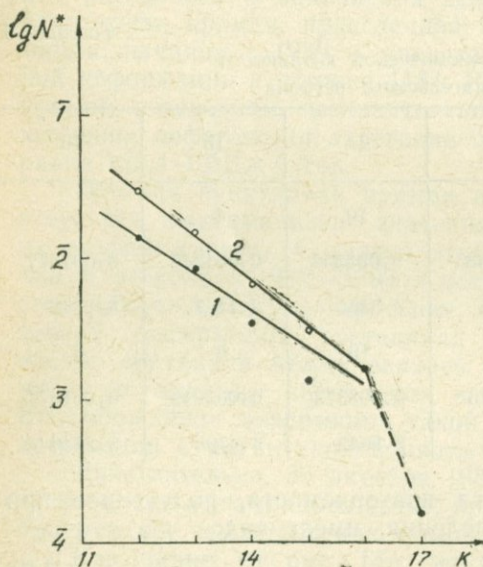


Рис. 15. Графики повторяемости землетрясений для Эрзинджан-Бингёльского региона, построенные: 1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

случае использования метода суммирования. Таким образом, при использовании метода суммирования уровень сейсмической активности в Эрзинджан-Бингёльском регионе в 1,5 раза выше, чем во всей зарубежной части Армянского нагорья.

Используя построенный график повторяемости, мы определили периоды повторений землетрясений $K=10 \div 16$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв. км (T_{1000}), а также по всей площади Эрзинджан-Бингёльского региона (T_s) (табл. 6).

Таблица 6

Периоды повторения землетрясений в Эрзинджан-Бингёльском регионе

K	$\lg N^*$	N^*	T_{1000} лет	T_s лет
16	3,10	0,001259	794	13,3
15	3,36	0,002291	436	7,3
14	3,62	0,004169	240	4,0
13	3,88	0,007586	132	2,2
12	2,14	0,01380	72	1,2
11	2,40	0,02512	39,8	0,67
10	2,66	0,04571	21,9	0,37

На графике повторяемости в правой части наблюдается отклонение книзу (рис. 15). Согласно графику, максимальным возможным землетрясением для территории Эрзинджан-Бингёльского региона является землетрясение с $K_{\max}=17$.

§ 3. АДЖАРО-ТРИАЛЕТСКИЙ РЕГИОН

Аджаро-Триалетский регион охватывает северную часть Малого Кавказа. На территории региона расположены Аджаро-Имеретинский (Месхетский) и Триалетский хребты. Северная и южная границы региона проходят по параллелям, соответственно, 42° и $41,5^\circ$ северной широты, западная—по меридиану $41,5^\circ$ восточной долготы; восточной границей региона служит линия раздела между Большим и Малым Кавказом (рис. 1).

Рассматриваемый регион характерен малым количеством землетрясений с магнитудой ≥ 5 . Всего в этом регионе, согласно Каталогу сильных землетрясений Армянского нагорья, произошло 111 землетрясений с силой 5 и более баллов. При этом $\frac{2}{3}$ (т. е. 74) всех землетрясений были основными толчками, а $\frac{1}{3}$ (т. е. 37)—афтершоками или форшоками.

Первые сведения о землетрясениях этого региона относятся

к 1275 г., когда произошло самое сильное в этом регионе Мухетское землетрясение. В таблице 7 дано распределение землетрясений Аджаро-Триалетского региона в зависимости от магнитуды начиная с 1275 по 1980 гг. Как следует из этой таблицы, из общего числа 74 основных землетрясений только 7 имели магнитуду $M \geq 5$. При этом три землетрясения произошли в период с 1275 по 1900 гг. и по два землетрясения — в периоды с 1901 по 1930 гг. и с 1931 по 1980 гг.

Нами построены карты эпицентров землетрясений с силой 5 и более баллов, происшедших в регионе в различные периоды: с 1275—1900 гг. (рис. 16а), с 1901—1950 гг. (рис. 16б) и с 1951—1980 гг. (рис. 16в). Как следует из рис. 16а, из 23 землетрясений, происшедших с 1275 по 1900 гг., эпицентры только 4 землетрясе-

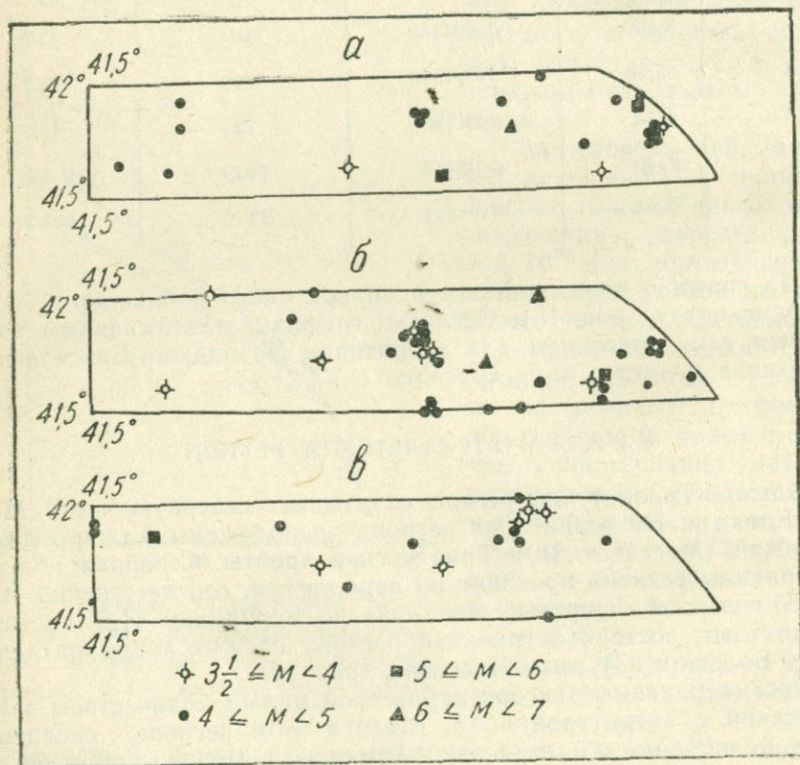


Рис. 16. Карты эпицентров сильных землетрясений Аджаро-Триалетского региона на периоды: а—1275—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

ний были расположены западнее меридиана 43° восточной долготы. Остальные 19 землетрясений произошли в центральной и особенно в восточной частях региона. В этих же регионах произошли и 3 землетрясения с $M \geq 5\frac{1}{2}$. Наибольшее сгущение эпицентров в этот период наблюдается около гор. Тбилиси, но магнитуда этих землетрясений не превосходит $4\frac{1}{2}$.

В период с 1901 по 1950 гг. в регионе произошли 34 землетрясения, опять-таки в основном в центральной и в восточной частях региона (рис. 16б). В этих же частях региона были расположены эпицентры трех разрушительных землетрясений с магнитудой $M \geq 5\frac{1}{2}$. Район гор. Тбилиси в этот период снова оставался сейсмоактивным, но наибольшее сгущение эпицентров было в районе Боржоми-Бакуриани.

В период с 1951 по 1980 гг. в Аджаро-Триалетском регионе произошло всего 17 землетрясений. При этом 14 землетрясений—между меридианами $42,5^\circ$ и $44,5^\circ$ восточной долготы. Однако самое сильное в этот период Аджаро-Гурийское землетрясение с магнитудой $M=5\frac{1}{4}$ наблюдалось в западной части региона (рис. 16в).

Нами построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса вдоль Аджаро-Триалетского региона за периоды с 1275 по 1900 гг. и с 1901 по 1980 (рис. 17а,б). Аналогичные диаграммы развития сейсмиче-

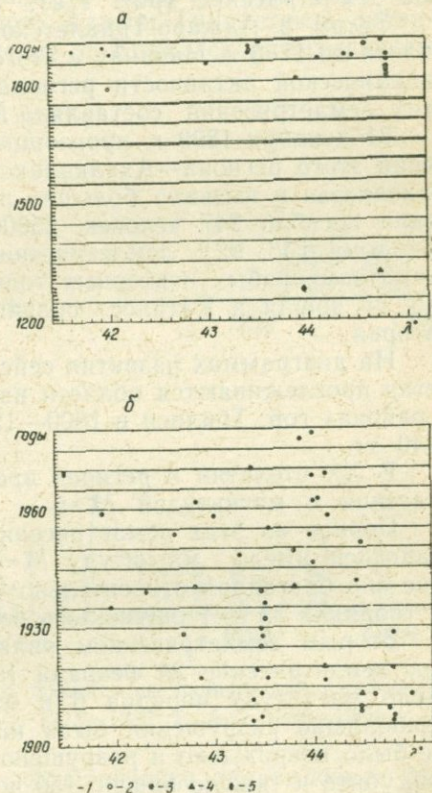


Рис. 17. Распределение сильных землетрясений Аджаро-Триалетского региона во времени и по земной поверхности в широтном направлении в периоды: а—с 1275—1900 гг., б—с 1901—1980 гг.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

ского процесса поперек региона не построены, так как регион вытянут в широтном направлении, в меридиональном направлении он простирается всего на $0,5^\circ$

Согласно этим диаграммам, первое сильное землетрясение произошло в 1275 г. в Мцхете. В эпицентральной зоне оно проявилось с силой 8—9 баллов.

В 1318 г. в районе Мцхета снова отмечается разрушительное землетрясение (рис. 17а).

Затем в Аджаро-Триалетском регионе наступает затишье вплоть до 1785 г. Начиная с этого времени происходит оживление сейсмической активности региона. Однако до 1899 г. магнитуда этих землетрясений составляла $M \leq 4\frac{3}{4}$.

31 декабря 1899 г. произошло одно из крупнейших землетрясений этого региона—Ахалкалакское, которое охватило почти все Закавказье и вызвало большие разрушения. При этом землетрясении погибло 247 человек, 25000 голов скота, было разрушено 664 дома [38, 92]. Землетрясение сопровождалось большим количеством слабых повторных толчков с магнитудой $M < 3,5$, которые не вошли в Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья.

На диаграммах развития сейсмического процесса (рис. 17а, б) четко прослеживаются области наибольшего сгущения эпицентров в районах гор. Тбилиси в 1800—1930 гг. и гор. Боржоми в 1874—1940 гг.

В XX столетии в регионе произошло четыре крупных землетрясения с магнитудой $M > 5$.

Первое из этих землетрясений—20 апреля 1913 г. в районе Манглиси имело магнитуду $M = 5\frac{1}{2}$. Однако в эпицентральной зоне оно благодаря относительно большой глубине залегания очага (порядка 35 км) ощущалось всего лишь силой в 6 баллов.

Вторым землетрясением является разрушительное Картлийское землетрясение 20 февраля 1920 г. в районе гор. Гори. Оно имело магнитуду порядка 6 и охватило большую территорию. Наибольшие разрушения были на площади свыше 1000 кв. км, где было повреждено и разрушено около $\frac{2}{3}$ всего количества домов, убито и тяжело ранено 150 человек [87, 5, 36]. До землетрясения в эпицентральной зоне слышался гул в течение времени, достаточном для того, чтобы выбежать из домов. В Гори землетрясение имело силу 8—9 баллов и вызвало большие разрушения. Сохранились без повреждений только два здания. Были повреждены или разрушены все церкви. На кладбище многие памятники были сброшены, сдвинуты или повернуты вокруг вертикальной оси [36].

Следующее крупное Табакурское землетрясение 7 мая 1940 г. имело магнитуду $M = 6$. Оно ощущалось на территории пло-

щадью свыше 120000 кв. км. В селах эпицентральной зоны больше половины домов были повреждены. В Табацкури разрушилась церковь XII века, были сдвинуты и опрокинуты памятники на кладбище [36, 126, 129].

Последнее крупное землетрясение в Аджаро-Триалетском регионе с магнитудой $M=5\frac{1}{4}$ произошло 20 мая 1959 г. Это Аджаро-Гурийское землетрясение, эпицентр которого был расположен в предгорной зоне западной части Аджаро-Триалетской складчатой системы в районе сочленения с Колхидской низменностью

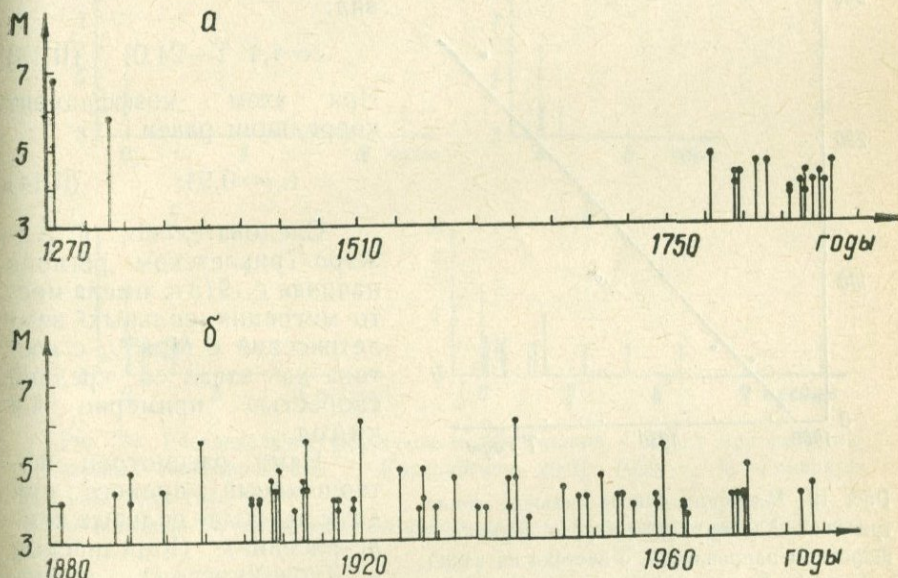


Рис. 18. Графики хода сейсмического процесса во времени для Аджаро-Триалетского региона за периоды: а—с 1275—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

[127]. В эпицентральной зоне землетрясение проявилось с силой 7—8 баллов.

Нами построены также графики хода сейсмического процесса во времени для исследуемого региона за периоды с 1275 по 1880 гг. (рис. 18а) и с 1880 по 1980 гг. (рис. 18б).

Начиная с разрушительного Картлийского землетрясения период повторения крупных землетрясений ($M>5$) составляет 19—20 лет (рис. 18б). Если считать, что этого периода стабилен с небольшими отклонениями (до 4—5 лет), то очередное крупное землетрясение в этом регионе произойдет в ближайшее время.

Из пространственно-временной диаграммы развития сейсми-

ческого процесса вдоль Аджаро-Триалетского региона в XX веке (рис. 176) следует, что имеет место некоторая миграция очагов крупных землетрясений (с $M \geq 5\frac{1}{4}$) с востока на запад. На рис. 19 показаны эти землетрясения в виде точек в системе координат lT , где l —расстояние эпицентра землетрясения до меридиана 45° восточной долготы, а T —время в годах. Уравнение осредняющей прямой этих точек, найденное методом наименьших квадратов, имеет вид:

$$l = 4,4 T - 24,0. \quad (II.13)$$

При этом коэффициент корреляции равен

$$r_{lT} = 0,94. \quad (II.14)$$

Следовательно, в Аджаро-Триалетском регионе начиная с 1913 г. имела место миграция сильных землетрясений с $M \geq 5\frac{1}{4}$ с востока на запад со средней скоростью примерно 4,4 км/год.

Рис. 19. Миграция очагов сильных землетрясений Аджаро-Триалетского региона в широтном направлении, с востока на запад.

шедших в XX веке и имевших магнитуду $M=6$ (рис. 20). При Картлийском землетрясении (рис. 20. Ia) примерно за 12 часов до главного толчка произошел шестибалльный форшок, а после главного толчка в течение пяти месяцев—18 афтершоков. При этом только три афтершока имели магнитуду $M=4\frac{1}{4}$. Все остальные были с магнитудой $M=4$. Как следует из рис. 20. Ib, при Картлийском землетрясении афтершоки с $M \geq 4$ произошли только спустя примерно 19 часов после главного толчка.

При Табацкурском землетрясении наблюдалась несколько иная картина, а именно, форшоки с $M \geq 4$ не отмечались (рис. 20. IIa), а афтершоки происходили в течение почти года. При этом спустя два месяца после главного толчка произошел афтершок с $M=5$. Как видно из графика афтершокового процесса этого землетрясения в первые 24 часа (рис. 20. IIб), после главного толчка в течение часа были отмечены два афтершока с $M=4$.

Следовательно, для Аджаро-Триалетского региона так же, как ранее было отмечено и для Эрзинджан-Бингёльского региона, с увеличением длительности афтершокового процесса увеличивается число сильных афтершоков.

Нами рассмотрено распределение землетрясений региона за 50 лет (с 1931÷1980 годы) по годам (рис. 21а). Согласно табл. 7,

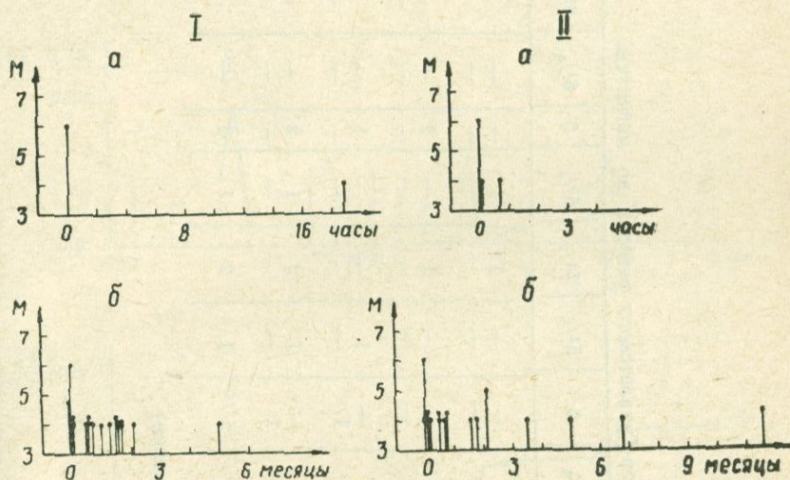


Рис. 20. Распределение форшоков и афтершоков с $M \geq 4$ при разрушительных землетрясениях: I—Картлийском 20/11 1920 г., II—Табаккурском 7/V 1940 г.

а—в течение 24 часов после основного толчка, б—в течение всего времени.

за этот период в регионе произошло 28 землетрясений силой 5 и более баллов. Как следует из рис. 21а, распределение этих землетрясений по годам неравномерное. При этом периоды, в которые не происходили землетрясения, имеют различную длительность, а в случаях, когда землетрясения происходили, их количество в течение года не превышало двух.

Нами подсчитано, что в Аджаро-Триалетском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 1275 по 1980 гг. выделилось всего $39978,9 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 75,8% этой энергии, т. е. $30294,4 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось за $6\frac{1}{4}$ столетия с 1275 по 1900 гг., 13% ($5196,5 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и 11,2% ($4487,9 \cdot 10^{11}$ Дж)—за последние 50 лет с 1931 по 1980 гг. Таким образом, суммарное выделение сейсмической энергии в регионе было наименьшее в течение последних 50 лет. Распределение энергии по годам в период с 1931 по 1980 гг. дано на рис. 21б.

Таблица 7

Распределение землетрясений Аджаро-Триалетского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₂	6 ³ / ₄	Всего
Число землетрясений	за 1275—	о	—	3	6	6	3	2	—	—	1	1	—	—	—	1	23
	1900 гг.	а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1901—	о	—	5	8	3	2	3	—	—	1	—	1	—	—	—	23
	1930 гг.	а	—	—	16	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	за 1931—	о	2	7	10	2	4	1	—	1	—	—	1	—	—	—	28
	1980 гг.	а	—	—	13	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	17
	за 1275—	о	2	15	24	11	9	6	—	1	2	1	2	—	—	1	74
	1980 годы	а	—	—	29	6	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	37
	ВСЕГО:		2	15	53	17	9	7	1	1	2	1	2	—	—	1	111

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

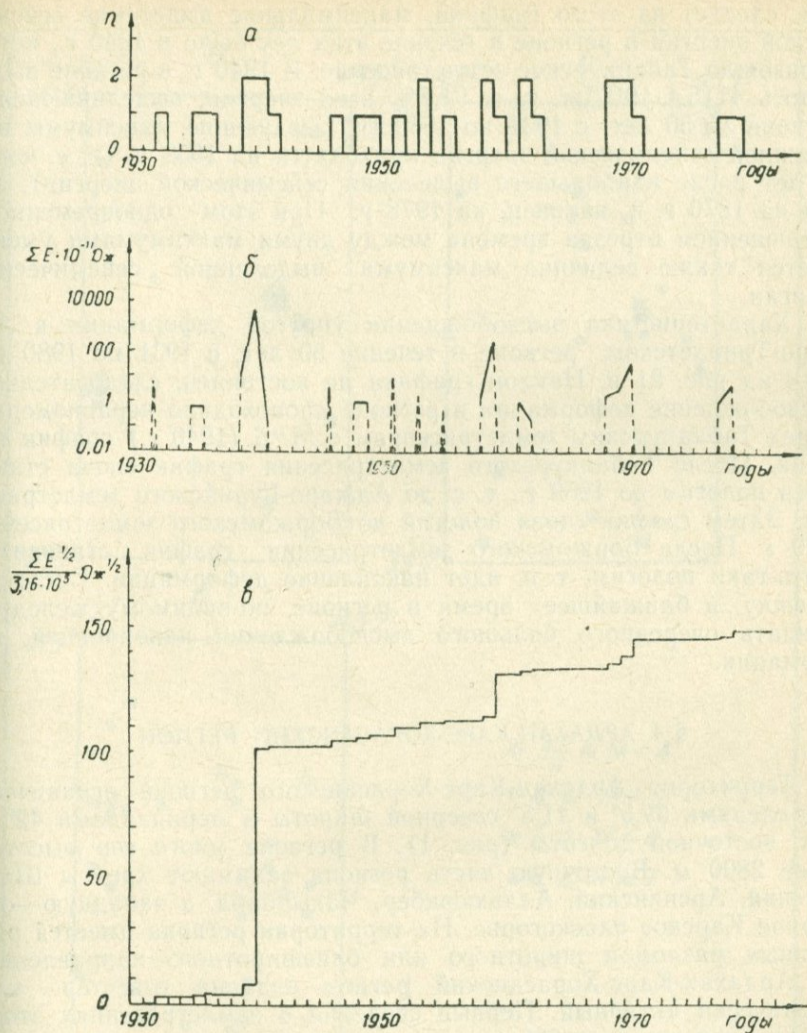


Рис. 21. Характеристики землетрясений Аджаро-Триалетского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

Как следует из этого графика, максимальное выделение сейсмической энергии в регионе в течение этих лет было в 1940 г., когда произошло Табацкурское землетрясение. В 1940 г. в регионе выделилось $4115,4 \cdot 10^{11}$ Дж, т. е. 91,7% всей энергии, выделившейся в регионе за 50 лет, с 1931 по 1980 гг. Следующие максимумы выделенной сейсмической энергии приходятся на 1959 г. (т. е. через 19 лет после наибольшего выделения сейсмической энергии), затем на 1970 г. и, наконец, на 1978 г. При этом одновременно с уменьшением отрезка времени между двумя максимумами уменьшается также величина максимума выделенной сейсмической энергии.

Характеристика высвобождения упругой деформации в Аджаро-Триалетском регионе в течение 50 лет, с 1931 по 1980 гг., дана на рис. 21 в. Наклон графика не постоянен, следовательно, высвобождение деформации в регионе происходило неравномерно. Перед Табацкурским землетрясением с $M=6$ (1940 г.) график пологий. После Табацкурского землетрясения график снова становится пологим до 1959 г., т. е. до Аджаро-Гурийского землетрясения. Затем график снова пологий до Боржомского землетрясения 1970 г. После Боржомского землетрясения график становится опять-таки пологим, т. е. идет накопление деформации. Согласно графику, в ближайшее время в регионе, по-видимому, следует ожидать очередного большого высвобождения накопленной деформации.

§ 4. АРДАХАН-КАРС-ХОРАСАНСКИЙ РЕГИОН

Территория Ардахан-Карс-Хорасанского региона ограничена параллелями $39,5^\circ$ и $41,5^\circ$ северной широты и меридианами 42° и $43,5^\circ$ восточной долготы (рис. 1). В регионе много гор высотой более 2800 м. Восточную часть региона занимают хребты Шавшетский, Арсиянский, Аллахюэкбер, Чахырбаба, а западную — обширное Карское плоскогорье. На территории региона имеется ряд крупных разломов широтного или близширотного направления.

Ардахан-Карс-Хорасанский регион издавна известен как сейсмически активный. Первые сведения о землетрясениях этого региона относятся к 995 г.

Нами построены карты эпицентров землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона за периоды с 995 по 1900 гг. (рис. 22а), с 1901 по 1950 гг. (рис. 22б) и с 1951 по 1980 гг. (рис. 22в). В первый период (с 995 по 1900 гг.) землетрясения происходили в основном в районах Карса, Каракёсе и Тмогви (рис. 22а). Всего в этот период насчитывается 25 землетрясений с $M \geq 4$. Во второй период (с 1901 по 1950 гг.) район Карса остается сильно сейсмо-

104

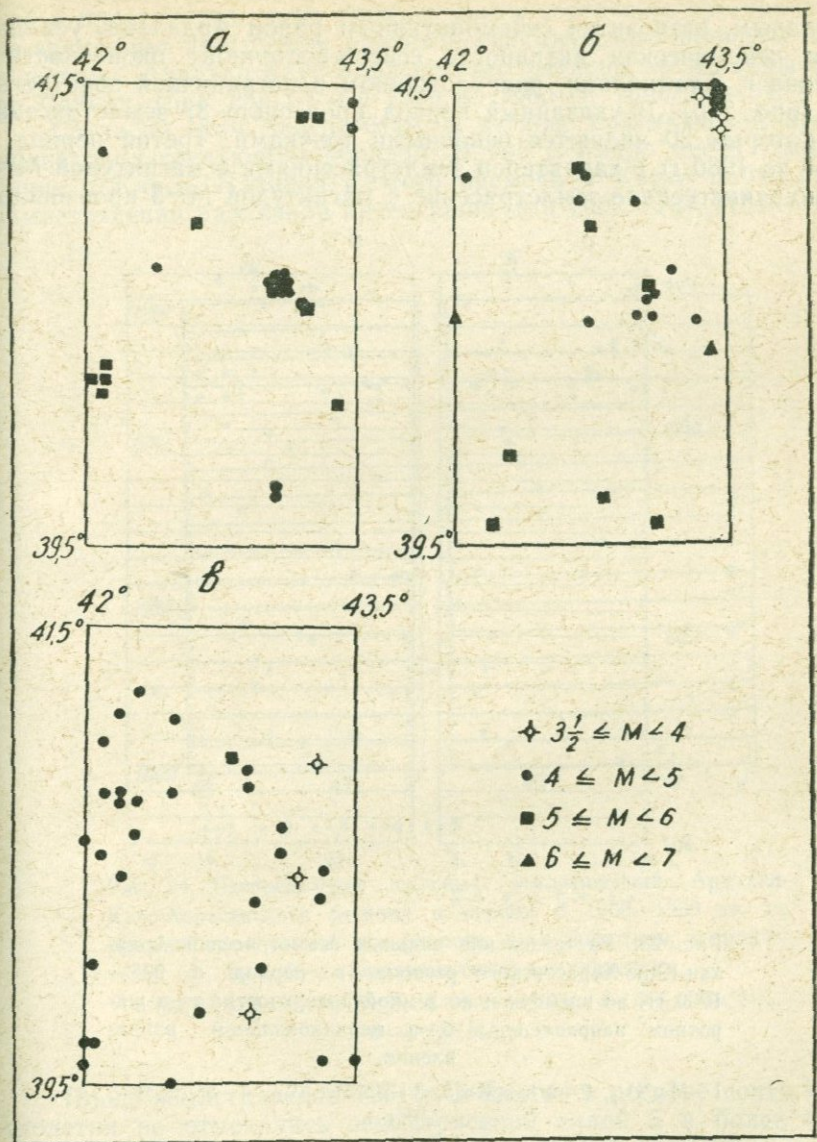


Рис. 22. Карты эпицентров сильных землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона за периоды: а—1895—1900 гг. б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

активным, становится сейсмоактивным район Ардакана, усиливается сейсмическая активность северо-восточной оконечности в районе г. Ахалкалаки, расположенном в пограничной зоне региона (рис. 22б). В указанный период произошло 37 землетрясений, из которых 30 являются основными толчками. Третий период (с 1951 по 1980 гг.) характерен землетрясениями с магнитудой $M < 5$. Одно-единственное землетрясение с магнитудой $M = 5$ произошло в

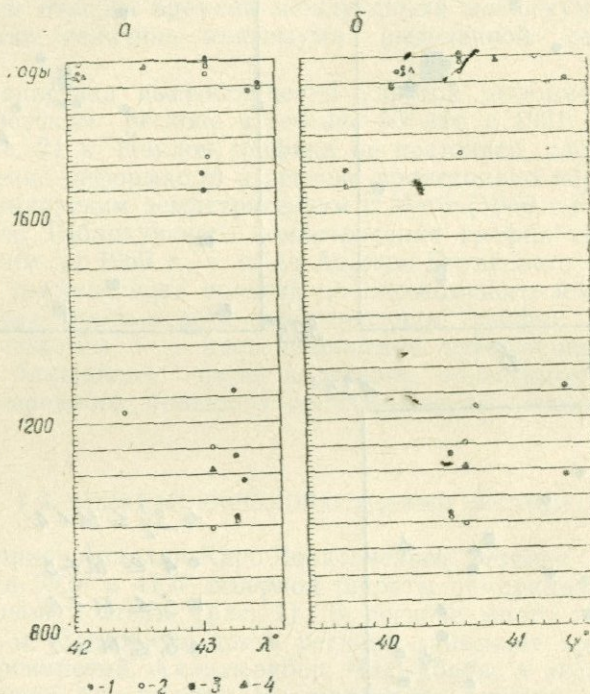


Рис. 23. Распределение сильных землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона в период с 995—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$.

районе Ардакана 29 апреля 1976 г. (рис. 22в). В этот период в регионе произошло 44 землетрясения силой 5 баллов и более. При этом 33 землетрясения были основными толчками.

С целью исследования расположения эпицентров землетрясений в пространстве и во времени нами построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса вдоль и поперек Ардахан-Карс-Хорасанского региона за периоды с 995 по 1900 гг. (рис. 23а, б) и с 1900 по 1980 гг. (рис. 24а, б).

Согласно этим диаграммам, в регионе сейсмический процесс происходил следующим образом. В 995 г. имело место землетрясение в Карсе. Начиная с этого времени в Карсе наблюдаются землетрясения различной интенсивности в 1002, 1104, 1151 гг. и т. д.

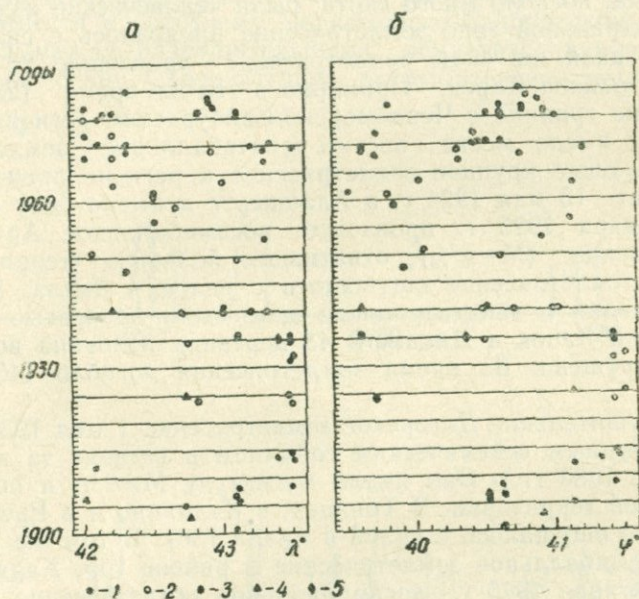


Рис. 24. Распределение сильных землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$,
5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

После землетрясения 1261 г. в Тмогви в регионе почти четыре столетия не отмечались землетрясений силой 5 и более баллов вплоть до землетрясения в Каракёсе 1647 г. По 1707 г., т. е. за 60 лет, здесь произошли еще два землетрясения с $M > 4$ (в Каракёсе и Карсе). Затем снова наступило затишье, которое длилось

свыше $1\frac{1}{4}$ столетия. В 1840 г. снова началась активизация сейсмичности региона и в течение 60 лет, т. е. до 1900 г., наблюдались 6 крупных землетрясений с магнитудой $M \geq 5$ в районах Кагызмана, Геоле и Карса.

В первой половине XX в. в регионе имели место крупные землетрясения, из них 9 землетрясений с $M \geq 5$. 28 мая 1903 г. в районе Геоле произошло землетрясение с магнитудой $M = 5\frac{1}{2}$. При этом землетрясении в пунктах Чардохлы и Варгенес, находившихся в эпицентральной области, были повреждены и разрушены дома, погибло много скота, были человеческие жертвы [36]. В эпицентральной зоне землетрясение проявилось с силой 7—8 баллов. Такой же силы землетрясение произошло 28 сентября 1906 г. в районе Карса. Примерно в это же время (28 декабря 1906 г.) на границе с Черноморско-Байбуртским регионом в районе Олту имело место восьми-девятибалльное землетрясение.

Следующее крупное землетрясение в регионе произошло через 18 лет—13 мая 1924 г. в Алашкерте и имело силу 8 баллов.

9 января 1925 г. произошло восьмибалльное Ардаханское землетрясение ($M = 5\frac{3}{4}$), охватившее большую территорию. В Тбилиси землетрясение ощущалось с силой 4 балла. При этом землетрясении в эпицентральной зоне были полностью разрушены деревни Ханок и Дикан. В 43 деревнях половина всех домов была разрушена. Во время землетрясения погибло 140 человек [36].

Разрушительное Дигорское землетрясение 1 мая 1935 г. было самым крупным сейсмическим событием в регионе за все время (с 995 по 1980 гг.). Оно имело магнитуду $M = 6\frac{1}{4}$ и ощущалось на большой территории. В Тбилиси, в Калинин и в Ереване землетрясение ощущалось с силой 4 балла [36]. В том же году произошло семибалльное землетрясение в районе гор. Каракёсе. Затем 18 октября 1940 г.—восьмибалльное землетрясение, эпицентр которого был расположен в 15 км юго-западнее гор. Моллаосмана, а 14 декабря 1947 г.—семибалльное землетрясение в районе гор. Тахира.

Во второй половине XX в. (1951—1980 гг.) число землетрясений в регионе возросло, но интенсивность этих землетрясений была меньше 5. Единственное в этот период землетрясение с магнитудой $M = 5$ произошло 29 апреля 1976 г. в районе гор. Ардахана. Землетрясение в эпицентральной зоне проявилось с силой 8 баллов, а в Богдановке, Ленинакане и Гукасяне—3—4 балла.

При рассмотрении диаграммы развития сейсмического процесса в Ардахан-Карс-Хорасанском регионе поперек его территории за период с 1900 по 1980 гг. (рис. 246) можно отметить, что до 1935 г. сейсмоактивной была северная часть региона, а начиная с

1935 г. сейсмоактивными стали центральная и южная части региона.

Согласно диаграмме развития сейсмического процесса вдоль региона, до 1940 г. сейсмоактивной была восточная часть, а начиная с 1940 г.—как восточная, так и западная части региона.

Нами построены также графики хода сейсмического процесса во времени для Ардахан-Карс-Хорасанского региона за периоды с 995 по 1880 гг. (рис. 25а) и с 1880 по 1980 гг. (рис. 25б). Согласно этим графикам, наблюдается некоторая периодичность во времени землетрясений, а именно, если землетрясение 1906 г. в Олту отнести к соседнему Черноморско-Байбуртскому региону, то период между разрушительными землетрясениями с $M \geq 5^{3/4}$ составит 62 ± 5 лет. Следовательно, разрушительное землетрясение

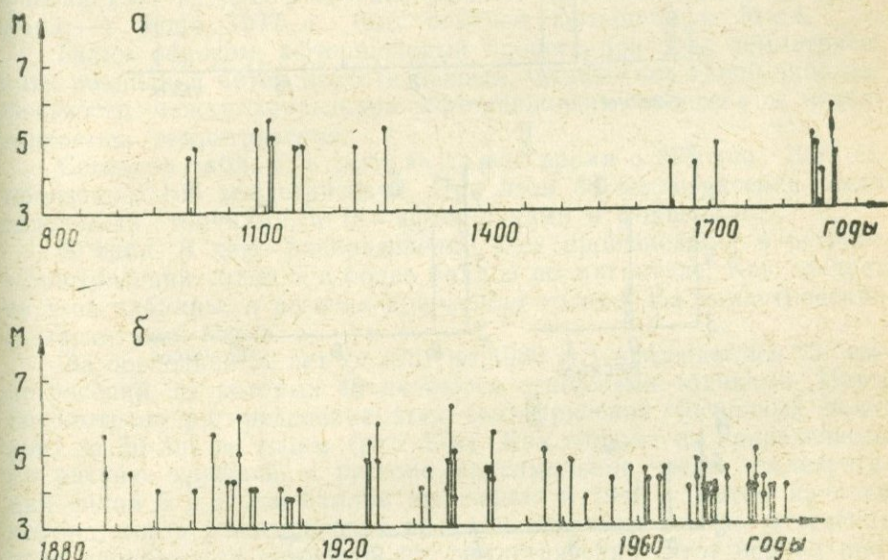


Рис. 25. Графики хода сейсмического процесса во времени для Ардахан—Карс—Хорасанского региона в периоды: а—с 995—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

с $M \geq 5^{3/4}$ в этом регионе, по-видимому, следует ожидать в 1997 ± 5 г.

Нами исследован афтершоковый процесс при трех крупных землетрясениях этого региона: Геольском 1888 г. ($M=5^{1/2}$), Дигорском 1935 г. ($M=6^{1/4}$) и Ардаханском 1976 г. ($M=5$).

При Геольском землетрясении 22 сентября 1888 г. форшоки

силой 5 баллов и более не отмечались, а афтершоки этой силы происходили в течение трех суток (рис. 26. Ia). При этом первый афтершок произошел спустя 23,5 часа после основного толчка (рис. 26. Ib).

При Дигорском землетрясении 1 мая 1935 г. за 11,5 суток до основного толчка был отмечен форшок с магнитудой $M=4\frac{1}{4}$, а афтершоки с $M\geq 4$ происходили в течение двух суток после основного толчка (рис. 26. IIa). При этом первый афтершок такой

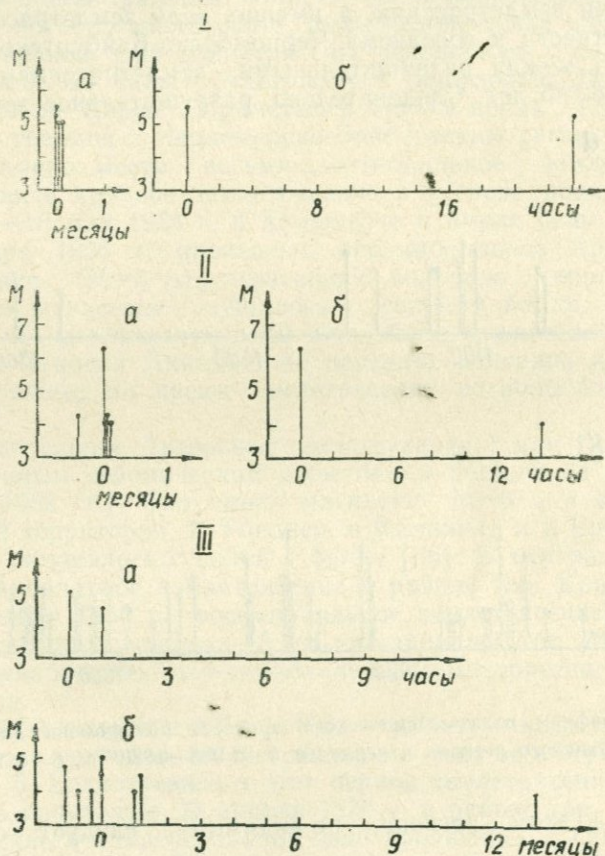


Рис. 26. Распределение форшоков и афтершоков с $M\geq 4$ при землетрясениях: I—Геольском 22/IX 1888 гг., II—Дигорском 1/V 1935 г., III—Ардаханском 29/IV 1976 г.

интенсивности произошел после 14,5 часа после основного толчка (рис. 26. IIб).

При Ардаханском землетрясении 29 апреля 1976 г. были отмечены три форшока с $M \geq 4$. При этом первый форшок с $M=4^{3/4}$ произошел за один месяц и 4,5 суток до основного толчка, второй и третий с $M=4$ —соответственно за 21 и 9 суток до основного толчка (рис. 26. IIIб). После основного толчка были отмечены четыре афтершока с $M \geq 4$. Первый афтершок с $M=4^{1/2}$ произошел спустя 1 час 5 мин. после основного толчка (рис. 26. IIIа), второй с $M=4$ —через 31 сутки, третий с $M=4^{1/2}$ —примерно через $35^{1/4}$ суток после основного толчка (рис. 26. IIIб). Затем афтершоки силой 5 баллов и более не были отмечены вплоть до 4 июня 1977 г., т. е. в течение ровно года после третьего афтершока,—4 июня 1977 г. был отмечен афтершок с $M=4$.

Таким образом, афтершоковый процесс при трех землетрясениях различной интенсивности разный. Однако нет какой-либо зависимости между характером афтершокового процесса и интенсивностью землетрясения.

Согласно табл. 8, в регионе за все время с 995 по 1980 гг. произошло 106 землетрясений. При этом 88 землетрясений были основными толчками, а 18—афтершоками и форшоками.

В табл. 8 дано распределение всех происшедших в регионе землетрясений силой 5 и более баллов по магнитуде. Как следует из этой таблицы, в регионе произошло только два землетрясения с магнитудой $M \geq 6$.

За последние 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) наблюдались 65 землетрясений, из которых 48 являются основными толчками. Нами рассмотрено распределение этих землетрясений (основных толчков) за 50 лет по годам (рис. 27а). Как следует из приведенного на рисунке графика, в регионе максимальное число землетрясений силой 5 и более баллов произошло в 1940 г. Затем начался период, когда землетрясения не были отмечены или же в течение года происходили одно или два землетрясения. Этот период продолжался до 1969 г. В 1969 и 1970 г. число землетрясений увеличилось, затем снова был их спад до 1975 г. В 1975 и 1976 г. число землетрясений снова увеличилось, а с 1977 г. снова начался спад числа землетрясений, который продолжался вплоть до конца исследуемого периода.

Согласно нашим подсчетам, в Ардахан-Карс-Хорасанском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 995 по 1980 гг. выделилось всего $23093,4 \cdot 10^{11}$ Дж энергии. При этом 26,5% этой энергии, т. е. $6112,8 \cdot 10^{11}$ Дж выделилось за 995—1900 гг., 33,4% ($7721,8 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и 40,1% ($9258,8 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1931—1980 гг.

Таким образом, среднегодовое выделение сейсмической энергии в регионе было максимальным в период с 1901 по 1930 гг.

Распределение энергии землетрясений по годам в течение 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) дано на рис. 27б. Согласно графику, приведенному на этом рисунке, максимальное выделение энергии

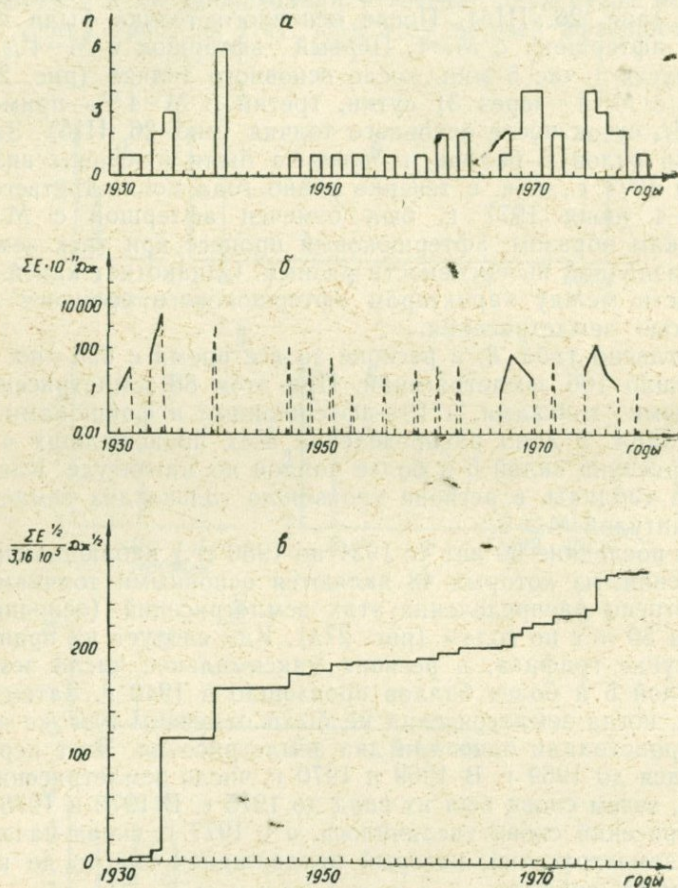


Рис. 27. Характеристики землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

в регионе произошло в 1935 г. во время Дигорского землетрясения, а затем в 1940 г., когда произошло восьмибалльное землетрясение в районе гор. Моллаосмана. Начиная с 1947 г. по 1963 г. выделение сейсмической энергии происходило через каждые 2—3 года. Если на графике соединить максимумы энергий начиная с 1935 г., то получится периодическая кривая с полупериодом примерно в 1962 г. Следовательно, период максимального выделения сейсмической энергии в регионе составляет примерно 54 года. Следующего выделения максимальной энергии в регионе, по-видимому, следует ожидать в 1989 году.

Таблица 8

Распределение землетрясений Ардахан-Карс-Хорасанского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений		3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	Всего
Число землетрясений	за 995—1900гг.	о	—	3	2	4	6	2	5	2	1	—	25
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1901—1930гг.	о	3	3	2	—	2	1	1	1	1	—	15
		а	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
	за 1931—1980гг.	о	4	16	8	12	3	3	—	1	—	1	48
		а	—	9	4	3	1	—	—	—	—	—	17
	за 995—1980гг.	о	7	22	12	16	11	6	6	4	2	1	88
		а	—	9	4	3	2	—	—	—	—	—	18
	ВСЕГО:		7	31	16	19	13	6	6	4	2	1	106

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

Характеристика высвобождения упругой деформации (график Беньоффа) в Ардахан-Карс-Хорасанском регионе при землетрясениях силой 5 баллов и более дана на рис. 27в. Как следует из этого графика, после максимального высвобождения деформаций в 1935 г. и затем в 1940 г. происходило в основном накопление деформаций с незначительным их выделением в отдельные годы, т. е. график был пологий. В 1976 г. при Ардаханском землетрясении произошло значительное ($89,8 \cdot 10^5$ Дж^{1/2}) высвобождение деформаций. После этого землетрясения график снова стал пологим. Следовательно, после 1976 г. в регионе происходит процесс накопления упругих деформаций.

Ванский регион ограничен 38° и $39^{\circ} 30'$ северной широты, 42° и $44^{\circ} 30'$ восточной долготы. Этот регион является одной из наиболее сейсмоактивных областей Турции. Сведения о разрушительных и сильных землетрясениях, происшедших на этой территории, имеются с начала 12 в. н. э.

Для исследуемого района построены карты эпицентров землетрясений силой 5 баллов и более за различные периоды: с 1100 по 1900 гг., с 1901 по 1950 гг. и с 1951 по 1980 гг. (рис. 28). На карте за период с 1100 по 1900 гг., как и следовало ожидать, эпицентры землетрясений приурочены к крупным населенным пунктам: Бану, Ахлату, Эрджишу, Битлису, Догубаязиди, Тегуту, Малазгирту. Для других двух периодов эпицентры землетрясений на картах расположены по всей исследуемой территории. При этом для периода с 1951 по 1980 гг. количество землетрясений сильно возросло за счет увеличения числа землетрясений с магнитудой $M < 5$.

На рис. 29 представлены графики хода сейсмического процесса во времени в Ванском регионе за периоды с 1100 по 1880 гг.

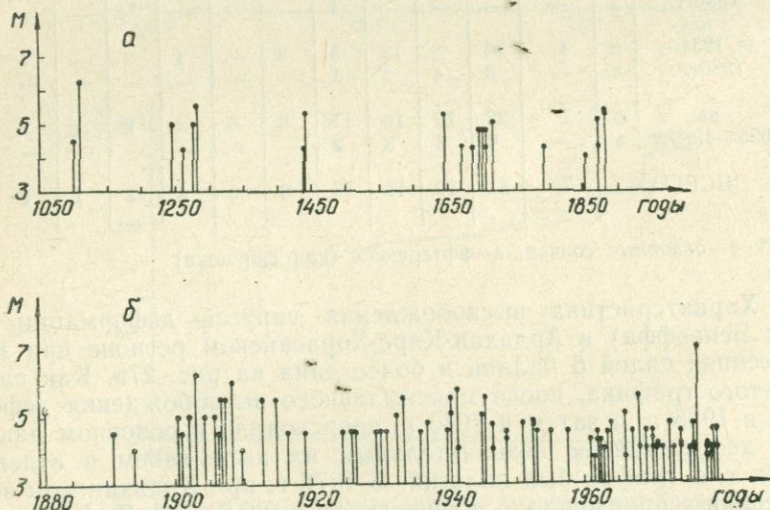


Рис. 29. Графики хода сейсмического процесса во времени для Ванского региона за периоды: а—с 1100—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

и с 1880 по 1980 гг. На графики нанесены только ощутимые землетрясения, имевшие силу 5 баллов и выше. Как следует из этих

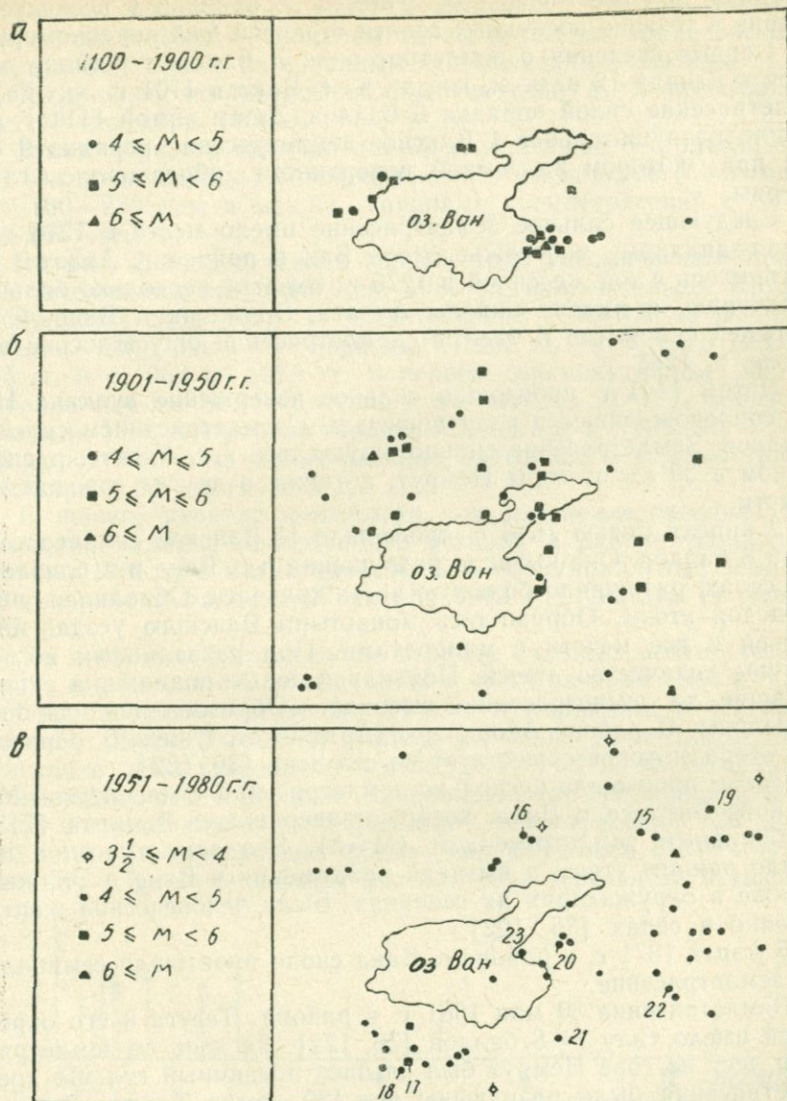


Рис. 28. Карты эпицентров сильных землетрясений Ванского региона за периоды: а—1100—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

графиков, ход сейсмического процесса во времени в исследуемом регионе в течение последних девяти столетий был неравномерным.

Первые сведения о землетрясениях в Ванском регионе относятся к началу 12 в. н. э., когда в г. Ване в 1101 г. ощущалось землетрясение силой порядка 6 баллов. Затем зимой 1111 г. произошло разрушительное I Ванское землетрясение порядка 9 баллов, при котором на земной поверхности образовались глубокие рвы.

Следующее сильное землетрясение имело место в 1245 г. на северо-западном побережье озера Ван в районе г. Ахлата. Оно повторилось с той же силой в 1276 г., охватив несколько большую территорию, а именно районы Ахлата, Эрджиша и Вана. С наибольшей силой (до 8 баллов) землетрясение ощущалось в этом районе в 1281 г.

Летом 1441 г. произошло сильное извержение вулкана Немрут, сопровождавшееся разрушительным землетрясением силой до 8 баллов. Землетрясение сильно ощущалось в г. Ахлате, расположенном в 30 км от горы Немрут, а также в других городах этой области.

2 апреля ночью 1646 г. произошло II Ванское землетрясение силой 8 баллов. Оно вызвало разрушения в г. Ване и в близлежащих селах, разрушило большую часть крепости. Обвалилась часть городской стены. Обрушились монастыри Ванского уезда, много церквей и все мечети с минаретами. Под развалинами погибло большое количество людей. Появились новые родники, а существовавшие до землетрясения — высохли. Образовались глубокие расщелины. В районе Айондзора (Армянского ущелья) образовалось озеро, которое существует по сей день [36, 122].

Затем произошло несколько землетрясений с магнитудой $M < 5$ в районе Битлиса и Вана, которые завершились 8 марта 1715 г. семибалльным землетрясением ($M = 5$). Это землетрясение произошло ранним утром и вызвало разрушения в Ване и Эрджише, а также в окружающих их селениях. Были человеческие жертвы, особенно в селах [36, 122].

5 марта 1871 г. в районе г. Вана снова произошло семибалльное землетрясение.

Землетрясение 30 мая 1881 г. в районе Тегута и его окрестностей имело силу 7—8 баллов [36, 122]. За день до землетрясения в лесу на горе Немрут был слышен подземный гул. Во время землетрясения были разрушены все 180 домов Тегута. В развалинах были найдены 92 трупа и 55 человек, получивших увечья, из которых 12 находились при смерти. 7 июня 1881 г. такой же силы землетрясение ощущалось в окрестностях Вана и горы Немрут. В Ване и в его окрестностях было разрушено 400 домов и погибло 95 человек. Разрушения были также в деревнях, рас-

положенных вблизи горы Немрут. Возможно, эти два последних землетрясения 1881 г. являются одним и тем же землетрясением, но историки отнесли их к разным сейсмическим событиям.

Следующее землетрясение с магнитудой $M=5$ произошло в Ване 13 сентября 1900 г.

Таким образом, начиная с 1100 г. в течение 8 столетий (рис. 29а) интервал между землетрясениями с магнитудой $M>5$ составляет 160—230 лет, а между группами землетрясений с $M\geq 5$ —135—205 лет.

На рис. 29б представлен график хода сейсмического процесса в течение ста лет с 1880 по 1980 гг. включительно. Крупные сейсмические события, т. е. землетрясения с $M\geq 5,5$, за последнее столетие произошли в периоды с 1903 по 1915 гг., с 1933 по 1945 гг. и с 1968 по 1976 гг. В первом сейсмоактивном периоде наиболее сильное землетрясение с магнитудой $M=6\frac{1}{4}$ произошло 28 апреля 1903 г. в районе городов Малазгирт и Буланк. С меньшей силой ($M=5\frac{1}{2}$) землетрясение повторилось в этом районе 27 января и 31 марта 1907 г.

В первом периоде произошли сильные землетрясения также на южной окраине исследуемого региона в районе Башкале 28 сентября 1908 г. с магнитудой $M=6$ и восьмибалльные землетрясения в районе Бадноца 27 января 1913 г. и Ахлата 14 февраля 1915 г.

Во втором сейсмоактивном периоде сильные землетрясения с $M=5\frac{1}{2}$ имели место 6 ноября 1933 г. и 18 октября 1940 г. в районах городов, соответственно, Эрчека и Каракалы, к северо-востоку от г. Вана. В этот же период, а именно 10 сентября 1941 г. произошло землетрясение с магнитудой $M=5\frac{3}{4}$ на северной окраине исследуемого региона. Завершило этот сейсмоактивный период восьмибалльное III Ванское землетрясение 20 ноября 1945 г. Это землетрясение имело семь форшоков с $M=4\frac{3}{4}$ — $5\frac{1}{4}$ (рис. 30). При этом первый форшок был отмечен за 4 месяца и

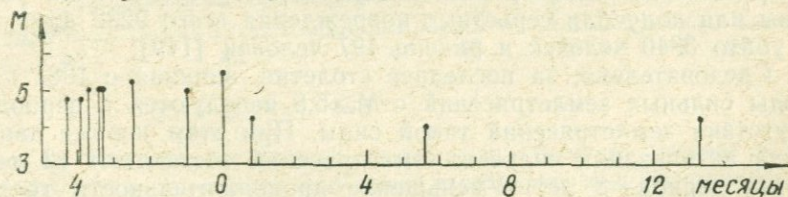


Рис. 30. Распределение форшоков и афтершоков с $M\geq 4$ при Ванском землетрясении 20/XI 1945 г.

9 дней до главного толчка. После главного толчка в течение почти 13,3 месяца были отмечены всего три афтершока с магнитудой 4 и $4\frac{1}{4}$.

Третий период сильных землетрясений в исследуемом регионе начался 29 апреля 1968 г. семибалльным Бедавлинским землетрясением. Оно произошло в 20 часов местного времени без предварительных толчков в районе Маку и ощущалось на территории площадью 8000 км². При землетрясении были повреждены дома в 90 селах, а 10 селений были полностью разрушены. 37 человек были убиты, 26 получили ушибы, а несколько сотен коров и овец оказались захороненными под развалинами конюшен [139].

На основании результатов изучения разрывов на земной поверхности и повреждений зданий в эпицентральной области Берберином сделано заключение, что очаг этого землетрясения приурочен к Бедавлинскому глубинному разлому, который является значительным разломом в районе Маку. Он расположен в 20 км западнее и северо-западнее от Маку, вблизи деревни Бедавли. Разлом прослеживается в направлении с СЗ на ЮВ и его основная часть имеет длину 35 км. Полная длина разлома с его ветвями около 80 км и, возможно, является северо-западным продолжением Северного Тавризского разлома [139].

Третий сейсмоактивный период завершился Чалдыранским землетрясением 24 ноября 1976 г. с магнитудой порядка 7,0, которое явилось самым крупным сейсмическим событием в Ванском регионе за все историческое время. На основании изучения повреждений зданий и деформаций грунта установлена эпицентральная область землетрясения в Чалдыране и ближайших к нему окрестностях, где землетрясение проявилось интенсивностью 9 баллов [149]. Интенсивность землетрясения в Мурадие была 7 баллов, а в Эрджише и Диадие—5 баллов. Во время землетрясения образовался разрыв, который ранее не был отмечен на геологических и тектонических картах Турции. Этот Чалдыранский разрыв простирается в СЗ—ЮВ направлении (азимут 110°) на протяжении 53 км и лежит примерно в 30 км севернее известного Северо-Анатолийского разлома. При землетрясении были разрушены или получили серьезные повреждения всего 9232 дома. Было убито 3840 человек и ранено 497 человек [149].

Следовательно, за последнее столетие, начиная с 1881 г. периоды сильных землетрясений с $M \geq 5,5$ чередуются с периодами отсутствия землетрясений такой силы. При этом первые два периода активизации сильных землетрясений составляют 12 лет, а третий период—8 лет. Уменьшение продолжительности третьего сейсмоактивного периода, по-видимому, связано с тем обстоятельством, что Чалдыранское землетрясение 24 ноября 1976 г. имело магнитуду 7,0 и, следовательно, произошла большая разрядка напряжений в регионе, вследствие чего третий активный период сильных землетрясений продлился не 12 лет, как в двух предыду-

сений с $K \geq 11$. Как следует из этих диаграмм, землетрясения Ванского района в течение 1100—1980 гг. распределялись во времени и пространстве неравномерно. В период с 1100 по 1900 гг., т. е. за 8 столетий, ощутимые землетрясения отмечены значительно реже (почти в 3,5 раза), чем за 80 лет XX столетия. Здесь, бе-

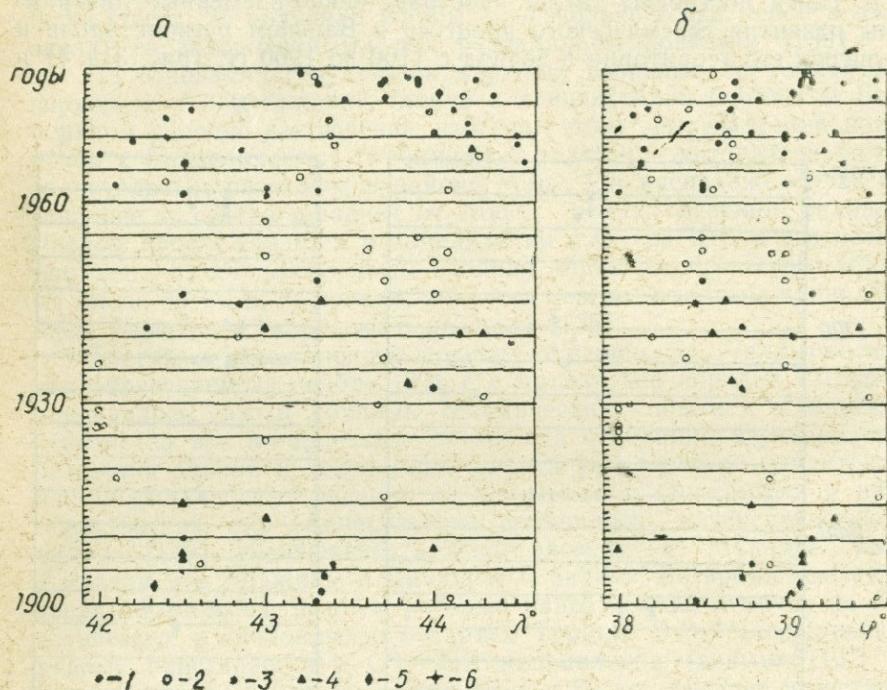


Рис. 32. Распределение сильных землетрясений Ванского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} < M < 5$, 3— $5 < M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} < M < 6\frac{1}{4}$, 5— $6\frac{1}{4} < M < 7$, 6— $M \geq 7$.

условно, сказывается также некоторая потеря информации за прошлые столетия. Так, за периоды с 1112 по 1244 гг., с 1282 по 1438 гг. и с 1442 по 1645 гг. нет сведений о землетрясениях в Ванском районе.

Совместный анализ построенных диаграмм и карт эпицентров землетрясений позволил установить на исследуемой территории некоторую миграцию очагов землетрясений в ходе сейсмического

процесса. Для характеристики миграции очагов землетрясений вдоль и поперек исследуемого региона рассмотрено изменение среднего положения обобщенного за каждые 20 лет эпицентра всех землетрясений со временем. Время наблюдений выбрано в 100 лет—с 1881 по 1980 гг. включительно. Оно разбито на пять периодов с $T_i=20$ лет. Положения среднего эпицентра I_i вдоль региона в западно-восточном направлении от 42° до $44^\circ 30'$ восточной долготы и I'_i поперек региона в направлении с юга на север от 38° до $39^\circ 30'$ северной широты определялось по формулам (II. 1). При определении среднего эпицентра по формуле (II.1), I_i и I'_i —кратчайшие расстояния от эпицентра соответственно до меридиана 42° восточной долготы и до параллели 38° северной широты. При этом использовались землетрясения с $K \geq 11$. Однако, учитывая, что для двух первых периодов с 1881 по 1900 гг. и с 1901 по 1920 гг. могут быть потери информации о землетрясениях с $K=11$, то для этих двух периодов определение средних положений эпицентров землетрясений было проведено также по землетрясениям с $K \geq 12$.

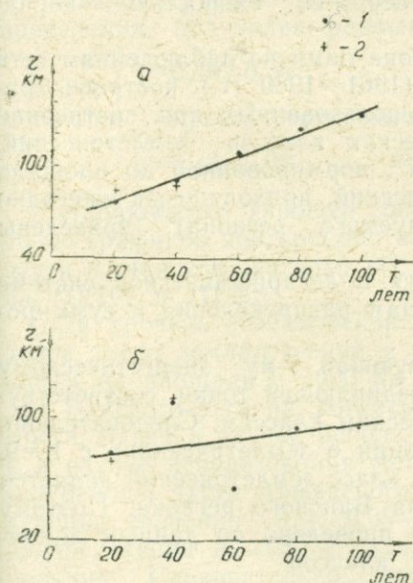


Рис. 33. Миграция очагов землетрясений Ванского региона: а—вдоль региона, с запада на восток, б—поперек региона, с юга на север. 1— $K \geq 11$, 2— $K \geq 12$.

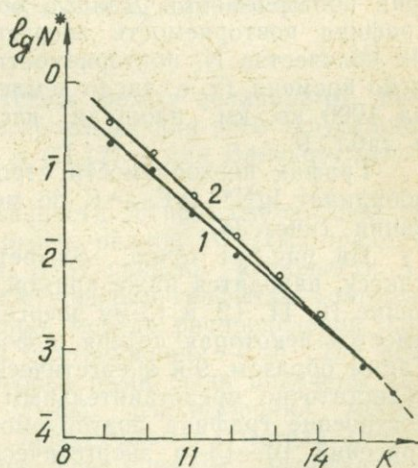


Рис. 34. Графики повторяемости землетрясений для Ванского региона, построенные: 1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

Если представить полученные результаты в системе координат I, T , то точки, соответствующие средним положениям эпицентров землетрясений в различные периоды вдоль региона (рис. 33а), укладываются на прямую, уравнение которой имеет вид:

$$I = 63,1 + 0,724 T. \quad (II.15)$$

При этом коэффициент корреляции

$$r_{I,T} = 0,95. \quad (II.16)$$

Таким образом, отмечена миграция очагов землетрясений в Ванском регионе вдоль региона в направлении с запада на восток, которая происходит со средней скоростью 0,724 км/год или же 724 м/год. Как следует из рис. 33б, миграция очагов землетрясений Ванского региона поперек региона в направлении с юга на север происходит не столь явно, а именно точки, соответствующие средним положениям эпицентров землетрясений за 2 и 3 периоды, не укладываются на прямую, проведенную через точки, соответствующие 1,4 и 5 периодам. При этом миграция очагов происходит значительно медленнее, со скоростью порядка 0,2 км/год.

Для территории Ванского региона нами по наблюдениям сети сейсмических станций за 20 лет (1961—1980 гг.) построен график повторяемости. Данные об использованных при построении графика повторяемости энергетических классов землетрясений, их количестве N , повторяемости N^* , нормированной по площади и по времени (т. е. число землетрясений, приходящееся ежегодно на 1000 кв. км площади исследуемого региона), приведены в табл. 9.

График повторяемости строился в логарифмической системе координат $\lg N^*, \lg E_{\text{дж}} = K$ по методам распределения и суммирования (рис. 34).

На рис. 34 точка, соответствующая 9-му энергетическому классу, находится ниже прямой, соединяющей точки, соответствующие 10, 11, 12, и 13-му энергетическим классам. Следовательно, имеется некоторая потеря информации о землетрясениях с $K=9$. Таким образом, 9-й энергетический класс землетрясений является недостаточно представительным для Ванского региона. Поэтому построение графика повторяемости проведено по данным землетрясений 10—13-го энергетических классов.

Уравнение прямой графика повторяемости, полученное при использовании метода распределения, имеет вид:

$$\lg N^* = 2,93 - 0,40 K \pm 0,09, \quad (II.17)$$

а при использовании метода суммирования

Характеристики сейсмической активности Ванского региона

К	9	10	11	12	13
N	152	74	26	9	5
N*	0,2054	0,1000	0,03514	0,01216	0,00676
lgN*	$\overline{1,3126}$	$\overline{1,0000}$	$\overline{2,5458}$	$\overline{2,0849}$	$\overline{3,8299}$
ΣN	266	114	40	14	5
ΣN^*	0,3595	0,1541	0,0541	0,01892	0,00676
lg ΣN^*	$\overline{1,5557}$	$\overline{1,1878}$	$\overline{2,7332}$	$\overline{2,2770}$	$\overline{3,8299}$

$$\lg N^* = 3,71 - 0,45K \pm 0,04 \quad (\text{II.18})$$

Наклон графика повторяемости, построенного методом распределения, получился равным

$$\gamma = 0,40 \pm 0,04, \quad (\text{II.19})$$

а наклон графика, построенного методом суммирования

$$\gamma = 0,45 \pm 0,02. \quad (\text{II.20})$$

Наблюдается хорошее соответствие между величинами наклонов графиков повторяемости, построенных для всей зарубежной части Армянского нагорья (II.11) и (II.12) и для Ванского региона (II.19) и (II.20).

За уровень сейсмической активности A принято среднее годовое число землетрясений с энергией, равной 10^{10} Дж, приходящееся на площадь в 1000 кв. км. Этот уровень активности A_{10} для Ванского региона, согласно построенным графикам повторяемости, равен в случае использования метода распределения 0,09, а в случае использования метода суммирования—0,16. Для всей зарубежной части Армянского нагорья нами были получены следующие значения [67]: 0,05—в случае использования метода распределения и 0,08—в случае использования метода суммирования. Следовательно, уровень сейсмической активности в Ванском регионе почти в два раза выше, чем во всей зарубежной части Армянского нагорья.

С помощью построенного графика повторяемости определены периоды повторений землетрясений $K=9+15$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв. км (T_{1000}), а также по всей площади Ванского региона (T_s) (табл. 10).

Периоды повторения землетрясений

K	$\lg N^*$	N^*	T_{1000} лет	T_s лет
15	$\overline{4,93}$	0,0008511	1175	31,8
14	$\overline{3,33}$	0,002138	468	12,6
13	$\overline{3,73}$	0,00537	186	5,0
12	$\overline{2,13}$	0,01349	74	2,0
11	$\overline{2,53}$	0,03388	29,5	0,80
10	$\overline{2,93}$	0,08511	11,8	0,32
9	$\overline{1,33}$	0,2138	4,7	0,12

На графике повторяемости в правой части наблюдается отклонение книзу. Согласно графику, максимальным возможным землетрясением для исследуемой территории является землетрясение с $K_{\max} = 15,5-16,0$. Действительно, на карте максимальных возможных землетрясений для Армянского нагорья, построенной нами ранее, в части Ванского региона имеются изолинии $K_{\max}$ равные 15 и 16-му энергетическим классам [68].

За двадцать лет, с 1961 по 1980 гг., в исследуемом регионе произошло 268 землетрясений с $K \geq 9$. Распределение числа землетрясений по годам в течение этих двадцати лет показано на рис. 35а. Согласно этому графику, до 1974 г. включительно максимумы числа землетрясений отмечаются в каждый четвертый год, а именно в 1962, 1966, 1970, 1974 гг. В 1975 г. имеется спад числа землетрясений. Затем в 1976 г. наблюдается возрастание землетрясений, а после спада в 1977 г. число землетрясений резко возрастает в 1978 г. (опять-таки на четвертый год после предыдущего максимума), после чего в 1979 и 1980 гг. происходит уменьшение числа землетрясений, но уровень их остается высоким, значительно выше, чем до 1976 г.

Как было показано выше при построении графика повторяемости, 9-й класс землетрясений является недостаточно представительным для этого региона. Исходя из этого нами построен график распределения числа землетрясений с $K \geq 10$ по годам в течение 1961—1980 гг. (рис. 35б). На этом графике максимумы числа землетрясений с $K \geq 10$ приходятся на те же годы, что и на графике для землетрясений с $K \geq 9$. Наибольшее количество зем-

летрясений с $K \geq 10$ также произошло в 1978 г. Однако после 1978 г. происходит интенсивный спад количества землетрясений до уровня, соответствующего среднему за весь двадцатилетний период наблюдений значению числа землетрясений.

Нами подсчитано, что в течение 1961—1980 гг. в Ванском регионе при землетрясениях с $K \geq 9$ всего выделилось $54309,4 \cdot 10^{11}$ Дж. энергии.

Распределение суммарной энергии землетрясений с $K \geq 9$ по годам, начиная с 1961 г. в течение 20 лет, дано на рис. 36. Как

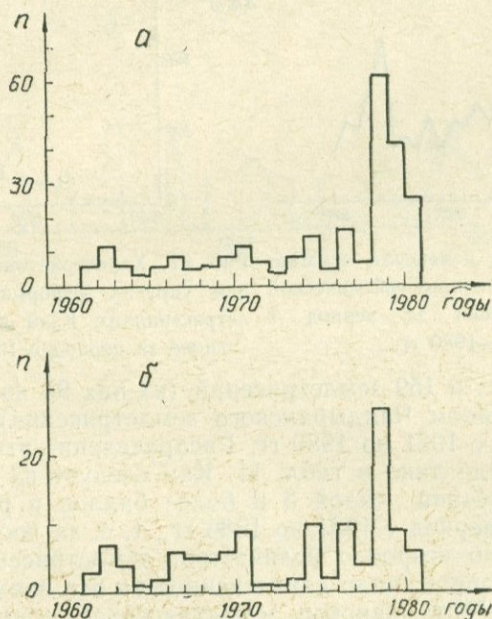


Рис. 35. Распределение числа землетрясений Ванского региона в 1961—1980 гг. во времени: а—с $K \geq 9$, б—с $K \geq 10$.

следует из этого графика, перед Чалдыранским землетрясением 1976 г. наблюдался наибольший спад величины суммарной энергии, а период максимального выделения энергии землетрясений составляет 10 лет. Следовательно, следующего максимума выделения энергии землетрясений в Ванском регионе, по-видимому, следует ожидать в 1986 г.

Характеристика высвобождения упругой деформации при землетрясениях с $K \geq 9$ в Ванском регионе за период с 1961 по

1980 гг. дана на рис. 37. Наклон графика не постоянен. Перед сильными землетрясениями график становится более пологим, т. е. замедляется процесс снятия деформаций.

В Ванском регионе, начиная с 1100 г., всего произошло 204 ощутимых землетрясения силой 5 баллов и более. При этом 25 землетрясений произошло на протяжении 8 столетий с 1100 по 1900 гг., 20 землетрясений—в течение 30 лет XX столетия, т. е. с

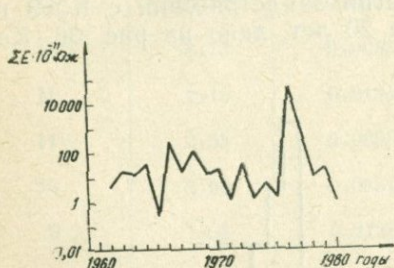


Рис. 36. График изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени за период с 1961—1980 гг.

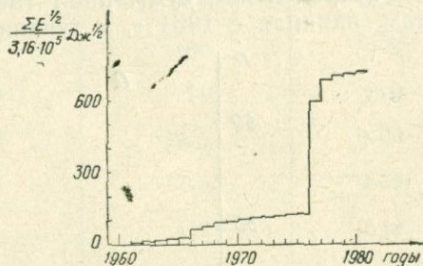


Рис. 37. Характеристика высвобождения упругих деформаций при землетрясениях с $K \geq 9$ в Ванском регионе за период с 1961—1980 гг.

1901 по 1930 гг., и 159 землетрясений (из них 95 являются афтершоками в основном Чалдыранского землетрясения) произошли в течение 50 лет, с 1931 по 1980 гг. Распределение этих землетрясений по магнитуде дано в табл. 11. Как следует из этой таблицы, число землетрясений силой 5 и более баллов в регионе сильно увеличилось в период с 1931 по 1980 гг., т. е. за последние 50 лет. Особенно сильно возросло количество землетрясений с $M < 5$. В этот же период произошло единственное за все время землетрясение с $M = 7$ (Чалдыранское землетрясение), сопровождавшееся многочисленными афтершоками. Распределение землетрясений за 50 лет дано на рис. 38а. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, количество землетрясений возрастает начиная с 1961 г. Однако на этом графике не наблюдается четырехгодовой периодичности максимумов количества землетрясений, какая имела место на аналогичном графике, построенном для исследуемого региона по землетрясениям с $K \geq 9$ и $K \geq 10$ (рис. 35). Максимальное количество землетрясений за рассмотренные пятьдесят лет произошло в 1978 г. (6 землетрясений), затем в 1970 г. (5 землетрясений) и в 1976 г. (4 землетрясения). В остальные годы число происшедших землетрясений в течение года не превосходило трех.

Согласно нашим вычислениям, в Ванском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 1100 по 1980 гг. вы-

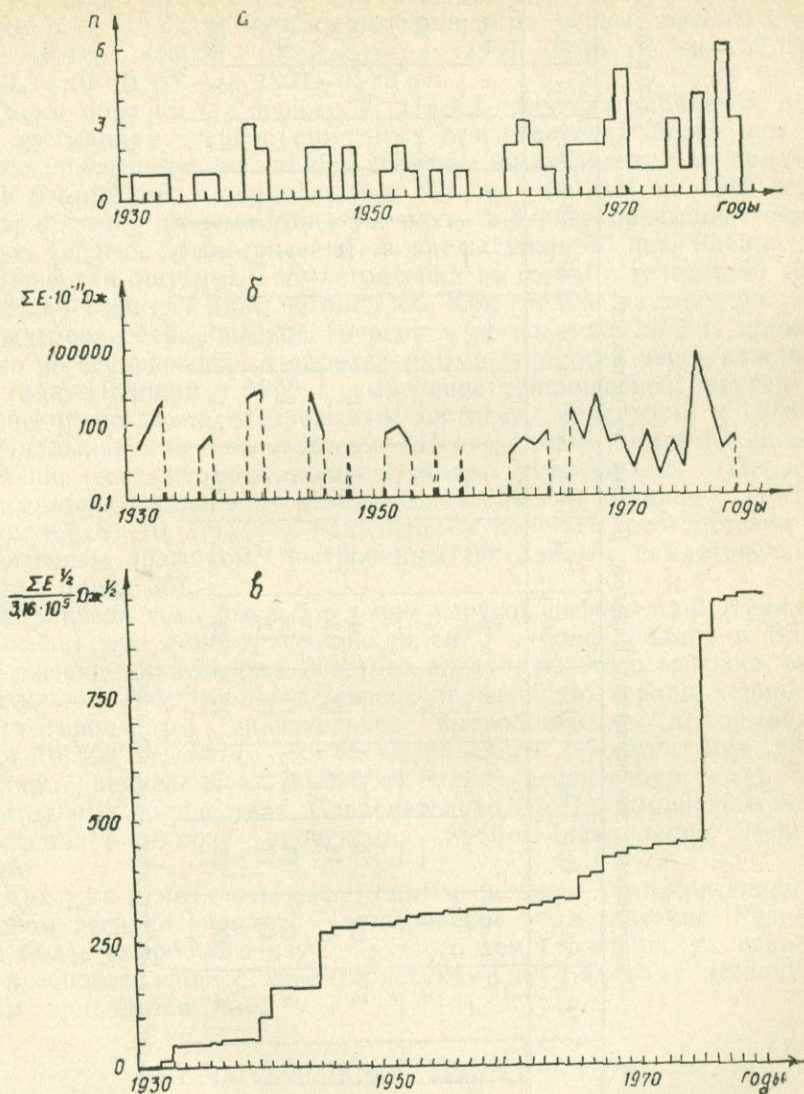


Рис. 38. Характеристики землетрясений Ванского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

Таблица 11

Распределение землетрясений Ванского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			$3\frac{3}{4}$	4	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{4}$	5	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	6	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{4}$	7	Всего
Число землетрясений	за 1100— 1900гг.	о	—	2	7	2	3	5	4	1	—	—	1	—	—	—	25
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1901— 1930гг.	о	—	1	—	9	—	4	—	4	—	1	1	—	—	—	20
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1931— 1980гг.	о	5	20	6	15	8	4	—	4	1	—	—	—	—	1	64
		а	—	43	11	14	11	12	3	1	—	—	—	—	—	—	95
	за 1100— 1980гг.	о	5	23	13	26	11	13	4	9	1	1	2	—	—	1	109
		а	—	43	11	14	11	12	3	1	—	—	—	—	—	—	95
	Всего		5	66	24	40	22	25	7	10	1	1	2	—	—	1	204

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

делилось всего $87341,2 \cdot 10^{11}$ Дж. энергии. При этом 11,9% этой энергии, т. е. $10372,9 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось за первые восемь столетий, 18,4% ($16058 \cdot 10^{11}$ Дж.)—за 1901—1930 гг. и 69,7% ($60910,3 \cdot 10^{11}$ Дж.)—за 1931—1980 гг.

Таким образом, за первые 30 лет XX столетия в Ванском регионе суммарная энергия ощутимых землетрясений более чем в 1,5 раза превышает суммарную энергию землетрясений за предыдущие 8 столетий, а за последние 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) суммарная энергия землетрясений почти в 4 раза превышает суммарную энергию землетрясений за предыдущие 30 лет. Распределение энергии ощутимых землетрясений по годам в течение 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) дано на рис. 38б. Как следует из этого рисунка, выделение сейсмической энергии в регионе до 1966 г. происходило не непрерывно, а определенными порциями через каждые 2—4 года. Начиная с 1966 г. выделение сейсмической энергии в регионе происходило непрерывно, достигнув максимума в 1976 г. при Чалдыранском землетрясении. Перед этим землетрясением выделение сейсмической энергии сильно уменьшилось. Период максимального выделения сейсмической энергии начиная с 1966 г. составляет 8—10 лет, что находится в хорошем соответствии с аналогичным графиком, построенным по данным землетрясений с $K \geq 9$ (рис. 36).

Характеристика высвобождения упругой деформации (график Беньоффа) при землетрясениях силой 5 и более баллов в Ванском регионе дана на рис. 38в. Как следует из этого графика, высвобождение деформации в регионе происходило неравномерно. В 1945 г. произошло, значительное высвобождение деформации ($355,4 \cdot 10^5$ Дж^{1/2}), затем до Чалдыранского землетрясения происходило непрерывное высвобождение деформаций, но в незначительных количествах. Следовательно, до Чалдыранского землетрясения в регионе происходил процесс накопления деформаций.

Как уже отмечалось выше, самым сильным землетрясением в Ванском регионе являлось Чалдыранское землетрясение. Результаты более подробного изучения этого землетрясения, их сравнение и сопоставление с характеристиками по Ванскому региону в целом приводятся ниже.

§ 5.1. ЧАЛДЫРАНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Чалдыранское землетрясение произошло 24 ноября 1976 г. в 12 ч. 22 мин. по Гринвичскому времени и явилось одним из сильнейших землетрясений Армянского нагорья. Эпицентр этого землетрясения расположен в Восточной Турции, в провинции Ван,

примерно в 130 км от столицы Армянской ССР г. Еревана. Координаты эпицентра, определенные в Международном сейсмологическом центре в Эдинбурге по данным 450 сейсмических станций мира, следующие: $\varphi = 39,3'$ северной широты, $\lambda = 44,2'$ восточной долготы [142].

Эпицентральная область землетрясения по макросейсмическим данным охватывает г. Чалдыран и ближайшие к нему окрестности, где землетрясение проявилось с интенсивностью 9 баллов [149]. Если принять эпицентр, определенный по макросейсмическим данным в Чалдыране, то расстояние между инструментальными и макросейсмическими эпицентрами составит 15 км.

Глубина залегания очага землетрясения порядка 15 км. Магнитуда землетрясения, определенная по поверхностной волне, равна 7,0. Сейсмический момент M_0 Чалдыранского землетрясения определен нами по корреляционной зависимости M_0 от магнитуды землетрясения M , выведенной Ю. В. Разниченко по совокупности мировых данных [113]:

$$\begin{aligned} \lg M_0 &= 15,4 + 1,6M = 26,6 \\ M_0 &= 3,98 \cdot 10^{26} \text{ дин. см.} \end{aligned} \quad (11.21)$$

Сейсмический момент Чалдыранского землетрясения также был определен турецкими специалистами [149] путем использования результатов полевых наблюдений по формуле:

$$M_0 = (u) \mu A, \quad (11.22)$$

где

(u) горизонтальное смещение и в среднем равно 200 см;

μ — величина жесткости среды и равна $3 \cdot 10^{11}$ дин/см²,

A — площадь разрыва, представляет собой произведение длины разрыва (53 км) на ширину разрыва (10 км). Подставив эти значения в формулу (11.22), они получили:

$$M_0 = 3,18 \cdot 10^{26} \text{ дин. см.}$$

Таким образом получается хорошее соответствие величин сейсмических моментов, определенных экспериментальным путем и по корреляционной зависимости.

Землетрясение на территории Турции охватило районы Мурадие и Чалдырана провинции Ван, а также южные районы Диандина и Таслика провинции Агры. В указанных районах Турции были разрушены или получили серьезные повреждения всего 9232 дома. Погибло 3840 и ранено 497 человек [149]. Таким образом, Чалдыранское землетрясение можно считать самым крупным сейсмическим событием в Ванском регионе за все историческое время. Оно ощущалось с силой 5—6 баллов в пограничных районах Советского Союза, а также в городах Ереван, Ленинакан,

Горис и Нахичевань. При этом землетрясении человеческих жертв и разрушений на территории Советского Союза не имелось.

Во время землетрясения в районе г. Чалдырана образовался разрыв, который ранее не был отмечен на геологических и тектонических картах Турции. Чалдыранский разрыв на земной поверхности простирается на протяжении 53 км в СЗ—ЮВ направлении. Азимут простираения разрыва 110° (рис. 39). Падение Чалдыранского разрыва направлено к Ю под углом 85° к горизонтальной плоскости [149].

Эпицентр Чалдыранского землетрясения находится вблизи юго-восточного конца этого разрыва (цифра 1 на рис. 39). После основного толчка в течение первых двенадцати часов афтершоки распространились по обе стороны от эпицентра землетрясения вдоль Чалдыранского разрыва на расстояние в 30 км полосой примерно 25 км ширины. Эта область афтершоков длиной 60 км и шириной 25 км, по-видимому, и является проекцией очаговой области Чалдыранского землетрясения на земную поверхность.

Оценка размеров очага Чалдыранского землетрясения выполнена также по методу Н. В. Шебалина [130]. При этом горизонтальная протяженность очага получилась равной.

$$\begin{aligned} \lg l &= 0,5M - 1,8 = 1,7 \\ l &= 50 \text{ км}, \end{aligned} \quad (\text{II.23})$$

а вертикальная протяженность очага

$$\begin{aligned} \lg l_z &= 0,3M - 0,8 = 1,3 \\ l_z &= 20 \text{ км}. \end{aligned} \quad (\text{II.24})$$

По аналогичным формулам Ю. В. Ризниченко [113], средняя длина очага равна:

$$\begin{aligned} \lg L_{\text{км}} &= -1,289 + 0,440M = 1,791 \\ L &= 62 \text{ км}, \end{aligned} \quad (\text{II.25})$$

а средняя ширина очага

$$\begin{aligned} \lg W_{\text{км}} &= -1,448 + 0,401M = 1,359 \\ W &= 23 \text{ км}. \end{aligned} \quad (\text{II.26})$$

В интервале 12 час.—6 суток после главного толчка афтершоки начинают мигрировать из очаговой зоны вдоль направления Чалдыранского разрыва. Из 73 афтершоков силой $J \geq 5$ баллов произошедших в течение одного года после Чалдыранского землетрясения (рис. 40в), одна треть имела место в первые двенад-

цать часов (рис. 40б), а половина—в течение 6 суток после основного толчка (рис. 40а).

Развитие афтершокового процесса во времени хорошо видно на графике пространственно-временного распределения афтершоков Чалдыранского землетрясения (рис. 41). На этом графике по

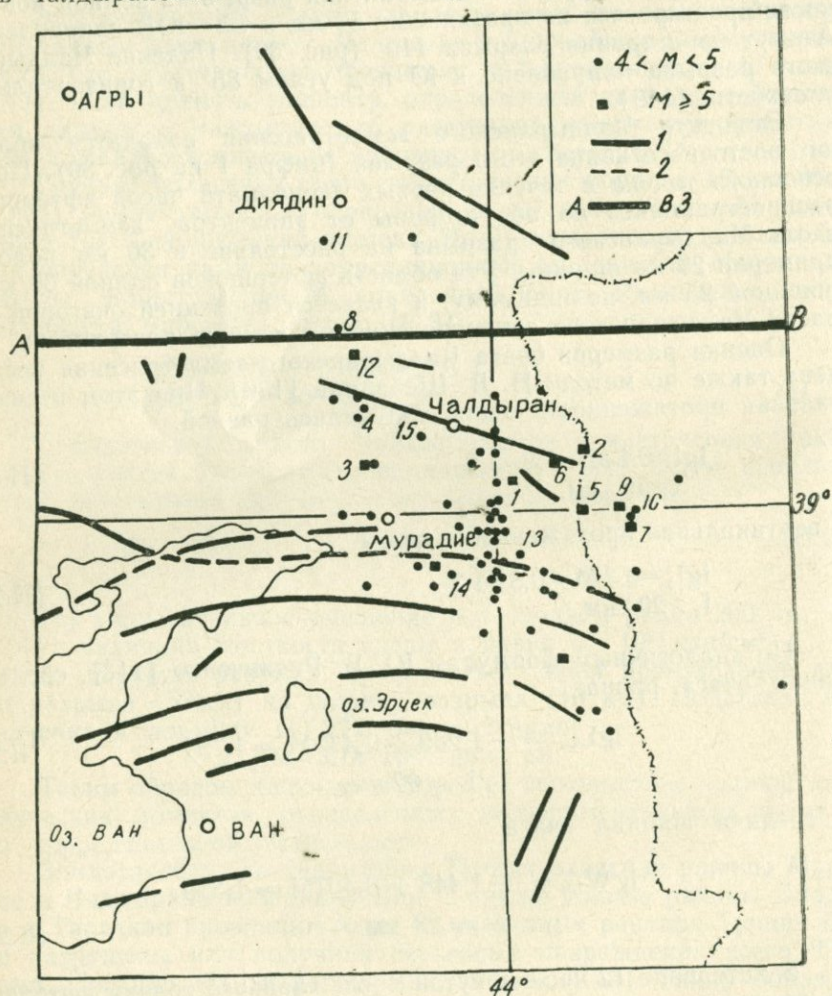


Рис. 39. Карта эпицентров афтершоков Чалдыранского землетрясения 24/XI 1976 г.: 1—разломы, 2—предполагаемые разломы, 3—граница тектонических зон.

оси ординат отмечено время, начиная с третьей декады ноября 1976 г. и по конец ноября 1977 г., а ось абсцисс совмещена с Чалдыранским разрывом. За нулевую отметку на оси абсцисс взят город Чалдыран, а эпицентры Чалдыранского землетрясения и его сильных афтершоков спроектированы на Чалдыранский разрыв СЗ—ЮВ направления. Как видно из этого графика, наибольшая афтершоковая активность по обе стороны от основного толчка

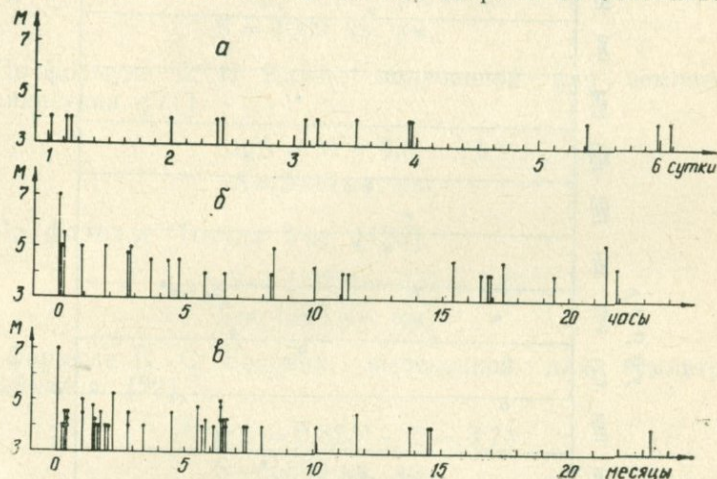


Рис. 40. Распределение афтершоков с $M \geq 4$ при Чалдыранском землетрясении 24/XI 1976 г.: а—в течение от 1—6 суток после основного толчка, б—в течение 24 часов после основного толчка, в—в течение всего времени.

ка наблюдалась в III декаде ноября и затем в первой половине декабря 1976 г. В январе 1977 г. афтершоки мигрировали только в северо-западном направлении от главного толчка. С конца февраля и до III декады апреля наступило затишье (в марте только 1 афтершок). В конце апреля и в мае афтершоковая активность снова усилилась. В июне и в первой половине июля наблюдалась слабая афтершоковая активность к СЗ от основного толчка, затем наступило затишье до II декады сентября, после чего наблюдались одиночные афтершоки во второй декаде сентября и в начале ноября.

Магнитудная ступень между Чалдыранским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет $\Delta M = M - M_1 = 1,5$, что примерно соответствует уравнению Токуда Уцу [125]:

$$M - M_1 = 4,9 - 0,47M = 1,6. \quad (\text{II.27})$$

На рис. 39 дана карта эпицентров сильных афтершоков Чалдыранского землетрясения с магнитудой $M \geq 4$. Как следует из этого рисунка, эпицентры сильных афтершоков расположены полосой вдоль Чалдыранского разрыва по обе стороны его и занимают площадь порядка 6000 кв. км. При этом к северо-востоку

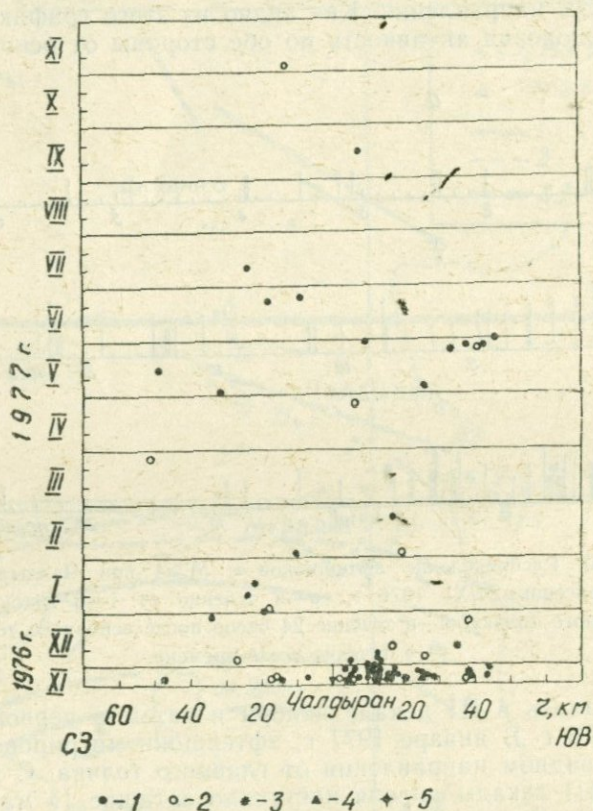


Рис. 41. Распределение афтершоков Чалдыранского землетрясения 24/XI 1976 г. во времени и в проекции на Чалдыранский разрыв:

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 5— $M > 6\frac{1}{4}$.

от разрыва количество (14 афтершоков) и плотность эпицентров значительно меньше, чем к юго-западу от разрыва (59 афтершоков). В дальнейшем при исследовании механизма очага Чалдыранского землетрясения мы увидим, что эта, большая часть аф-

тершоков приурочена к поднимающемуся крылу разрыва в очаге землетрясения.

Согласно формуле Уцу и Секи, выведенной для японских землетрясений [165], повторные толчки землетрясения с магнитудой $M=7$ должны занимать площадь

$$\begin{aligned} \lg S &= M + 6,0 = 13 \\ S &= 1000 \text{ кв. км.} \end{aligned} \quad (\text{II.28})$$

По формуле А. П. Кагак, полученной для землетрясений Таджикистана [71],

$$\begin{aligned} \lg S &= M + 6,3 = 13,3 \\ S &= 2000 \text{ кв. км.} \end{aligned} \quad (\text{II.29})$$

По формуле Токуда Уцу [125]

$$\begin{aligned} \lg S &= 1,02M - 4,0 = 3,14 \\ S &= 1380 \text{ кв. км,} \end{aligned} \quad (\text{II.30})$$

и по формуле Н. С. Боровик, выведенной для землетрясений Прибайкалья [22],

$$\begin{aligned} \lg S &= 0,82M - 2 = 3,74 \\ S &= 5500 \text{ кв. км.} \end{aligned} \quad (\text{II.31})$$

Как видно из сравнения полученных данных, величина площади сильных афтершоков с магнитудой $M \geq 4$, определенная непосредственно по карте эпицентров, лучше всего согласуется с величиной, вычисленной по формуле Н. С. Боровик.

Чалдыранское землетрясение сопровождалось многочисленными более слабыми ($M < 4$) афтершоками. Эти афтершоки расположены на территории, ограниченной параллелями $38,6^\circ$ и $39,5^\circ$ северной широты и меридианами $43,3^\circ$ и $44,5^\circ$ восточной долготы. Площадь этой территории составляет 10 тыс. кв. км. На сейсмограммах сейсмической станции «Ереван» в течение одного года после землетрясения были отмечены 562 афтершока с $K \geq 9$. Распределение этих афтершоков во времени показано на рис. 42а, где на графике подекадно дано число афтершоков в течение одного года после основного толчка. Как следует из этого рисунка, частота афтершоков сильно уменьшается во времени. Спад числа N афтершоков во времени хорошо описывается гиперболическим законом Омори:

$$N = N_0 t^{-p}. \quad (\text{II.32})$$

Для определения параметров N_0 и p построен график ежесуточного распределения числа афтершоков с $K \geq 9$ в течение пер-

вых десяти суток после землетрясения (рис. 42б). Величины N_0 и p вычислены методом наименьших квадратов и имеют значения, соответственно, $101,5 \text{ (сут)}^{-1}$ и $1,15$. Следовательно, формула зависимости числа афтершоков Чалдыранского землетрясения от времени будет иметь вид:

$$N = 101,5 \cdot t^{-1,15} \quad (\text{II.33})$$

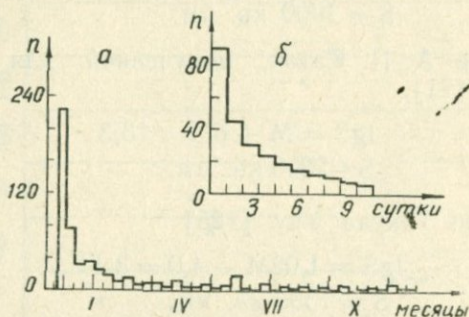


Рис. 42. Распределение числа афтершоков Чалдыранского землетрясения 24/XI-1976 г. во времени: а—подекадное распределение числа афтершоков, б—ежесуточное распределение числа афтершоков.

Распределение числа N афтершоков по энергетическим классам, а также их значения N^* , нормированные по площади и по времени (число землетрясений, приходящееся ежегодно на 1000 кв. км), даны в табл. 12.

Последующие толчки Чалдыранского землетрясения

Таблица 12

К	Число землетрясений, N	Нормированное число землетрясений, N^*	$\lg N^*$	ΣN	ΣN^*	$\lg \Sigma N^*$
9	371	37,1	1,5694	562	56,2	1,7490
10	118	11,8	1,0719	191	19,1	1,2810
11	47	4,7	0,6721	73	7,3	0,8633
12	16	1,6	0,2041	26	2,6	0,4150
13	7	0,7	1,8451	10	1,0	0,0000
14	3	0,3	1,4771	3	0,3	1,4771

По данным табл. 12 нами получены графики повторяемости последующих толчков Чалдыранского землетрясения. Эти графики построены в логарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E$ Дж двумя способами: распределения и суммирования. Уравнения графиков повторяемости получены методом наименьших квадратов. В случае использования способа распределения уравнение графика повторяемости имеет вид:

$$\lg N^* = 5,27 - 0,42 K \pm 0,06, \quad (\text{II.34})$$

а в случае использования способа суммирования:

$$\lg N^* = 5,77 - 0,45 K \pm 0,05. \quad (\text{II.35})$$

Эти графики повторяемости представлены на рис. 43. Угловой коэффициент γ графика повторяемости последующих толчков Чалдыранского землетрясения в случае способа распределения получился равным:

$$\gamma = 0,42 \pm 0,02. \quad (\text{II.36})$$

а в случае способа суммирования:

$$\gamma = 0,45 \pm 0,01. \quad (\text{II.37})$$

Согласно графику повторяемости, построенному нами для всей территории Ванского района ($\varphi = 38^\circ - 39,5^\circ$, $\lambda = 42^\circ - 44,5^\circ$) для величины γ получены следующие значения: в случае использования способа распределения $\gamma = 0,40 \pm 0,04$, а в случае способа суммирования $\gamma = 0,45 \pm 0,02$.

Таким образом, мы приходим к выводу о равенстве углов наклона графиков повторяемости афтершоков Чалдыранского землетрясения и землетрясений всего Ванского региона в целом. Следовательно, сильное Чалдыранское землетрясение не нарушило стабильности сейсмического режима Ванского региона даже в течение афтершокового периода времени.

Определенная из уравнений графиков повторяемости афтершоков Чалдыранского землетрясения величина сейсмической активности A_{10} равна 18,62 в случае использования метода суммирования и 11,75—при использовании метода распределения. Для всего Ванского региона нами были получены значения A_{10} соответственно равные 0,15 и 0,09. Следовательно, как и следовало ожидать, сейсмическая активность района после Чалдыранского землетрясения в афтершоковый период сильно возросла (более 120 раз).

Суммарная сейсмическая энергия всех афтершоков Чалдыранского землетрясения в течение одного года с $K \geq 9$ равна $310 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 0,06, или 6% сейсмической энергии,

выделившейся при главном толчке. Наибольшее количество суммарной сейсмической энергии— $262 \cdot 10^{12}$ Дж—выделилось в III декаде ноября 1976 г., т. е. в первые шесть дней после главного толчка, затем во вторых декадах декабря ($11 \cdot 10^{12}$ Дж) и января 1977 г. ($10 \cdot 10^{12}$ Дж) и, наконец, в III декаде мая ($14,3 \cdot 10^{12}$ Дж). Сейсмическая энергия вообще не выделялась во II декаде июня и

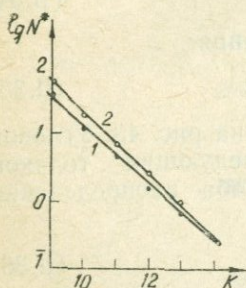


Рис. 43. Графики повторяемости афтершоков Чалдыранского землетрясения 24/XI 1976 г., построенные: 1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

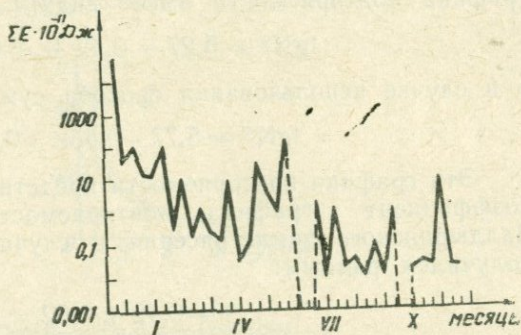


Рис. 44. График изменения суммарной подекадной величины энергии Чалдыранского землетрясения и его афтершоков во времени.

в III декаде сентября. По-видимому, в эти периоды произошли афтершоки с $K < 9$, которые нами не учитывались.

На рис. 44 дано изменение суммарной подекадной энергии Чалдыранского землетрясения и его афтершоков в течение одного года. Как видно из графика, уменьшение суммарной сейсмической энергии во времени происходит не монотонно: декады наибольшего выделения сейсмической энергии чередуются с декадами низкого уровня энергии. Кривая, проведенная по средним значениям этих величин, имеет период примерно 5,5 месяца.

Характеристика высвобождения упругой деформации в эпицентральной зоне Чалдыранского землетрясения дана на рис. 45. Наклон графика не постоянен. Следовательно, процесс снятия деформаций не стабилен. Высвобождение упругой деформации происходило наиболее интенсивно сразу после главного толчка в течение 6,5 суток со скоростью $9,2 \cdot 10^5$ Дж $^{1/2}$ в сутки. В I и II декадах декабря высвобождение упругой деформации происходило со средней скоростью $5,9 \cdot 10^5$ Дж $^{1/2}$ в сутки. В III декаде декабря

и в I и II декадах января высвобождение упругой деформации происходило с несколько меньшей скоростью, а именно— $4,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ в сутки. Начиная с III декады января и до конца ноября (за исключением III декады мая) высвобождение упругой деформации происходило медленно со средней скоростью $0,8 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ в сутки. В III декаде мая снова произошло интенсивное высвобождение упругой деформации уже со скоростью $7,0 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ в сутки.

§ 6. ЛЕНИНАКАНСКИЙ РЕГИОН

В Ленинанканский регион включены землетрясения, которые произошли на территории, расположенной между $40,5^\circ$ и $41,5^\circ$ северной широты и $43,5^\circ$ и $45,3^\circ$ восточной долготы.

На территории региона находятся Гукасянский, Джавахетский, Гугарацкий, Базумский, Памбакский, Цахкуняцкий и др. хребты. Между Джавахетским и Гукасянским хребтами расположено Джавахетское нагорье, а между хребтами Джавахетским, Гугарацким и Базумским—Лорийская равнина. На юге Ленинанканского региона на границе с Ереванским регионом находится потухший вулкан Арагац высотой более 4000 м. На юго-западе региона между Карским плоскогорьем и г. Арагац расположена Ширакская равнина, а между г. Арагац, Цахкуняцким и Памбакским хребтами—Апаранская равнина.

На территории исследуемого региона проходят несколько крупных разломов различных направлений.

Ленинанканский регион является сейсмоактивным. Землетрясения в этом регионе отмечены начиная с первой половины XI века, с 1043 г., когда в районе нынешнего гор. Ленинанкана произошло шестибалльное землетрясение.

Нами построены карты эпицентров землетрясений Ленинанканского региона за периоды 1043—1900 гг. (рис. 46а), 1901—1950 гг. (рис. 46б) и 1951—1980 гг. (рис. 46в). Как следует из рис. 46а, эпицентры всех землетрясений, имевших место до XX века, расположены в западной, юго-западной и южной частях территории района. Действительно, если провести диагональ, соединяющую

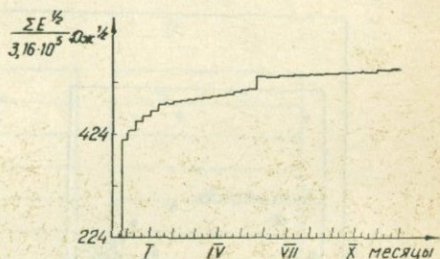


Рис. 45. Характеристика высвобождения упругих деформаций в последовательности афтершоков Чалдыранского землетрясения.

углы четырехугольника территории региона с координатами $\varphi=41,5^\circ, \lambda=43,5^\circ$ и $\varphi=40,5^\circ, \lambda=45,3^\circ$, то эпицентры всех землетрясений окажутся ниже этой диагонали, т. е. в указанных выше областях. В этот период, а именно более чем за 8,5 столетий, произошло всего 13 землетрясений с магнитудой $M \geq 4$. Распределение этих землетрясений по магнитудам дано в табл. 13. Как следует из таблицы, максимальная магнитуда землетрясений, проис-

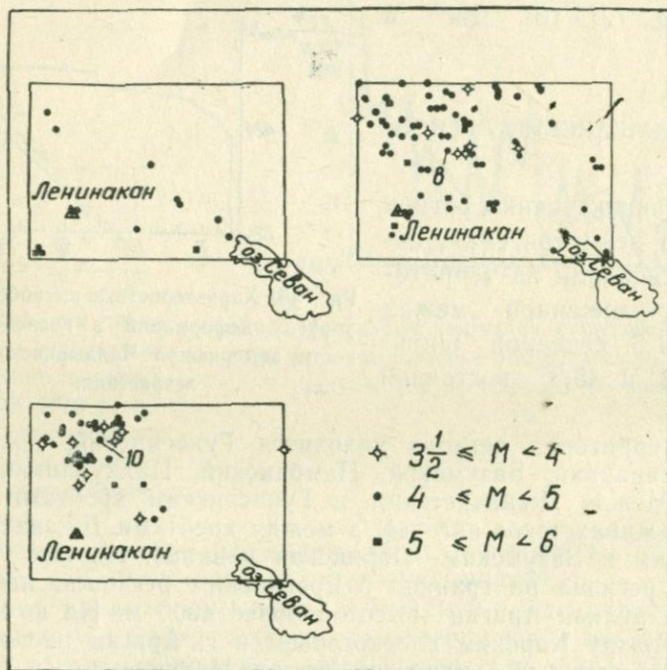


Рис. 46. Карты эпицентров сильных землетрясений Ленинанского региона за периоды: а—1043—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

шедших в регионе в этот период, не превосходит $5\frac{1}{2}$. При этом за время с 1043 по 1900 гг. было всего четыре землетрясения с $M \geq 5$.

В период 1901—1950 гг. наиболее сейсмоактивной была северо-западная часть территории региона—Ахалкалакское нагорье. Однако, как следует из рис. 46б, в остальных областях региона также происходили землетрясения. Всего в этот период имело место 84 землетрясения силой 5 баллов и более. При этом 7 землетрясений имели магнитуду $M \geq 5$. В этот период произошло

также самое сильное в регионе за все время Ленинаканское землетрясение 1926 г. с магнитудой $M=5\frac{3}{4}$.

В третий период с 1951 по 1980 гг. наблюдалось 48 землетрясений силой 5 и более баллов. Эпицентры этих землетрясений были расположены в основном на Ахалкалакском нагорье (рис. 46в). В этот период только четыре землетрясения имели магнитуду $M=5\div 5\frac{1}{4}$.

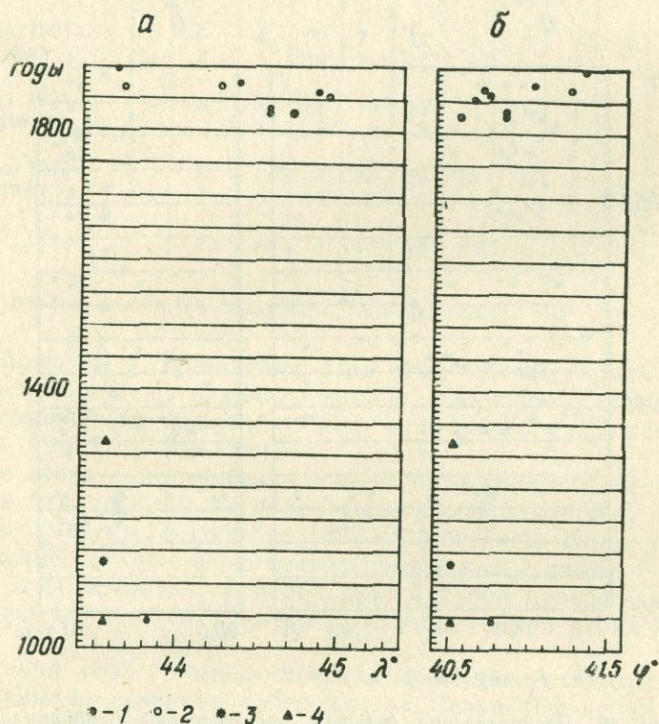


Рис. 47. Распределение сильных землетрясений Ленинаканского региона в период с 1043—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$.

Для рассматриваемого региона построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса вдоль и поперек его территории (в широтном и меридиональном направлениях) за периоды с 1043—1900 гг. (рис. 47а,б) и с 1900—1980 гг. (рис. 48а, б).

Согласно этим диаграммам, первое крупное землетрясение в Ленинанском регионе—восьмибалльное землетрясение в гор. Ани в 1046 г., во время которого было много человеческих жертв и были разрушены большое количество домов и церкви города [98, 122].

Следующее крупное землетрясение региона, опять-таки в гор. Ани в 1132 г., имело силу 7—8 баллов. Во время этого землетря-

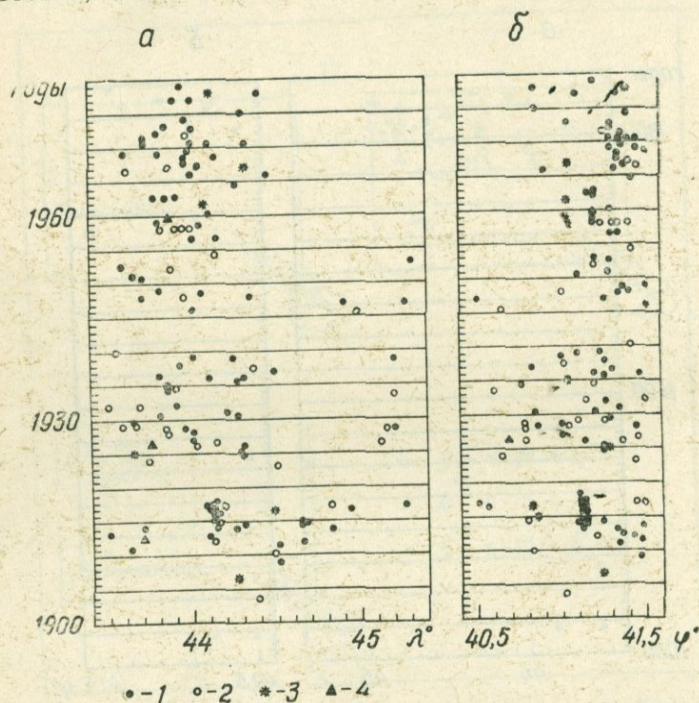


Рис. 48. Распределение сильных землетрясений Ленинанского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4^{1/2}$, 2— $4^{1/2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5^{1/2}$, 4— $5^{1/2} \leq M < 6^{1/4}$.

сения обрушилась большая, прекрасная церковь Аменапркич [98, 84, 122].

Затем в 1319 г. здесь же произошло восьмибалльное землетрясение, которое вызвало сильные разрушения на обширной тер-

Распределение землетрясений Ленинаканского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений		3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}	Всего
Число землетрясений	за 1043—1900 гг.	о — а —	— —	3 —	3 —	1 —	2 —	1 —	1 —	2 —	— —	13 —
	за 1901—1930 гг.	о — а 3	4 8	22 10	7 1	12 1	4 1	3 —	1 2	1 —	1 —	55 26
	за 1931—1980 гг.	о 5 а —	8 5	32 7	10 2	13 2	4 1	3 1	1 —	1 —	— —	77 18
	за 1043—1980 гг.	о 5 а 3	12 13	57 17	20 3	26 3	10 2	7 1	3 2	4 —	1 —	145 44
	Всего		8 25	74 23	29 12	12 8	5 4	4 1	189			

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

ритории Армении и Закавказья. При этом многие города и селения были превращены в кучи развалин, разрушены монастыри и другие исторические памятники. Особенно много разрушений было в гор. Ани [98, 36, 122].

После этого землетрясения свыше пяти столетий (вплоть до 1827 г.) в исследуемом регионе землетрясения силой 5 и более баллов не отмечены. В октябре 1827 г. произошло Цахкадзорское землетрясение, которое в эпицентре проявилось с силой 7—8 баллов. При этом землетрясении обрушился купол церкви Кечариса, разрушилась церковь св. Саргиса в обители Ушара и ряд церквей в Гёкчае [53, 122, 106].

18 января 1853 г. имело место семибалльное Чибухлинское землетрясение на северном побережье оз. Севан. В селении Чибухлы были разрушены несколько домов, сильно повреждены 12 домов и обвалилась стена церкви [36, 122].

18 февраля 1868 г. отмечено 6—7-балльное землетрясение на Ахалкалакском нагорье в районе села Спасское, а 26 декабря 1869 г. произошло 7—8-балльное землетрясение в районе селений Джамушли и Джангитан. В Джамушли при последнем землетрясении разрушилось 6 домов, а в Джангитане—7 домов. В горе близ деревни Джангитан образовались трещины длиной в 200 м и шириной 18 см [151, 158, 36].

Это было последнее крупное землетрясение до 1900 г. Однако в этот период в исследуемом регионе произошли еще два землетрясения, сила которых не превышала 6 баллов.

В XX столетии сейсмическая активность Ленинанканского региона, как следует из диаграммы (рис. 48), сильно возросла. При этом в первые двадцать лет эпицентры землетрясений были распределены примерно равномерно по всей территории региона. В последующие тридцать лет наибольшее сгущение эпицентров на диаграмме развития сейсмического процесса вдоль региона (рис. 48а) наблюдается в западной части региона, а на диаграмме развития сейсмического процесса поперек региона (рис. 48б) — в северной части региона. Однако в этот период в восточной и южной частях региона также имеются эпицентры землетрясений. Начиная с 1950 г. землетрясения происходили только в северо-западной части исследуемого региона.

Магнитуда землетрясений, происшедших в Ленинанканском регионе в XX столетии, не превышает $5\frac{3}{4}$. В этот период в регионе было 11 крупных землетрясений с магнитудой $5\div 5\frac{3}{4}$.

Первое крупное землетрясение с магнитудой $M=5$ произошло в Шахназаре 20 октября 1906 г. Благодаря относительно большой глубине залегания очага (25 км) это землетрясение в эпицентре имело силу 6 баллов [36, 95].

Второе крупное землетрясение в XX столетии произошло в Цхра-Цкаро и имело магнитуду порядка $5\frac{1}{2}$. В эпицентре оно проявилось с силой лишь 6—7 баллов, так как глубина залегания очага этого землетрясения составляла примерно 30 км.

Следующее землетрясение с $M=5\frac{1}{4}$ апреля 1915 г. в районе Налбанда проявилось с силой всего лишь 5—6 баллов, так как очаг землетрясения находился на глубине порядка 35 км.

14 ноября 1916 г. в районе гор. Кировакана произошло шести-семибалльное землетрясение с магнитудой $M=5\frac{1}{4}$. Глубина залегания очага этого землетрясения составляет 25 км.

Шести-семибалльное землетрясение произошло также 13 мая 1925 г. в районе Сатха, где было полностью разрушено 3 дома и повреждено 50 домов [36, 126]. В дальнейшем в Сатхе снова были отмечены сильные землетрясения: силой 6 баллов—5 сентября 1929 г. и силой 5—6 баллов—4 августа 1930 г.

Самым крупным за все время землетрясением в исследуемом регионе явилось Ленинанканское землетрясение 22 октября 1926 г. Оно началось в 16 ч. 4 мин. относительно слабым форшоком силой 4—5 баллов ($M\approx 3$). Затем через 40 мин. последовал второй толчок силой 7—8 баллов ($M=5\frac{1}{4}$). Наконец, основное землетрясение произошло в 19 ч. 59 мин. с максимальной интенсивностью 8—9 баллов ($M=5\frac{3}{4}$).

Землетрясение охватило область, прилегающую к среднему течению реки Арпачай с площадью примерно 45 тыс. кв. км. Наибольшая интенсивность сотрясения 8—9 баллов наблюдалась от гор. Ленинанкана до села Казарабат. Перед землетрясением был

слышен сильный гул, который заставил людей выйти из помещений и отойти от зданий. Уже при втором толчке (до главного толчка) в ряде мест появились значительные повреждения. Этот толчок, который произошел примерно за 3 часа до главного, также насторожил жителей, большинство из которых не заходили в помещения. От землетрясения пострадало несколько десятков сел, в которых разрушились полностью или частично более 6 тысяч домов. В Ленинанкане дома получили очень существенные повреждения или разрушились [1, 78, 33, 122, 129].

Ленинанканское землетрясение в течение свыше одного года сопровождалось многочисленными афтершоками незначительной силы. Только 7 афтершоков имели силу 5 баллов и более и произошли в течение двух месяцев и 9 дней после главного толчка. На рис. 49а, б даны соответственно графики хода форшокового и афтершокового процесса во времени при Ленинанканском землетрясении. На рис. 49а и в Каталоге сильных землетрясений Армянского нагорья первый форшок этого землетрясения не указан, так как имел магнитуду $M \approx 3$. Как следует из рис. 49б, магнитуда самого сильного афтершока $M_1 = 4^{3/4}$. Следовательно, магнитудная ступень между Ленинанканским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет $\Delta M = M - M_1 = 1,0$.

Следующим крупным землетрясением региона с магнитудой 5 было Ахурянское землетрясение 25 января 1935 г. Глубина залегания очага этого землетрясения была поряд-

ка 30 км, вследствие чего землетрясение в эпицентральной зоне ощущалось с силой всего лишь 5—6 баллов [34, 129].

Затем в течение почти 25 лет в Ленинанканском регионе не были отмечены землетрясения с $M \geq 5$.

8 декабря 1959 г. в районе оз. Мадатапа произошло землетрясение с $M = 5^{1/2}$. В селах Ефремовка, Ждановакан и Калинино,

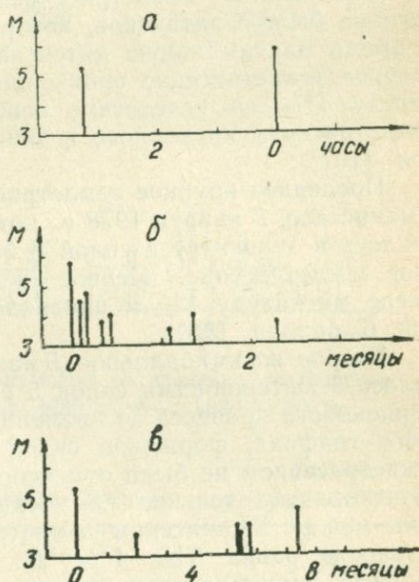


Рис. 49. Распределение сильных форшоков и афтершоков при землетрясениях: а, б—Ленинанканском 22/X 1926 г., в—Дманисском 2/І 1978 г.

расположенных в эпицентральной зоне этого землетрясения, были разрушены или повреждены почти все здания. В эпицентральной зоне землетрясение проявилось с силой 7—8 баллов. Оно вызвало разрушения и повреждения в селениях Богдановского и Гукасянского районов [85, 127].

3 декабря 1961 г. на Джавахетском нагорье произошло землетрясение с магнитудой порядка 5. Эпицентр землетрясения был расположен вблизи Гукасяна, где интенсивность землетрясения достигала 6—7 баллов. В дальнейшем в этом районе снова происходили землетрясения, но меньшей силы. Так, например, 27 июня 1973 г. произошло второе Гукасянское землетрясение силой 5 баллов [15].

Следующим землетрясением с магнитудой 5 в исследуемом регионе было Спитакское, которое произошло 30 января 1967 г. и имело максимальную интенсивность 6—7 баллов. Второе Спитакское землетрясение произошло 21 марта 1975 г. и имело магнитуду $3\frac{3}{4}$, но вследствие поверхностного расположения очага землетрясения проявилось в эпицентральной зоне с силой 6 баллов [16].

Последнее крупное землетрясение в Ленинakanском регионе—Дманисское, 2 января 1978 г., которое имело магнитуду $5\frac{1}{4}$ и проявилось в эпицентре с силой 8 баллов. Это было второе Дманисское землетрясение. Первое же произошло 8 сентября 1971 г., имело магнитуду $4\frac{1}{2}$ и проявилось в эпицентральной зоне с силой 6 баллов [50].

Второе восьмибалльное Дманисское землетрясение сопровождалось 5 афтершоками силой 5 баллов и более. График хода афтершокового процесса во времени дан на рис. 49в. Как следует из этого графика, форшоков силой 5 и более баллов перед этим землетрясением не было отмечено, а пять афтершоков такой силы происходили в течение 7,5 месяцев. При этом магнитудная ступень между Дманисским землетрясением и его сильнейшим афтершоком равна $5\frac{1}{4}-4\frac{1}{2}=3\frac{1}{4}$.

Для Ленинakanского региона нами также построены графики хода сейсмического процесса во времени за периоды с 1043 по 1880 гг. (рис. 50а) и с 1880 по 1980 гг. (рис. 50б). Для первого периода (рис. 50а) не наблюдается периодичности во времени происшедших землетрясений. Начиная с 1926 г. периодом повторения разрушительных землетрясений с $M \geq 5\frac{1}{2}$ можно считать 33 года (рис. 50б). Следовательно, землетрясения с магнитудой $5\frac{1}{2}$ в Ленинakanском регионе следует ожидать в 1992 г. при условии, если указанная выше периодичность разрушительных землетрясений сохранится и в будущем.

В этом регионе за все время с 1043 по 1980 гг. произошло всего 189 землетрясений силой 5 и более баллов. При этом 145 землетрясений были основными толчками, а 44—афтершоками

или форшоками. Распределение этих землетрясений по магнитудам дано в табл. 12. Как следует из этой таблицы, основное количество землетрясений—171 (без афтершоков 130) имели магнитуду <5 . Из этой таблицы также следует, что среднегодовое чис-

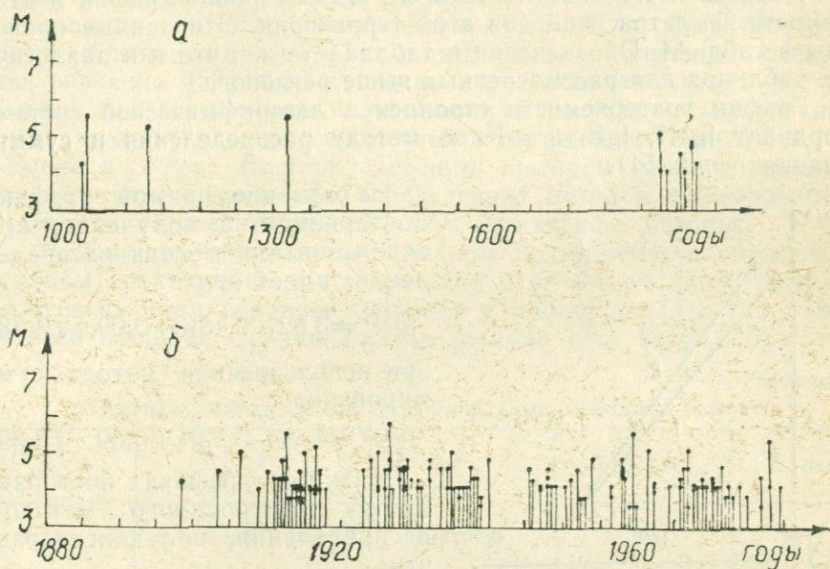


Рис. 50. Графики хода сейсмического процесса во времени для Ленинканского региона за периоды: а—с 1043—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

Таблица 14

Характеристики сейсмической активности Ленинканского региона

К	11	12	13	14
N	45	23	7	2
N*	0,05236	0,02676	0,008144	0,002327
lgN*	$\overline{2,7190}$	$\overline{2,4275}$	$\overline{3,9108}$	$\overline{3,3668}$
ΣN	77	32	9	2
ΣN^*	0,08959	0,03723	0,01047	0,002327
lg ΣN^*	$\overline{2,9522}$	$\overline{2,5708}$	$\overline{2,0200}$	$\overline{3,3668}$

ло основных землетрясений в период с 1901—1930 гг. несколько больше (1,83), чем в период с 1931—1980 гг. (1,54).

Используя данные о землетрясениях II—IV энергетических классов, имевших место на территории Ленинанканского региона в течение 50 лет с 1931 по 1980 гг., мы построили график повторяемости землетрясений для этой территории. Эти данные приведены в табл. 14. Обозначения в табл. 14 те же, что и в аналогичных таблицах для рассмотренных выше регионов.

График повторяемости строился в логарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E_{\text{дж}} = K$ по методу распределения и суммирования (рис. 51).

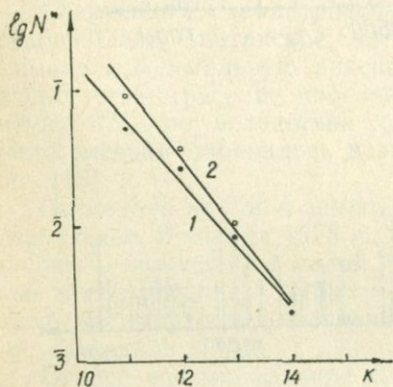


Рис. 51. Графики повторяемости землетрясений для Ленинанканского региона, построенные: 1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

Уравнение прямой графика повторяемости, полученное при использовании метода распределения, имеет вид:

$$\lg N^* = 3,82 - 0,46K \pm 0,09, \quad (\text{II.38})$$

при использовании метода суммирования

$$\lg N^* = 4,86 - 0,53K \pm 0,09. \quad (\text{II.39})$$

Наклон графика повторяемости, построенного методом распределения, получился равным

$$\gamma = 0,46 \pm 0,04, \quad (\text{II.40})$$

а наклон графика, построенного методом суммирования,

$$\gamma = 0,53 \pm 0,04. \quad (\text{II.41})$$

Для всей территории советской части Армянского нагорья, в которую почти целиком входит Ленинанканский регион, нами ранее были построены графики повторяемости [58]. Наклоны этих графиков имеют значения: в случае использования метода распределения.

$$\gamma = 0,51 \pm 0,03, \quad (\text{II.42})$$

и в случае использования метода суммирования

$$\gamma = 0,55 \pm 0,01. \quad (\text{II.43})$$

Таким образом, отличия между величинами наклонов графиков повторяемости, построенных для всей советской части Армян-

ского нагорья и для Ленинанканского региона, находятся в пределах ошибок определения этих величин.

Уровень сейсмической активности A_{10} для Ленинанканского региона, согласно построенным графикам повторяемости, равен в случае использования метода распределения—0,18, а в случае использования метода суммирования—0,35. Для всей советской части Армянского нагорья нами были получены следующие значения [58]: 0,06 в случае использования метода распределения и 0,09—в случае использования метода суммирования. Следовательно, уровень сейсмической активности Ленинанканского региона в 3 раза (при определениях методом распределения) и даже почти в 4 раза (при определениях методом суммирования) выше, чем во всей советской части Армянского нагорья.

С помощью построенного графика повторяемости определены периоды повторений землетрясений с $K=10 \div 14$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв. км (T_{1000}), а также по всей площади Ленинанканского региона (T_s) (табл. 15).

Таблица 15

Периоды повторения землетрясений Ленинанканского региона

K	$\lg N^*$	N^*	T_{1000} лет	T_s лет
14	$\bar{3},420$	0,002630	380	22,1
13	$\bar{3},877$	0,007534	133	7,7
12	$\bar{2},335$	0,02163	46,2	2,7
11	$\bar{2},792$	0,03194	16,1	0,94
10	$\bar{1},249$	0,1774	5,6	0,33

Нами рассмотрено распределение землетрясений силой 5 и более баллов за 50 лет (с 1931—1980 гг.) по годам (рис. 52а). Согласно табл. 13, в этот период в исследуемом регионе произошло 95 землетрясений такой силы. При этом 77 землетрясений являлись основными, а 18—афтершоками. Как следует из рис. 52а, распределение основных землетрясений по годам неравномерное. Однако имеется определенная периодичность в повторении максимумов количества происшедших землетрясений. Длительность периода между максимумами количества землетрясений составляет 10—12 лет.

Нами подсчитано, что в Ленинанканском регионе при землетрясениях 5 и более баллов за время с 1043 по 1980 гг. выделилось

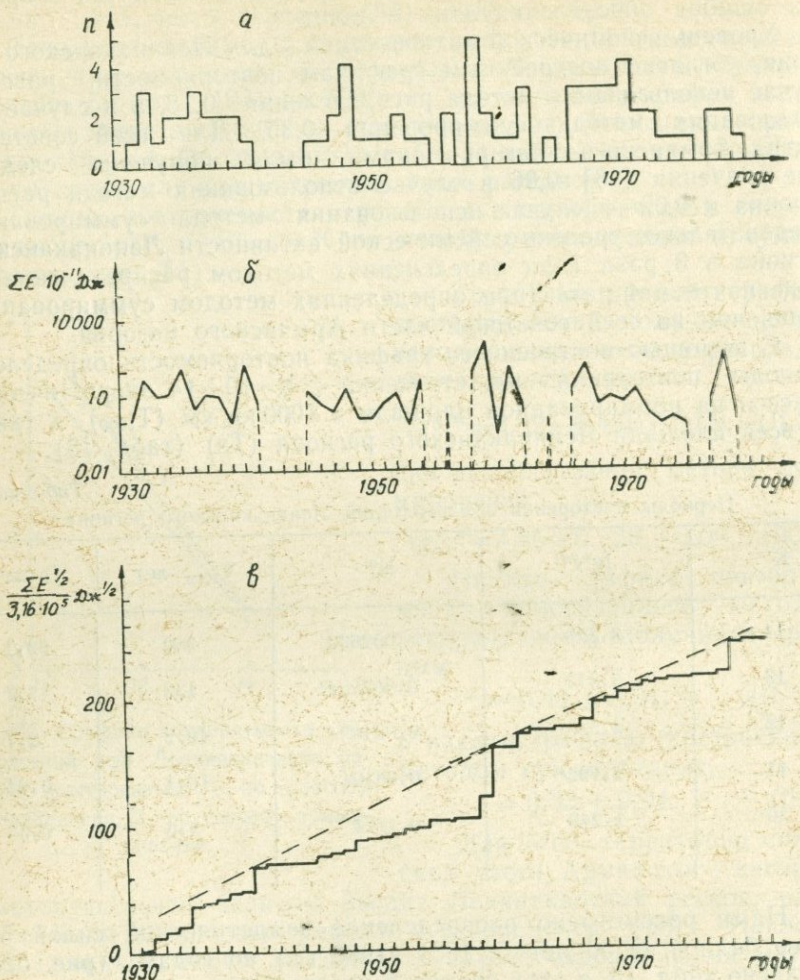


Рис. 52. Характеристики землетрясений Ленинаканского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

всего $9356,1 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 26,5% этой энергии, т. е. $2479,2 \cdot 10^{11}$ Дж выделилось за более чем 8,5 столетий (с 1043 по 1900 гг.), 51% ($4766,9 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и 22,5% ($2110 \cdot 10^{11}$ Дж)—за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.). Таким образом, суммарное выделение сейсмической энергии было наименьшим в последний период (с 1931—1980 гг.). Распределение энергии по годам за этот период дано на рис. 52б. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, максимальное выделение сейсмической энергии в Ленинаканском регионе в период с 1931 по 1980 гг. было в 1959 г., когда произошло Мадатапское землетрясение с $M=5\frac{1}{2}$. В 1959 г. в регионе выделилось $1035,7 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет 49,1% от всей энергии, выделившейся в регионе за эти 50 лет.

Следующие по величине максимумы выделенной сейсмической энергии приходятся на 1978 ($295,9 \cdot 10^{11}$ Дж) и на 1940 гг. ($139 \cdot 10^{11}$ Дж). Таким образом, период выделения максимальной сейсмической энергии составляет 19 лет. Если эта периодичность сохранится и в будущем, то следующего максимального выделения сейсмической энергии в Ленинаканском регионе, по-видимому, следует ожидать в 1997 году.

Характеристика высвобождения деформаций при землетрясениях силой 5 и более баллов для Ленинаканского региона в течение 50 лет (с 1931—1980 гг.) дана на рис. 52в. Максимальные высвобождения деформаций в регионе, как следует из графика, приведенного на этом рисунке, произошли в 1940, 1959 и 1978 г. Таким образом, максимальные высвобождения деформаций происходили с периодом в 19 лет.

Процесс накопления деформаций в первый период (с 1940—1959 гг.) происходил со средней скоростью $15,12 \cdot 10^5$ Дж $^{1/2}$ /год, а во второй период (с 1959—1978 гг.)—со средней скоростью $13,62 \cdot 10^5$ Дж $^{1/2}$ /год. Следовательно, накопление деформаций в Ленинаканском регионе в течение 50 лет (с 1931—1980 гг.) происходило примерно с постоянной скоростью, равной в среднем $14,37 \cdot 10^5$ Дж $^{1/2}$ /год.

§ 7. ЕРЕВАНСКИЙ РЕГИОН

Территория Ереванского региона ограничена параллелями $39,5^\circ$ и $40,5^\circ$ северной широты и меридианами $43,5^\circ$ и $45,3^\circ$ восточной долготы. В северной части региона расположены южные отроги Цахкуняцкого хребта и г. Арагац, высотой свыше 4000 м, а также г. Араилер, высотой свыше 2500 м. В восточной части региона находятся Гегамский хребет и оз. Севан, в южной—горы

Большой Арарат (высотой 5165 м) и Малый Арарат (высотой 3925 м), а в юго-западной — хребет Агрыдаг. Между этими горами и хребтами, в центральной части исследуемого региона расположена Араратская равнина. На территории региона имеется несколько крупных разломов различных направлений.

Ереванский регион известен очень сильными землетрясениями в прошлом и менее сильными землетрясениями в XX столетии.

Изучение сейсмичности территории Ереванского региона нами проведено по инструментальным и макросейсмическим данным. При этом использованы инструментальные наблюдения сейсмических станций с 1932 по 1977 гг. Выбор 1932 года как начала изучения сейсмичности территории Ереванского региона по инструментальным наблюдениям обусловлен организацией к этому времени сети Кавказских сейсмических станций.

На основании анализа результатов этих наблюдений нами составлены две карты эпицентров землетрясений: первая за период с 1932 по 1961 гг. (рис. 53) и вторая — с 1962 по 1977 гг.

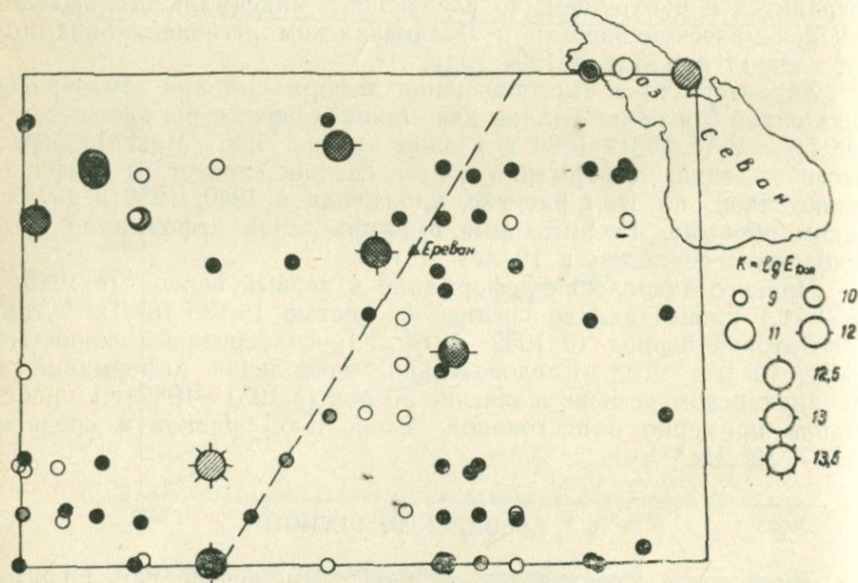


Рис. 53. Карты эпицентров землетрясений Ереванского региона за период с 1932—1961 гг.

(рис. 54). Возможно, было бы правильное составить три карты эпицентров землетрясений, а именно, за 1932—1950 гг., 1951—

1961 гг. и 1962—1977 гг. Однако, учитывая, что за период с 1932 по 1950 гг. в исследуемом регионе было зарегистрировано всего 17 землетрясений с $K=9 \div 13,5$, а в период с 1950 по 1961 гг. не было зарегистрировано ни одного землетрясения с $K \geq 11$, нами две первые карты объединены в одну.

На обе карты нанесены эпицентры землетрясений с $K \geq 9$. При этом на первой карте эпицентров, составленной для периода с 1932 по 1961 гг., могут быть пропущены некоторые землетрясе-

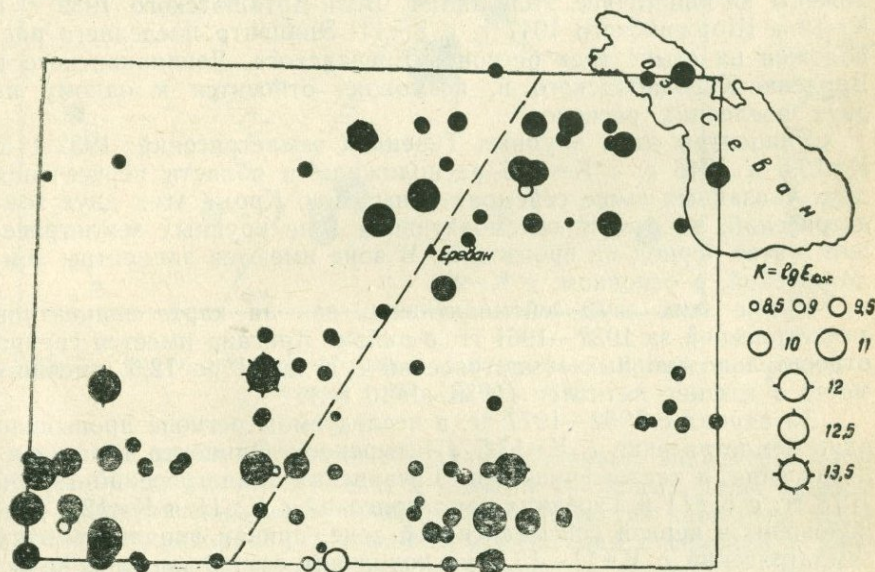


Рис. 54. Карта эпицентров землетрясений Ереванского региона за период с 1962—1977 гг.

ния с $K=9$ для периода с 1932 по 1950 гг. Для второй карты, составленной для периода с 1962 по 1977 гг., землетрясения с энергетическим классом $K \geq 9$ являются надежно представительными. На эту карту нанесены также землетрясения с $K=8,5$.

Согласно составленным картам, в исследуемом регионе прослеживаются две сейсмоактивные зоны: одна, шириной примерно 50 км, с азимутом 55° проходит с юго-запада исследуемой территории (с центром в гор. Ереване) на северо-восток к северной оконечности оз. Севан, другая зона ответвляется на юго-западе территории и проходит в широтном направлении. В период с 1932 по 1961 гг. (рис. 53) первая зона отличается большей сейсмичес-

кой активностью, чем вторая. В этой зоне расположены эпицентры наиболее крупных землетрясений этого периода (Турецкого 1932 г., Ереванского 1937 г. и Бюраканского 1949 г.). При этом, если через Ереван провести прямую вдоль этой зоны (на карте пунктирная линия), то эпицентры относительно крупных землетрясений с $K \geq 11$ будут расположены к северо-западу от этой линии, а землетрясения с $K \leq 10$ — юго-восточнее. Исключением являются эпицентры двух крупных землетрясений, которые расположены юго-восточнее этой линии: Веди-Арташатского 1939 г. с $K=12$ и Шоржинского 1947 г. с $K=11$. Эпицентр последнего расположен на стыке трех регионов Ереванского, Менинаканского и Варденис-Кировабадского и, возможно, относится к одному из двух последних регионов.

Эпицентры двух крупных Турецких землетрясений: 1932 г. с $K=13,5$ и 1946 г. с $K=12,5$ расположены в области пересечения двух указанных выше сейсмоактивных зон. Кроме этих двух землетрясений, во второй сейсмоактивной зоне крупных землетрясений в этот период не произошло. В зоне имеются эпицентры землетрясений, в основном, с $K=9$.

Кроме этих двух сейсмоактивных зон на карте эпицентров землетрясений за 1932—1961 гг. в районе Арагаца имеется группа относительно сильных землетрясений с K от 11 по 12,5, имевших место в течение пяти лет (1936—1940 гг.):

За период с 1962—1977 гг. в исследуемом регионе произошло одно землетрясение с $K=13,5$ (Игдырское). Эпицентр этого землетрясения, а также эпицентры Ереванских землетрясений 1973 и 1978 гг. с $K=11$ и Турецких землетрясений с $K=11$ и $K=12,5$ расположены в первой сейсмоактивной зоне, причем эпицентры этих землетрясений с $K=11$ —13,5 расположены северо-западнее пунктирной линии, проходящей через Ереван с азимутом 55° (рис. 54), а юго-восточнее этой линии находятся только эпицентры землетрясений с $K \leq 10$. Следовательно, на этой карте в первой сейсмоактивной зоне наблюдается такая же картина пространственного распределения землетрясений по силе, что и на карте эпицентров землетрясений за 1932—1961 гг. Во второй сейсмоактивной зоне на карте эпицентров за 1962—1977 гг. (рис. 54) уже имеются эпицентры относительно крупных землетрясений: Исаханского 1962 г. с $K=11$, Норашенского 1977 г. с $K=12$, Турецких с $K=11$ 1967, 1969, 1976, 1978 гг. и т. д.

С целью изучения сейсмических условий территории Ереванского региона во времени нами также построена карта эпицентров землетрясений силой от 5 баллов и выше для периода от 6 в. до н. э. по 1980 г. (рис. 55). При этом использованы все данные, приведенные в Каталоге сильных землетрясений Армянского на-

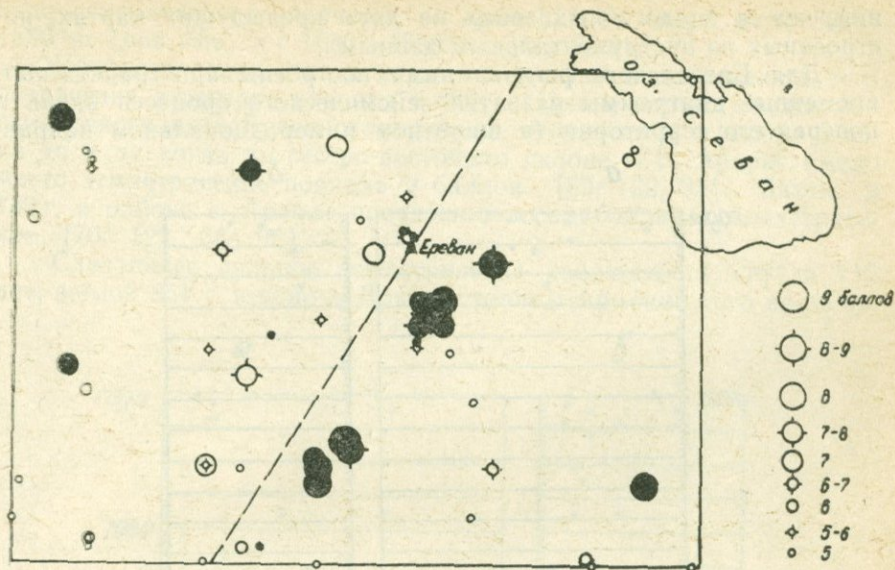


Рис. 55. Карта эпицентров сильных землетрясений Ереванского региона за период с 550 г. до н. э.—1980 г.

горья. На карте кружками с точками показаны эпицентры землетрясений до начала XX века, а полыми кружками даны эпицентры землетрясений после 1900 г. Как следует из карты, на исследуемой территории в XX веке землетрясения с силой 8 и выше баллов не наблюдались.

При сопоставлении карты сильных землетрясений (рис. 55) с двумя предыдущими картами (рис. 53 и 54) можно отметить, что в первой сейсмоактивной зоне на этой карте имеет место иная картина распределения сильных землетрясений, именно: эпицентры восьми-, восьми-девятой и девятибалльных землетрясений расположены юго-восточнее пунктирной линии. Исключением является восьмибалльное землетрясение 1605 г., эпицентр которого расположен в северо-западной части исследуемого региона, в пограничной зоне с Ардахан-Карс-Хорасанским и Ленинканским регионами. Это землетрясение наиболее сильно ощущалось в Ани и Карсе и, по-видимому, относится к одному из этих пограничных регионов.

Вторая сейсмоактивная зона на этой карте также прослеживается. Однако в этой зоне имеются более сильные землетрясе-

ния, чем в аналогичных зонах на двух предыдущих картах, построенных по инструментальным данным.

Для Ереванского региона нами построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса вдоль и поперек его территории (в широтном и меридиональном направ-

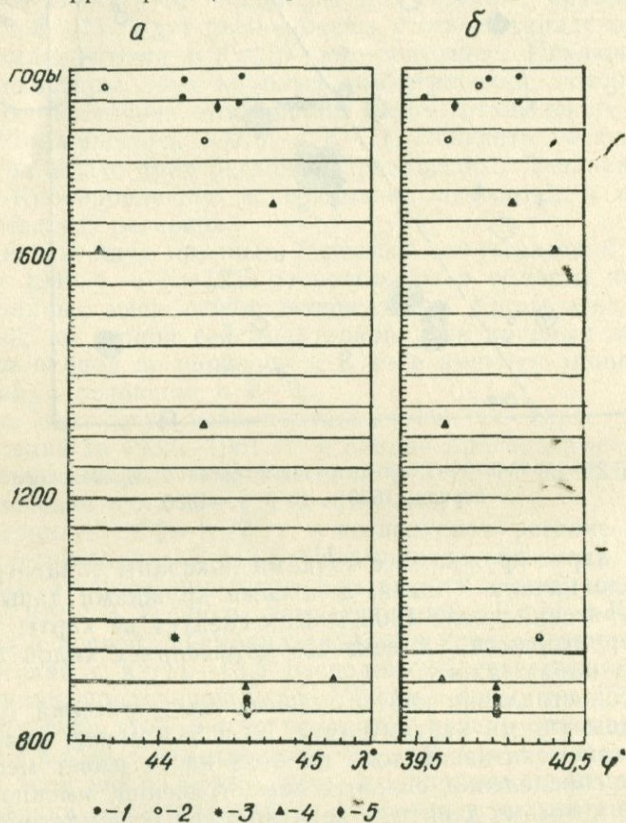


Рис. 56. Распределение сильных землетрясений Ереванского региона в период с 800—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональ-

— $M < 4\frac{1}{2}$, 2 — $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3—5 — $M < 5\frac{1}{2}$, 4—5 — $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$,
5—6 — $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

лениях) за периоды с 800—1900 гг. (рис. 56а,б) и с 1900—1980 гг. (рис. 57а, б).

Нами для исследуемого региона также построены графики

хода сейсмического процесса во времени за периоды с 800—1880 гг. (рис. 58а) и с 1880—1980 гг. (рис. 58б).

При построении этих диаграмм и графиков учитывались землетрясения в регионе начиная с 800 г. Однако первые сведения о землетрясениях в Ереванском регионе относятся к середине 6 века до н. э., когда на северо-восточном склоне г. Б. Арарат имело место землетрясение порядка 9 баллов [89, 122, 95]. Затем в 139 г. в районе г. Арарат произошло восьмибалльное землетрясение [76, 122, 36, 95].

Следующее сильное землетрясение наблюдалось спустя 712 лет, весной 851 г. в районе Двина, столицы Армении того времени.

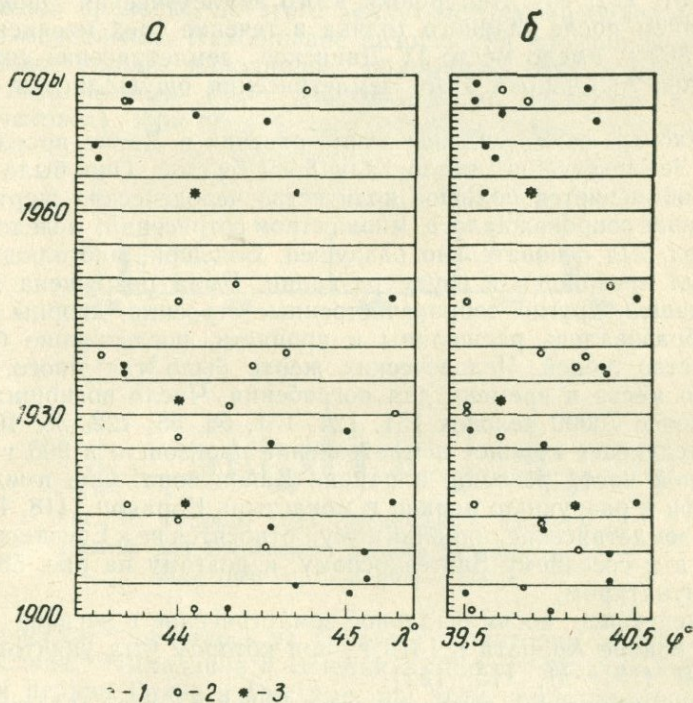


Рис. 57. Распределение сильных землетрясений Ереванского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$.

Землетрясение произошло ночью и проявилось с силой порядка 8 баллов. При этом землетрясении погибло 12000 человек [56, 122, 36, 106].

Согласно графикам (рис. 56 а, б и 58 а), в течение второй половины IX века в Двине было еще четыре крупных землетрясения. Зимой 858 г. произошло II Двинское землетрясение силой порядка 7 баллов. При землетрясении было разрушено множество домов, дворцов, было много человеческих жертв. Страх, вызванный землетрясением, был настолько велик, что люди, несмотря на мороз, не заходили в дома и проводили все время на площадях и улицах города [55, 122, 36, 106].

III Двинское землетрясение произошло весной 863 г. и имело силу порядка 7 баллов. Землетрясением было разрушено большое количество зданий в городе, погибло большое количество людей [119, 131, 122, 36]. Афтершоки этого землетрясения ощущались населением после главного толчка в течение трех месяцев.

В 869 г. имело место IV Двинское землетрясение силой 7—8 баллов. Афтершоки этого землетрясения ощущались в течение года.

Наконец, самое сильное землетрясение в Двине произошло в 893 г. Землетрясение имело силу 8—9 баллов. Оно было ночью, чем и объясняется большое количество человеческих жертв. Землетрясение сопровождалось множеством сотрясений, вследствие чего город был основательно разрушен. Большой, многолюдный город был превращен в груды развалин. Была разрушена церковь Аствацашен, другие доброкачественные строения, дворцы и ограды. Образовались расщелины и пропасти, поглотившие большое количество людей. Человеческих жертв было так много, что не хватало места и времени для погребения. Число погибших составило более 70000 человек [51, 124, 131, 56, 55, 122, 36, 106].

Следующее крупное землетрясение произошло в 906 г. в юго-восточной части региона, в районе Вайоцдзора. Оно имело силу 8 баллов и разрушило церкви и монастырь Каракон [118, 122, 36]. Но это землетрясение, по-видимому, относится не к Ереванскому региону, а к соседнему Зангезурскому, и поэтому на рис. 58а показано пунктиром.

Следующее восьмибалльное землетрясение в регионе произошло в районе Арарата в 1319 г., при котором был уничтожен ряд селений [131, 91, 115, 122].

Восьмибалльное землетрясение 1605 г. в северо-западной части Ереванского региона вблизи соседних Ардахан-Карс-Хорасанского и Ленинаканского регионов, по-видимому, относится к одному из этих регионов, так как наибольшие разрушения были в Ани и Карсе. Вследствие этого на графике хода сейсмического процесса (рис. 58а) это землетрясение показано пунктирной линией.

4 июня 1679 г. произошло восьми-девятибалльное Гарнийское землетрясение, которое вызвало разрушение гор. Еревана, сел Канакер, Норагавит, Норагюх, Дзорагюх, Норк, Гямрез и

других в Араратской долине. Землетрясение началось и сопровождалось ужасающим грохотом, поднялся очень сильный ветер с пылью, от чего стемнело в воздухе на большом расстоянии от Гарни до г. Арагац. Образовались протяженные разрывы, разрушились горные склоны, развалились утесы и заполнили долины, нарушая во многих местах течение воды. Ряд родников исчез, в других местах возникли новые. Дороги изменили свое направление. Разрушились многие церкви и монастыри: монастырь Ахчуц, Айриванк, Авуц-Тар, Трдатакерт, Хор-Виран, Дзагаванк, Джрвеж, три церкви Еревана (св. Саргиса, св. Ованеса и Зора-вор) и др. Землетрясением был разрушен также собор Трдаташен Гарнийской крепости, до этого землетрясения много веков простоявший невредимым. Наибольшие разрушения произошли в Гарни. Гарнийское ущелье наполнилось обломками скал и камней. Погибло 7600 человек. Было уничтожено все население Канакера (1228 человек). При этом в селе погибли также все животные.

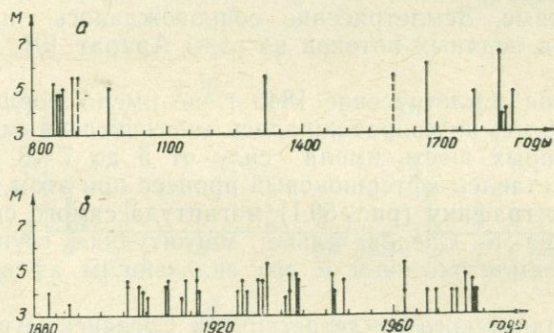


Рис. 58. Графики хода сейсмического процесса во времени для Ереванского региона за периоды: а—с 800—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

Землетрясение ощущалось на большой территории от Норагавита до оз. Севан, Эчмиадзина и селения Карби. Эчмиадзинский монастырь и церкви Гаяне и Рипсима при этом землетрясении не пострадали. Афтершоки землетрясения продолжались до конца года. Наиболее сильными из них были землетрясения 12 июня и 8 сентября [49, 7, 54, 122, 106].

В исследуемом регионе последним крупным землетрясением в XIX веке явилось Араратское землетрясение 2 июля 1840 г., которое за все время (с 6 века до н. э. по 1980 г.) было самым сильным в этом регионе и одним из самых сильных землетрясений Армянского нагорья вообще. Разрушительное действие этого

землетрясения охватило очень большую территорию, площадью около 5 тыс. кв. км с городами Тавриз, Ордубад, Нахичевань, Шуша, Маку, Баязет, Ереван, Александрополь. В результате землетрясения с северо-восточного склона г. Б. Арарат оторвались покрытые льдами и вечными снегами громадные скалы, которые заполнили ущелье. Под завалом из этих льдов и камней, длиной 7 км, полностью исчезли большая деревня Ажори с жителями около 1000 человек и церковь св. Акопа. Деревня Кара-Хасанлу в одно мгновение превратилась в груды развалин. На берегах рек Аракс и Сев-Джур появились широкие разрывы (длиной в 1 км и шириной 3 м), из которых извергались смешанные с песком большие фонтаны воды. В Эчмиадзине служители церкви, испугавшись сильного толчка и грохота, выбежали из церкви и увидели как качается церковь вместе с куполом и крестом в восточно-западном направлении, а также слышали как самопроизвольно стали звонить колокола. Разрушилось очень много жилых домов, мельниц, церквей, мечетей. Исчезло большое количество родников, появились новые. Землетрясение сопровождалось извержением газов, паров и водяных потоков из горы Арарат [91, 99, 122, 36, 106].

Араратское землетрясение 1840 г. не имело форшоков силой 5 баллов и более, но сопровождалось многочисленными афтершоками, из которых шесть имели силу от 5 до 7—8 баллов. На рис. 59.I представлен афтершоковый процесс при этом землетрясении. Согласно графику (рис. 59.I) магнитуда самого сильного афтершока равна 5. Следовательно, магнитудная ступень между Араратским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет 1,5.

После Араратского землетрясения в Ереванском регионе землетрясений силой 8 и более баллов не ощущалось.

Как следует из графиков, приведенных на рис. 57а, б и 58б, в XX веке в исследуемом регионе произошли всего два землетрясения с $M=5\frac{1}{4}$ (в 1932 и в 1962 гг.), одно—с $M=5$, четыре—с $M=4\frac{3}{4}$, и десять землетрясений с $M=4\frac{1}{2}$. Наиболее интересными представляются Ереванские землетрясения, Октемберянское, Бюраканское и Игдырское землетрясения, на рассмотрении которых мы остановимся.

I. Первое Ереванское землетрясение с $M=4\frac{1}{2}$ 25 января 1910 г. В Ереване землетрясение ощущалось с силой 6—7 баллов. Затем, спустя 27 лет, 7 января 1937 г. произошло II Ереванское землетрясение силой 7 баллов. В районе Еревана это было наиболее сильное в XX веке землетрясение. Этому землетрясению предшествовали 4 толчка. Из них первый толчок имел интенсивность в 6 баллов, который вызвал повреждения и некото-

рые разрушения в гор. Ереване и прилегающих районах, особенно в селе Паракар. Последующие три толчка были слабее 5 баллов. Затем через 7 час. 24 мин. после первого толчка последовал основной толчок с эпицентром в сел. Паракар. Землетрясение сопровождалось большим количеством афтершоков, из которых 8 ощущались с силой 5 и более баллов. На рис. 59. II дан график афтершокового процесса при этом землетрясении. Как следует из рис. 59. IIа, магнитудная ступень между Ереванским землетрясе-

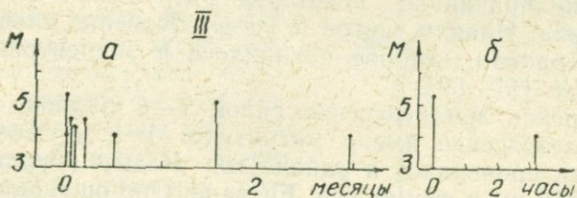
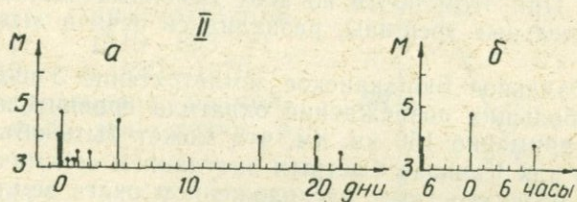
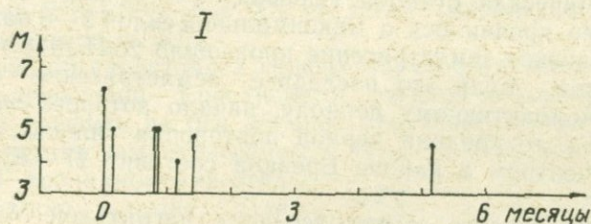


Рис. 59. Распределение сильных форшоков и афтершоков при землетрясениях: I—Арагатском 2/VII 1840 г., II—Ереванском 7/I 1937 г., III—Игдырском 4/IX 1962 г. а—в течение всего времени, б—в течение 24 часов после основного толчка.

нием с $M=4\frac{3}{4}$ и его сильнейшим афтершоком с $M=4\frac{1}{2}$ равна $\frac{1}{4}$. В первые 24 часа был отмечен только один афтершок силой 5 баллов (рис. 59. IIб). В Ереване некоторые здания получили повреждения, что объясняется ветхостью старых построек, неблаго-

приятными грунтовыми условиями в некоторых частях города, а также низким качеством строительных работ [31, 32, 128].

III Ереванское землетрясение произошло 16 июня 1973 г. и имело магнитуду порядка 4. Это землетрясение было записано всеми сейсмическими станциями Кавказа и некоторыми телесейсмическими станциями Советского Союза и зарубежных стран. Наибольшая дальность регистрации составляла $25,1^\circ$ (станция «Мокса»). Самой близко расположенной к эпицентру станцией являлась сейсмическая станция «Ереван» ($\Delta=9$ км). В Ереване землетрясение проявилось с максимальной силой 5—6 баллов [66].

IV Ереванское землетрясение произошло 25.11.1978 г. и имело силу 5 баллов. Если это последнее землетрясение отнести к третьему сейсмоактивному периоду, начало которого можно считать 1973 год, то средний период повторения сильных землетрясений с эпицентром в районе Еревана составит 27—36 лет, т. е. $31,5 \pm 4,5$ лет.

2. Октемберянокское землетрясение с магнитудой $M=5,28$ октября 1916 г., имело силу в эпицентре в районе гор. Октемберяна 6—7 баллов. При этом почти во всех каменных зданиях образовались значительные трещины, развалились печи и дымовые трубы [36].

3. Семибалльное Бюраканское землетрясение 3 июня 1949 г. Область наибольших повреждений охватила сравнительно малую территорию, примерно 150 кв. км, что может быть объяснено установленным для Кавказа быстрым затуханием сейсмической волны, а также поверхностным расположением очага землетрясения. Землетрясение причинило некоторые разрушения в основном в селах Бюракан, Инаклу, Оргов и Тегер. Особенно сильно пострадало село Бюракан, которое находилось в эпицентральной зоне землетрясения [57, 59].

4. Игдырское землетрясение силой 7—8 баллов 4 сентября 1962 г. Землетрясение имело магнитуду $M=5\frac{1}{4}$. Максимальная интенсивность проявилась в районе гор. Игдыр (Турция), расположенного в 50 км к югу от гор. Еревана. Оно ощущалось на значительной части территории Армянской ССР с интенсивностью от 4 до 5—6 баллов. В пограничных селах Маркара, Ерасхаун, Вардашен, Арзаан, Пшатаван и Джинфрида сила землетрясения была оценка в 5—6 баллов; в Ереване, Арташате и Октемберяне—5 баллов; в Ленинакане, Степанаване и Горисе—4 балла. В гор. Игдыре разрушились дома, в том числе здания муниципалитета, пожарной службы и почты, многие здания получили сильные повреждения, было ранено около 100 человек [127, 144, 59]. Игдырское землетрясение 1962 г. не имело форшоков, но сопровождалось большим количеством повторных толчков. На рис. 59. III дан афтершоковый процесс при этом землетрясении. В течение первых суток после землетрясения был отмечен только один аф-

162

тершок с $M=4$ (рис. 59.IIIб). Как следует из рис. 59.IIIа, афтершоки силой 5 и более баллов продолжались до конца 1962 г. При этом были отмечены семь афтершоков такой силы. Магнитуда самого сильного афтершока равна 5. Следовательно, магнитудная ступень между Игдырским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет $\Delta M=1/4$.

Из проведенного анализа хода сейсмического процесса во времени следует, что Ереванский регион в прошлом отличался очень сильными землетрясениями, имели место землетрясения с магнитудой $5\frac{1}{2} \div 6\frac{1}{2}$, а в XX столетии магнитуда землетрясений не превышала $5\frac{1}{4}$.

На рис. 60 представлен график периодов возникновения сильных землетрясений Ереванского региона с магнитудой $5\frac{1}{2}$ и более. На графике по оси абсцисс отмечены номера периодов N, соответствующих землетрясениям с $M \geq 5\frac{1}{2}$, а по оси ординат — периоды ΔT возникновения этих землетрясений в годах. Для рассматриваемого региона имеются периоды 1÷4, соответствующие землетрясениям 893—139 гг., 1319—893 гг., 1679—1319 гг. и 1840—1679 гг. Получено уравнение прямой, осредняющей эти точки в виде:

$$\Delta T = 886,5 - 184,5N \quad (\text{II.44})$$

Согласно формуле (II.44), пятый период землетрясений с $M \geq 5\frac{1}{2}$ в Ереванском регионе будет через $\Delta T = -36$ лет. Действительно, на рис. 60 пятый период в годах имеет отрицательное значение. Отрицательное значение времени пятого периода говорит о том, что, по-видимому, 1840 годом закончился многовековой цикл сейсмичности этого региона, который начался в первой половине II века и поэтому фактически пятого периода нет. И действительно, после 1840 г. в Ереванском регионе не были отмечены землетрясения с $M \geq 5\frac{1}{2}$.

Однако, по всей вероятности, в регионе развивается новый цикл сейсмичности. По этому поводу может быть высказано два

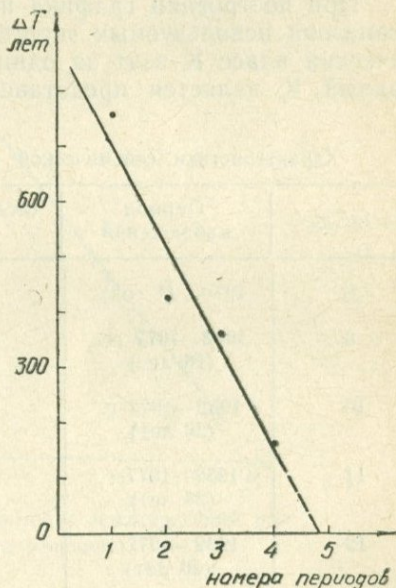


Рис. 60. График периодов возникновения сильных землетрясений Ереванского региона.

предположения: 1) периоды сильных землетрясений будут повторяться аналогично реальному первому циклу; в этом случае период землетрясения с $M \geq 5\frac{1}{2}$ наступит после 1840 г. через 754 года, т.е. в 2594 г., 2) периоды сильных землетрясений будут повторяться в обратном первому циклу направлении. Тогда ближайший период землетрясения с $M \geq 5\frac{1}{2}$ составит 161 год и наступит в регионе в 2001 г. Второе предположение кажется более вероятным, оно подтверждается также (как будет показано ниже) полученным из графика повторяемости примерно таким же периодом повторения землетрясений с $M = 5\frac{1}{2}$.

График повторяемости строился в логарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E_{\text{Дж}} = K$. Повторяемость землетрясений N^* нормировалась по площади и по времени, а именно: для каждого энергетического класса бралось число землетрясений, приходящееся ежегодно на 1000 кв. км площади исследуемого региона.

При построении графика повторяемости, с целью увеличения диапазона используемых энергетических классов, каждый энергетический класс K взят за один определенный период, в котором данный K является представительным.

Таблица 16

Характеристики сейсмической активности Ереванского региона

$K = \lg E_{\text{Дж}}$	Период наблюдений	Число землетрясений	N^*	$\lg N^*$
8	1979 г. (1 год)	7	0,4053	$\overline{1,6078}$
9	1962—1977 гг. (16 лет)	34	0,1230	$\overline{1,0899}$
10	1952—1977 гг. (26 лет)	16	0,03563	$\overline{2,5518}$
11	1952—1977 гг. (26 лет)	5	0,01114	$\overline{2,0469}$
12	1932—1977 гг. (46 лет)	3	0,003776	$\overline{3,5770}$
13	1679—1977 гг. (299 лет)	6	0,001152	$\overline{3,0615}$
14	139—1977 гг. (1839 лет)	11	0,0003464	$\overline{4,5396}$
15,5	550 г. до н. э. —1977 гг. (2527 лет)	1	0,00002291	$\overline{5,3600}$

Данные об использованных при построении графика повторяемости энергетических классов, периодов их наблюдения, их количестве N , повторяемости N^* , нормированной по площади и по времени, приведены в табл. 16.

График повторяемости строился по методу распределения, т. е. бралось покласовое распределение землетрясений по величине K (рис. 61). Наклон графика повторяемости получился равным 0,50. За уровень сейсмической активности A принято среднее годовое число землетрясений с энергией, равной 10^{10} Дж, прихо-

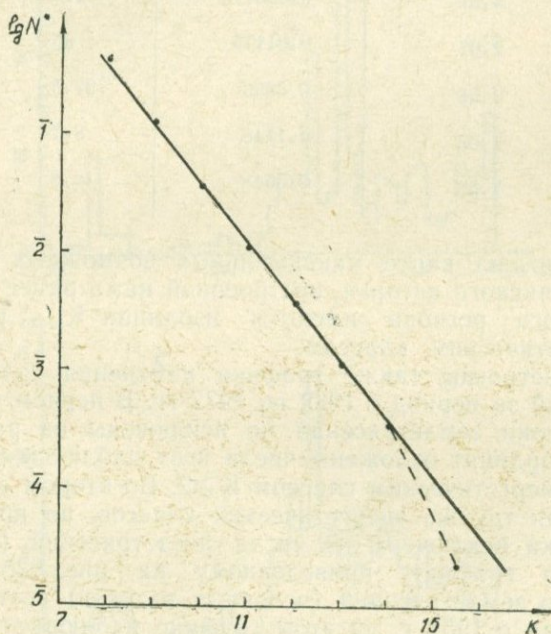


Рис. 61. График повторяемости землетрясений для Ереванского региона.

дящееся на площадь в 1000 кв. км. Этот уровень активности A_{10} , согласно построенному графику повторяемости, равен 0,04.

На основании построенного графика повторяемости определены периоды повторений землетрясений $K=8-14$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв. км (T_{1000}), а также на всей площади Ереванского региона (T_s) (табл. 17).

На графике повторяемости в правой части наблюдается отклонение книзу. Согласно графику, максимальным возможным землетрясением для исследуемой территории является $K_{\max}=15,5$.

Периоды повторения землетрясений в Ереванском регионе

K	$\lg N^*$	N^*	T_{1000}	TS
14	4,58	0,9003802	2632	152
13	3,07	0,001175	851	49,3
12	3,57	0,003715	270	15,6
11	2,07	0,01175	85	4,9
10	2,56	0,0363	27,5	1,6
9	1,06	0,1148	8,7	0,50
8	1,56	0,3548	2,8	0,16

Действительно, на карте максимальных возможных землетрясений для Армянского нагорья, построенной нами ранее [68], в части Ереванского региона имеются изолинии $K_{\max}$, равные 15 и 16-му энергетическим классам.

Нами построены также графики изменения годового числа землетрясений за период с 1932 по 1977 гг. В первом случае (рис. 62а) афтершоки землетрясений не исключены из рассмотрения, т. е. по оси ординат отложены числа всех наблюдавшихся землетрясений с энергетическим классом $K \geq 9$. Во втором случае взяты землетрясения тех же энергетических классов, но при этом повторные толчки исключены из числа землетрясений (рис. 62б).

Согласно графику, приведенному на рис. 62б, с 1932 по 1953 гг. число землетрясений (основных толчков) составляло от 0 до 2. Начиная с 1954 г. на этом графике наблюдается возрастание годового числа землетрясений, которое достигает максимума в 1959 г. Затем начинается постепенный спад числа землетрясений и доходит до 3 в 1977 г.

На графике, представленном на рис. 62а, максимум годового числа землетрясений приходится на 1962 г., когда произошло Игдырское землетрясение с $K=13$, которое сопровождалось многочисленными афтершоками.

В Ереванском регионе за все время—с 550 г. до н. э. по 1980 г.—произошло 81 землетрясение силой 5 баллов и более. При этом 56 землетрясений были основными толчками, а 25—афтершоками. Распределение в регионе всех землетрясений силой 5 и более баллов по магнитуде дано в табл. 18. В этой таблице число 2, взятое в скобки, обозначает два землетрясения с $M=5\frac{1}{2}$, кото-

рые, как указывалось выше, могут быть отнесены к соседним регионам.

Как следует из табл. 18, в регионе произошло только три землетрясения с магнитудой $M \geq 6$.

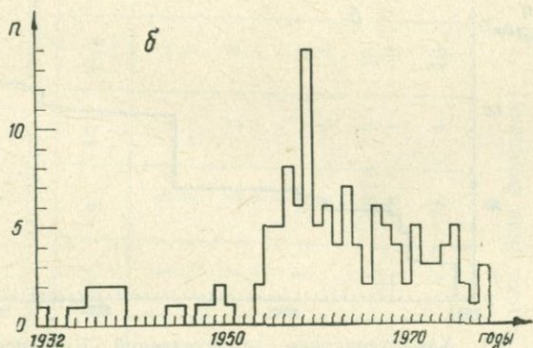
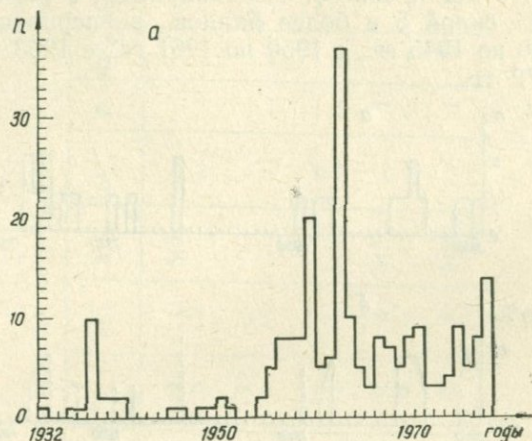


Рис. 62. Графики изменения годового числа землетрясений Ереванского региона за период с 1932—1977 гг.: а—повторные толчки не исключены, б—повторные толчки исключены.

За последние 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) в регионе произошло 38 землетрясений силой 5 и более баллов, из которых 21—основные толчки, а 17—афтершоки. Распределение 21 основного толчка по годам в течение этих 50 лет дано на рис. 63а.

Согласно графику, приведенному на этом рисунке, годы, когда происходили одно или два землетрясения, чередуются с годами, когда вообще не было землетрясений. При этом периоды, когда не было землетрясений, в основном были довольно продолжительные (от 3 лет и более). Так, например, в регионе не было землетрясений силой 5 и более баллов в периоды с 1933 по 1935 гг., с 1940 по 1945 гг., с 1950 по 1961 гг., с 1963 по 1966 гг. и с 1970 по 1972 гг.

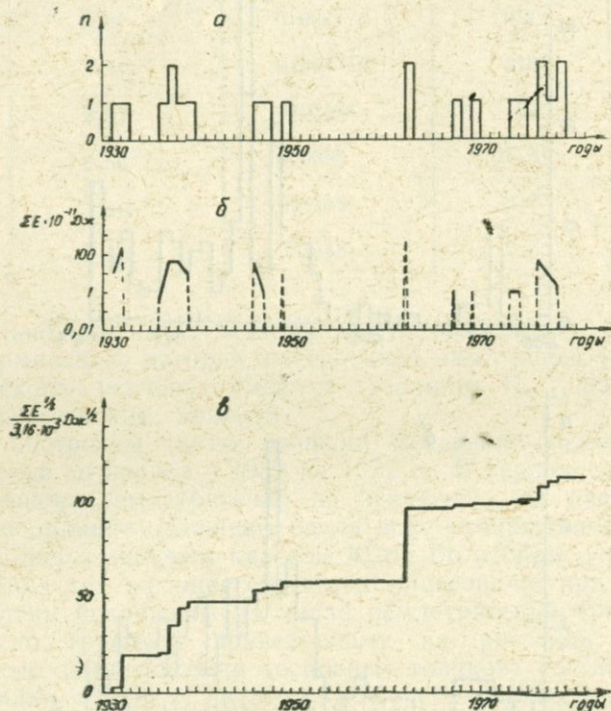


Рис. 63. Характеристики землетрясений Ереванского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

Согласно нашим подсчетам, в Ереванском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 550 г. до н. э. по 1980 г. выделилось всего $32766,8 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$, а без учета двух землетрясений с $M=5\frac{1}{2}$, которые, возможно, как указывалось выше,

Таблица 18

Распределение землетрясений Ереванского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			$3^{1/4}$	$3^{1/2}$	$3^{3/4}$	4	$4^{1/4}$	$4^{1/2}$	$4^{3/4}$	5	$5^{1/4}$	$5^{1/2}$	$5^{3/4}$	6	$6^{1/4}$	$6^{1/2}$	Всего
Число землетрясений	за 550г. до н. э.—1900г.	о	—	1	1	2	—	—	4	2	1	5(2)	—	1	1	1	19(2)
		а	—	—	—	2	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	8
	за 1901— —1930гг.	о	—	—	2	4	3	6	—	1	—	—	—	—	—	—	16
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1931— —1980гг.	о	—	—	1	10	—	4	4	—	2	—	—	—	—	—	21
		а	2	3	—	6	1	4	—	1	—	—	—	—	—	—	17
	за 550г. до н. э.—1980г.	о	—	1	4	16	3	10	8	3	3	5(2)	—	1	1	1	56(2)
		а	2	3	—	8	1	6	1	4	—	—	—	—	—	—	25
	Всего		2	4	4	24	4	16	9	7	3	5(2)	—	1	1	1	81(2)

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

относятся к соседним регионам, в исследуемом регионе выделилось $30766.8 \cdot 10^{11}$ Дж. Причем 96,7% этой энергии, т. е. $31681 \cdot 10^{11}$ Дж (без учета двух вышеуказанных землетрясений— $29681 \cdot 10^{11}$ Дж или же 96,5%), выделилось за период с 550 г. до н. э. по 1900 г. За период с 1901 по 1930 гг. выделилось всего $178,5 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет 0,5% всей энергии (или же 0,6% при неучете двух вышеуказанных землетрясений). За последние 50 лет (с 1931—1980 гг.) в регионе выделилось $907,3 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет 2,8% (или же 2,9% при неучете двух землетрясений) от всей энергии. Распределение этой энергии по годам дано на рис. 63б. Согласно графику, приведенному на этом рисунке, максимальное выделение энергии (свыше $100 \cdot 10^{11}$ Дж) было в 1932 и 1962 гг., когда в регионе произошли самые сильные за этот период землетрясения с $M=5\frac{1}{4}$.

Отмечается определенная периодичность также в выделении энергий свыше 10^{12} Дж, а именно, такое количество энергии в регионе выделялось в 1932, 1946, 1962 и 1976 гг., т. е. с периодом 14—16 лет. Однако в середине первого периода (во время Ереванского землетрясения 1937 г.) в регионе выделилась сейсмическая энергия такого же порядка. Таким образом, если указанные периодичности сохраняются и в дальнейшем, то выделение сейсмической энергии свыше 10^{12} Дж в регионе произойдет в 1991 ± 1 г., а землетрясение с $M=5\frac{1}{4}$ —в 1992 г., т. е. в это же время.

Характеристика высвобождения условной деформации (график Беньюффа) в Ереванском регионе при землетрясениях силой 5 баллов и более дана на рис. 63в. Как следует из этого графика, после максимального высвобождения деформаций в 1962 г. в регионе происходило в основном накопление деформаций с незначительным их высвобождением в отдельные годы. Этот процесс в регионе, по-видимому, продолжается по настоящее время.

§ 8. ВАРДЕНИС-КИРОВАБАДСКИЙ РЕГИОН

Варденис-Кировабадский регион занимает территорию, ограниченную с запада меридианом $45,3^\circ$ восточной долготы, с юга—параллелью $39,8^\circ$ северной широты, а с севера, северо-востока и востока—границей между Малым Кавказом и Куринской низменностью. На территории региона расположены хребты Севанский, Восточно-Севанский, Варденисский, Мров-Даг и др. Через регион проходят разломы как общекавказского, так и антикавказского направлений.

Первые сведения о землетрясениях этого региона относятся к 427 г., когда в Азербайджане в районе Авазлы и Гюрзаллара про-

изошло землетрясение интенсивностью порядка 9 баллов. Оно, по-видимому, охватило небольшую область и слабо ощущалось на территории Армении, так как в известных нам источниках и рукописях армянских летописцев нет указаний на это.

Для исследуемого региона нами по данным Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья составлены карты эпицентров землетрясений за периоды 427—1900 гг. (рис. 64а), 1901—1950 гг. (рис. 64б), 1951—1980 гг. (рис. 64в) и пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса в регионе в широтном и меридиональном направлениях за периоды с 1100 по 1900 гг. (рис. 65) и с 1900 по 1980 гг. (рис. 66). Построены так-

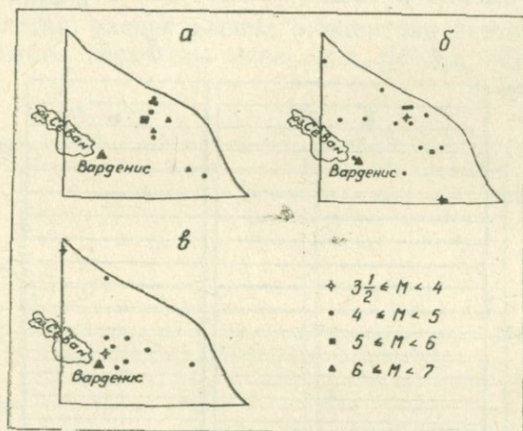


Рис. 64. Карты эпицентров сильных землетрясений Варденис-Кировабадского региона за периоды: а—427—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

же графики хода сейсмического процесса во времени за периоды с 1100 по 1880 гг. (рис. 67а) и за последнее столетие с 1880 по 1980 гг. (рис. 67б).

Совместный анализ построенных карт, диаграмм и графиков позволил выявить определенные черты характера распределения землетрясений Варденис-Кировабадского региона в пространстве и во времени.

После 427 г. почти семь столетий в этом регионе не было крупных землетрясений. В 1123 г. в районе г. Кировабада произошло землетрясение интенсивностью порядка 6 баллов [95]. В том же районе 16 лет спустя, в 1139 г. имело место разрушительное Гянджинское землетрясение. Эпицентр землетрясения распо-

ложен в районе горы Алгарак (Каписдаг). Во время землетрясения горы и долины были покрыты густым туманом. В результате землетрясения разрушились город Гянджа и церковь в Ахпате, многие другие строения. Бесчисленное множество людей (200—300 тысяч человек) погибло под развалинами построек. Произошли сильные обвалы, оползни и изменения рельефа. В результате обвалов горы Алгарак заполнилась долина и закрыла направление протекающей в ней реки, вследствие чего образовалось озеро Гейгель, существующее и в настоящее время [96, 115, 72, 122, 36, 123, 77].

Следующее землетрясение в регионе произошло примерно сто лет спустя, а именно в 1235 г. опять-таки в районе Кировабада

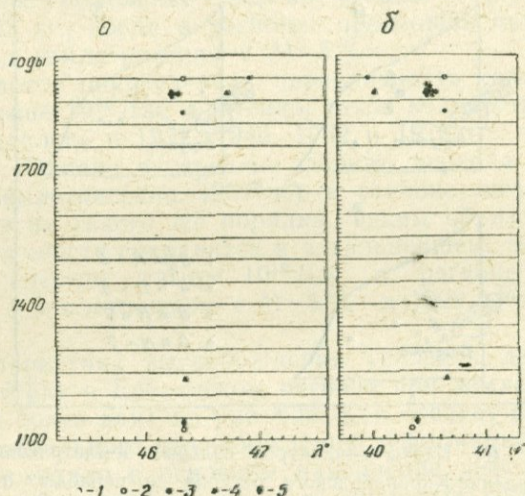


Рис. 65. Распределение сильных землетрясений Варденис-Кировабадского региона в период с 1100—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$,
4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

и имело силу порядка 8 баллов. Во время землетрясения ломались деревья, а на поверхности земли образовались расщелины [91, 72, 81, 36, 122, 123, 77].

Затем в Варденис-Кировабадском регионе наступило затишье до 1826 г., когда снова в районе Кировабада произошло землетря-

сение с силой порядка 5—6 баллов. Землетрясение сопровождалось подземным гулом, но не вызвало повреждений [81, 36].

23 июля 1867 г. произошло Зурнабадское землетрясение силой порядка 7—8 баллов, которое вызвало разрушения в гор. Зурнабаде, расположенном в 20 км юго-западнее Кировабада.

Далее 18 марта 1968 г. в районе Зурнабада и Шуши произошло землетрясение с магнитудой порядка 6, которое благодаря значительной глубине залегания очага (порядка 35 км) в эпицентральной зоне проявилось с силой лишь 7 баллов. Как следует из рис. 64а, из 13 землетрясений силой 5 и более баллов, имевших место в исследуемом регионе до 1900 г., 11 произошли в области Кировабад-Зурнабад.

В XX столетии распределение эпицентров землетрясений по территории региона несколько иное (рис. 64б, в, 66). В первые

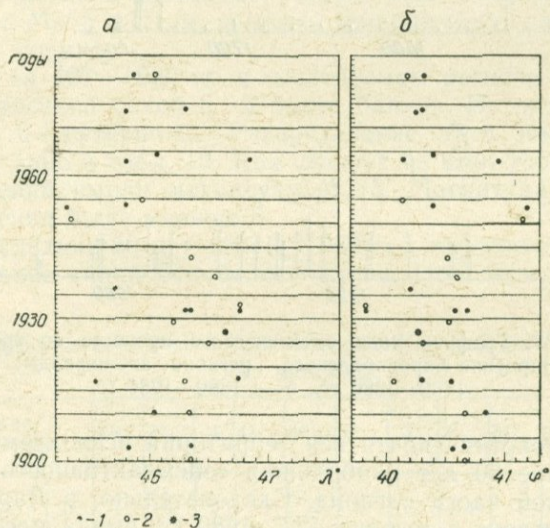


Рис. 66. Распределение сильных землетрясений Варденис-Кировабадского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.
1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$.

тридцать лет XX столетия землетрясения силой 5 и более баллов ощущались в районах Кировабада, Зурнабада, а также Кедабека, Шамхора, Шуши, Агдама и хребта Мров-Даг. Затем в последующие 20 лет начинают отмечаться землетрясения такой силы в

Ханларе, Степанакерте, Варденисе, Казахе и Аджикенде. Всего за первые 50 лет XX столетия в регионе произошло 18 землетрясений силой 5 и более баллов.

За последующие тридцать лет (1951—1980 гг.) в регионе зафиксировано всего 10 землетрясений такой силы. Их эпицентры расположены, в основном, в юго-западной части региона в районе Вардениса, Дашкесана, Мардакерта, Кельбаджара.

Таким образом, если до 1900 г. наиболее сейсмоактивной являлась территория северо-восточной части региона, а в первые

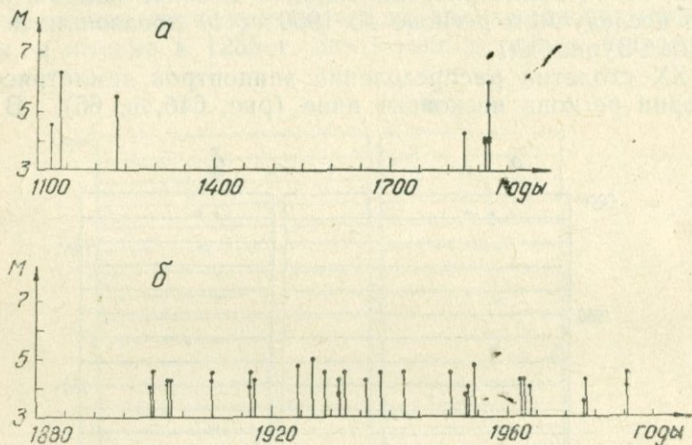


Рис. 67. Графики хода сейсмического процесса во времени для Варденис-Кировабадского региона за периоды: а—с 1100—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

50 лет XX столетия—почти вся территория исследуемого региона, то в последние 30 лет наибольшая сейсмоактивность отмечалась в юго-западной части региона. Следовательно, в Варденис-Кировабадском регионе в течение 427—1980 гг. имела место миграция очагов сильных землетрясений с северо-востока на юго-запад.

Следует отметить, что наиболее крупные землетрясения с $M > 5$ в регионе происходили до 1900 г. После 1900 г. в исследуемом регионе землетрясений с $M > 5$ не было. Одно-единственное с $M = 5$ за период с 1900 по 1980 гг. произошло 13 января 1927 г. в районе хребта Мров-Даг. За этот период произошло всего два землетрясения с $M = 4\frac{3}{4}$ (шестибалльное 23 ноября 1924 г. в районе горы Мров-Даг и семи-восьмибалльное Кельбаджарское 30 октября 1954 г.), а также 9 землетрясений с $M = 4\frac{1}{2}$ (Кировабадские 1900 и 1910 гг., Зурнабадские 1916 и 1929 гг., Степанакерское 1932 г., Аджикендское 1938 г., Михайлово-Аджикендское

1942 г., Казахское 1950 г. и Кельбаджарское 1980 г.). На рис. 676 отмечается некоторая периодичность в распределении сильных землетрясений начиная с 1900 г. Период квазипериодической огибающей сильных землетрясений на этом рисунке составляет 27 лет (с 1900—1927 гг. и с 1927—1954 гг.). Следовательно, следующий максимум сейсмической активности должен был наступить в 1981 г. Действительно, в исследуемом регионе в районе Кельбаджара 11 декабря 1980 г. произошло землетрясение с магнитудой $M=4\frac{1}{2}$. Следует отметить, что после 1954 г. вплоть до 11 декабря 1980 г. в регионе такой интенсивности землетрясения не были отмечены.

За все время с 427 г. по 1980 г. в регионе произошли только три землетрясения с $M \geq 6$: в 427, 1139 и в 1868 гг. Таким образом, период повторения землетрясений с $M \geq 6$ в Варденис-Кировабадском регионе составляет 720 ± 9 лет. Следовательно, землетрясения с $M \geq 6$ в этом регионе, по-видимому, следует ожидать в 2588 ± 9 году.

Всего за 427—1980 гг. в исследуемом регионе было отмечено 47 землетрясений силой 5 и более баллов. Из них 41—основные толчки, а 6—афтершоки. Распределение этих землетрясений по магнитуде дано в табл. 19. Как следует из этой таблицы, только 6 землетрясений имели магнитуду $M \geq 5$. Магнитуда остального 41 землетрясения была меньше 5.

За последние 50 лет (1931—1980 гг.) в регионе произошло 21 землетрясение силой 5 и более баллов. При этом 18 землетрясе-

Таблица 19

Распределение землетрясений Варденис-Кировабадского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	Всего
Число землетрясений	за 427— 1900 гг.	о	—	—	5	1	2	—	—	1	1	—	1	2	13
		а	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	за 1901— 1930 гг.	о	—	—	1	4	3	1	1	—	—	—	—	—	10
		а	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
	за 1931— 1980 гг.	о	1	3	3	5	5	1	—	—	—	—	—	—	18
		а	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3
	за 427— 1980 гг.	о	1	3	9	10	10	2	1	1	1	—	1	2	41
		а	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6
	Всего		1	6	11	11	10	2	1	1	1	—	1	2	47

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

ний являлись основными толчками, а 3—афтершоками. Распределение основных толчков по годам в течение этих 50 лет дано на рис. 68а.

Как следует из этого рисунка, в течение 50 лет только в 13 годах были отмечены землетрясения. При этом в 1931 г.—три землетрясения, в 1953, 1973 и 1980 гг.—по два землетрясения и в 1932, 1936, 1938, 1942, 1950, 1954, 1962, 1963, 1964 гг.—по одному землетрясению. В остальные 37 лет в регионе не произошло ни одного землетрясения силой 5 и более баллов.

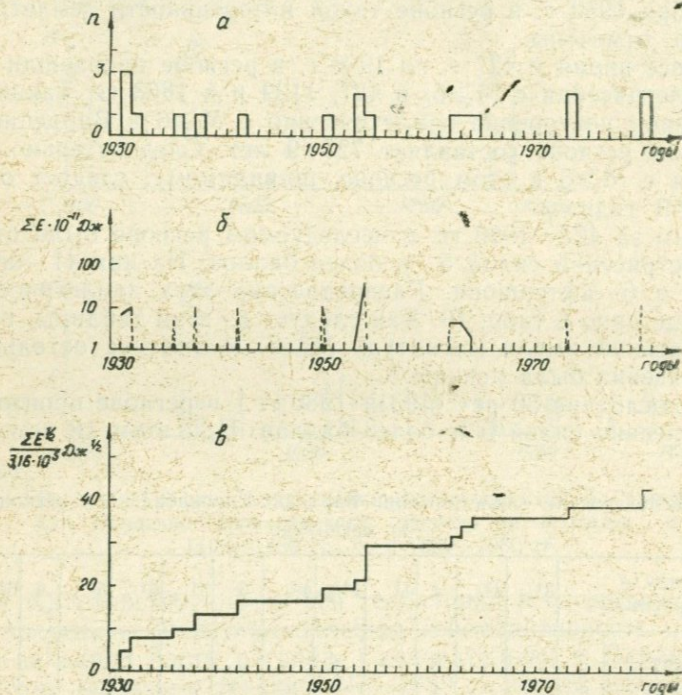


Рис. 68. Характеристики землетрясений Варденис-Кировабадского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

Согласно нашим подсчетам, в Варденис-Кировабадском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с

427—1980 гг. выделилось всего $20769,5 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 98,5% этой энергии, т. е. $20465 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось за 427—1900 гг., 0,9% ($185,9 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и лишь 0,6% этой энергии ($118,3 \cdot 10^{11}$ Дж) выделилось за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.). Распределение энергии по годам в течение этих лет дано на рис. 68б. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, максимальное выделение сейсмической энергии в Варденис-Кировабадском регионе в период с 1931 по 1980 гг. было в 1954 г., когда произошло семи-восьмибальное Кельбаджарское землетрясение. В 1954 г. в регионе выделилось $39,9 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет 33,7% от всей энергии, выделившейся в регионе за эти 50 лет.

Характеристика высвобождения условных деформаций при землетрясениях силой 5 и более баллов для Варденис-Кировабадского региона в течение 50 лет (с 1931—1980 гг.) дана на рис. 68в. Высвобождение деформаций в регионе происходило неравномерно. Процесс накопления деформаций до 1942 г. происходил быстрее, чем в последующие годы. Период накопления максимальных деформаций до 1942 г. составлял 4 года, а после 1942 года—7—9 лет. Следовательно, ближайшего высвобождения условных деформаций в Варденис-Кировабадском регионе следует ожидать, по-видимому, в 1987—1989 годах.

§ 9. ЗАНГЕЗУРСКИЙ РЕГИОН

Зангезурский регион занимает территорию, ограниченную с севера параллелями $39,5^\circ$ (до меридиана $45,3^\circ$ восточной долготы) и $39,8^\circ$ северной широты (от меридиана $45,3^\circ$ до $47,5^\circ$ восточной долготы), с юга параллелью 38° северной широты, с востока меридианом $47,5^\circ$ восточной долготы, а с запада меридианами $44,5^\circ$ (до параллели $39,5^\circ$ северной широты) и $45,3^\circ$ восточной долготы (от параллели $39,5^\circ$ до $39,8^\circ$ северной широты).

Центральное место в регионе занимают Зангезурский и параллельный ему Карабахский хребты, между которыми расположено Карабахское нагорье. Южнее Карабахского нагорья в регионе в широтном или близком к нему направлении расположены Даралагязский, Баргушатский и Мегринский хребты, а севернее Карабахского нагорья—Михтукянский хребет. В зарубежной части Зангезурского региона в Иране расположен хребет Карадаг. На территории региона проходит ряд крупных глубинных разломов различных направлений.

Разрушительные землетрясения в регионе происходили как в прошлом, так и в XX веке. Первые сведения о землетрясениях Зангезурского региона относятся к первой половине VIII века,

Когда в долине, расположенной к югу от оз. Севан между Южно-Севанским и Даралагязским хребтами, 21 июля 735 г. произошло разрушительное Вайоцзорское землетрясение, силой порядка 8 баллов. Землетрясение длилось 40 дней и произвело большие разрушения. Во многих местах на земной поверхности и в горах образовались трещины и большое количество жителей (порядка 10000 человек) вместе со своими домами погибло в расщелинах [89, 118, 91, 122, 36].

По данным Каталога сильных землетрясений Армянского на-

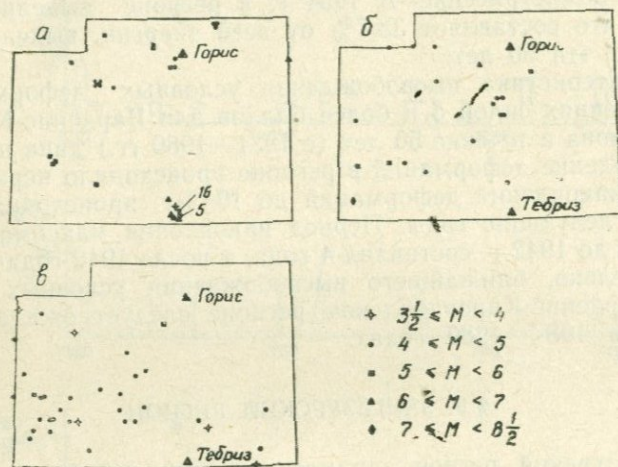


Рис. 69. Карты эпицентров сильных землетрясений Зангезурского региона за периоды: а—735—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

горья нами для исследуемого региона составлены карты эпицентров землетрясений силой 5 и более баллов за периоды с 735—1900 гг. (рис. 69а), с 1901—1950 гг. (рис. 69б), с 1951—1980 гг. (рис. 69в) и построены пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса в регионе в широтном и меридиональном направлениях за периоды с 735—1900 г. (рис. 70) и с 1900—1980 гг. (рис. 71).

Нами также построены графики хода сейсмического процесса во времени для Зангезурского региона за периоды с 735—1880 гг. (рис. 72а) и с 1880—1980 гг. (рис. 72б).

На основании построенных карт, диаграмм и графиков, установлена картина распределения сейсмичности Зангезурского региона в пространстве и во времени. В регионе следующее за Вайоцзорским землетрясением было землетрясение в Тебризе

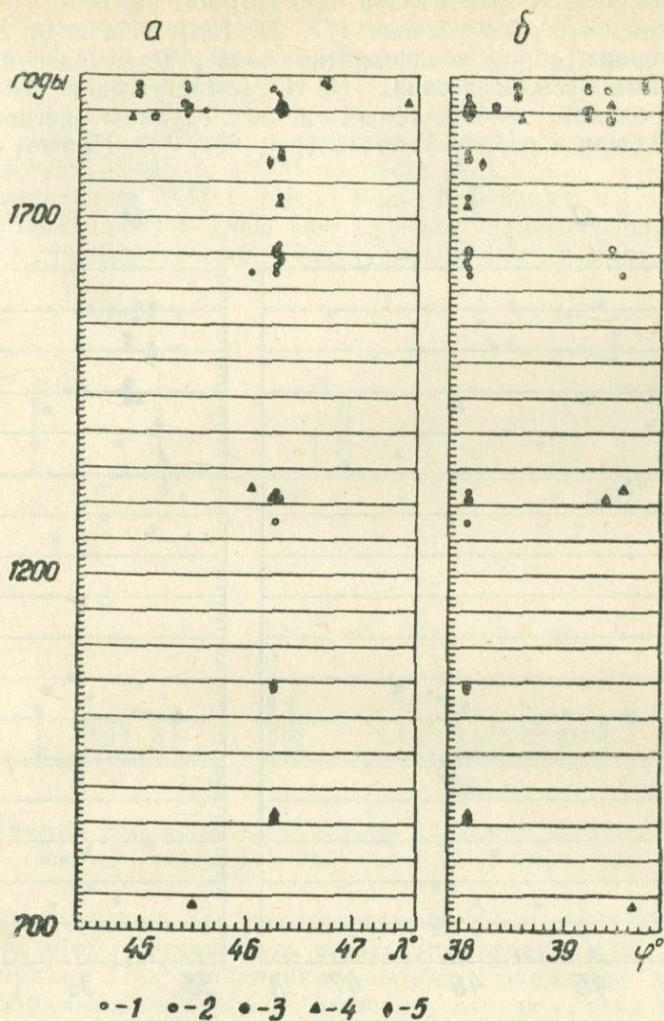


Рис. 70. Распределение сильных землетрясений Зангезурского региона в период с 735—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} < M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$,
5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

в 855—856 гг. силой 7—8 баллов, при котором город был разрушен и затем отстроен заново [77, 97, 122]. Начиная с этого времени город Тебриз неоднократно подвергается разрушениям при сильных землетрясениях. Из 47 землетрясений силой 5 и более баллов, наблюдаемых в исследуемом регионе до 1900 г., 26 были в районе Тебриза (рис. 69а, 70). Причем в этом

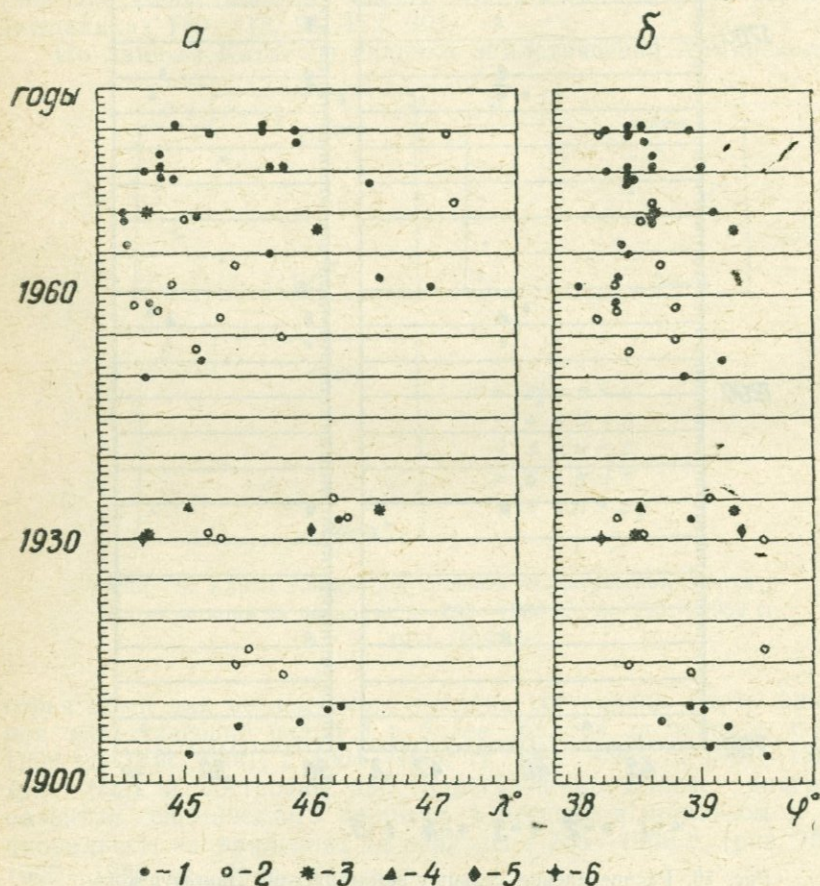


Рис. 71. Распределение сильных землетрясений Зангезурского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 5— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$, 6— $M \geq 7$.

районе произошли самые сильные землетрясения региона за этот период. Пять землетрясений имели магнитуду $M \geq 5\frac{1}{2}$ (восьмибалльное 858 года, восьми-девятибалльное 1042 г., девятибалльное 1641 г., восьми-девятибалльное 1721 г. и девятибалльное 1780 г.)

Землетрясение 1042 г. произошло осенью поздно вечером, ближе к ночи и полностью разрушило половину города. При этом землетрясении погибло 40000 человек [97].

Землетрясение 1641 г. имело место 5 февраля, в один из самых холодных зимних дней. Оно вызвало сильные разрушения в Тебризе и его окрестностях, уездах Хосров, Шах и Урка, а также

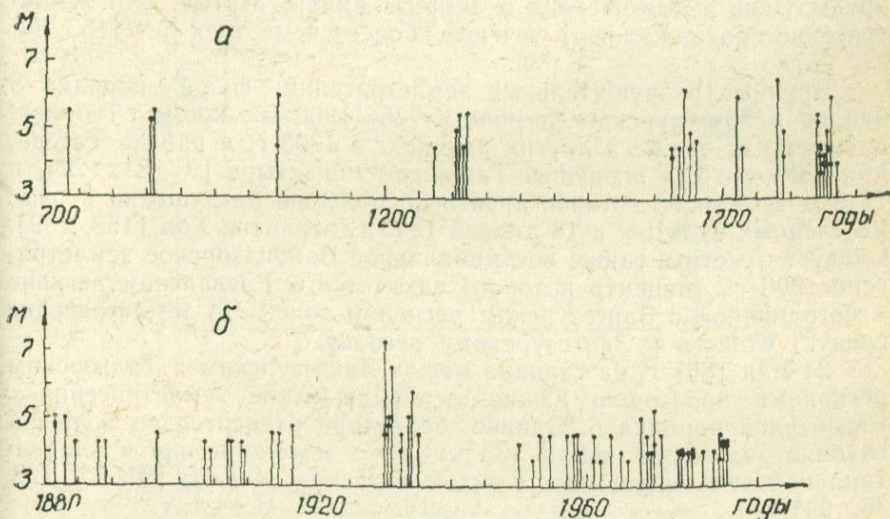


Рис. 72. Графики хода сейсмического процесса во времени для Зангезурского региона за периоды: а—с 735—1880 гг., б—с 1880—1980 г.

в селении Духуркан. Землетрясение сопровождалось сильным гулом и грохотом. Разрушились все здания, ограды и высокие мечети Тебриза. Под развалинами погибло множество людей. В грунте образовались глубокие трещины, откуда стала вытекать вода; расположенное в долине село погрузилось в трещину и покрылось камнями и громадными глыбами. Сотрясения продолжались в течение шести месяцев, причем в первые два месяца повторялись довольно часто, иногда 5—6 раз в течение одних суток [9, 115, 122, 97, 139].

Землетрясение 1721 г. сопровождалось сильным ветром. При этом землетрясении погибло 80000 (или 70000) человек [91, 97, 122].

Землетрясение 1780 г. явилось самым сильным землетрясением региона ($M=6\frac{1}{2}$) за период с 735—1900 гг. Оно произошло зимой, 17 января ночью и сопровождалось ужасающим грохотом и сильным ветром. Землетрясение вызвало очень сильные разрушения в Тебризе и его окрестностях: Хое, Салмасте, Урмии, Гунае, Басуе и во многих селениях этой области. Особенно сильно разрушился город Тебриз. Превратились в груды развалин его величественные постройки, палаты, крепость, мечети. Образовались широкие и глубокие разрывы и пропасти. От землетрясения погибло 100000 человек. Оно причинило столько вреда, сколько все предыдущие землетрясения в Тебризе вместе взятые. Это землетрясение продолжалось в течение более, чем трех лет [153, 77, 97, 95].

Крупные разрушительные землетрясения силой порядка 8 баллов в Зангезурском регионе с 735—1900 гг., кроме Тебриза, происходили также в других районах: в 1308 г. в районе Татева, при котором был разрушен Татевский монастырь [91, 81, 122], в 1319 г. в Сюнике, которое произвело большие разрушения в ряде населенных пунктов, а 18 апреля 1843 г. в районе Хоя [153, 139]. Следует отметить также восьмибалльное Вайоцзорское землетрясение 906 г., эпицентр которого находится в Ереванском регионе в пограничной с Зангезурским регионом зоне. Это землетрясение следует отнести к Зангезурскому региону.

24 мая 1861 г. на границе между Зангезурским и Талышским регионами произошло Южно-Азербайджанское землетрясение с магнитудой порядка 6. Однако, благодаря относительно большой глубине залегания очага (35 км), это землетрясение в эпицентральной зоне ощущалось с силой порядка 7 баллов [91, 81, 122, 36, 95].

Как следует из графика хода сейсмического процесса в Зангезурском регионе за период с 735—1880 гг. (рис. 72а), наиболее крупные землетрясения в регионе происходили с 1641 по 1861 гг.

В начале XX столетия (в период с 1901—1930 гг.) в основном происходили землетрясения с магнитудой $M < 5$ (рис. 71, 72б). Из 13 землетрясений силой 5 и более баллов два землетрясения имели магнитуду $M \geq 5$. 6 мая 1930 г. вечером в 22 час. 34 мин. произошло Дилманское землетрясение с магнитудой порядка $7\frac{1}{4}$. В эпицентральной зоне землетрясение проявилось с силой 9—10 баллов. Были большие разрушения в ряде городов Ирана. Особенно сильно пострадал город Салмаст. Были разрушены или сильно пострадали 60 деревень. Были большие человеческие жертвы. За 15,5 часов до основного толчка произошел семибалльный форшок этого землетрясения. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками. На рис. 73.1 дан график форшочков и афтершоков силой 5 и более баллов. Как следует из этого

графика, после основного толчка произошли два афтершока такой силы. Первый афтершок ощущался спустя 1 сутки и 17 часов после основного толчка и имел магнитуду $6\frac{1}{4}$, а второй афтершок—спустя 28 суток и 9 часов после основного толчка и имел магнитуду $5\frac{1}{4}$ [81, 36, 123, 75, 77, 95, 139].

Второе крупное землетрясение за этот период (с 1901—1930 гг.) произошло опять-таки в 1930 г. и имело магнитуду $M=5$.

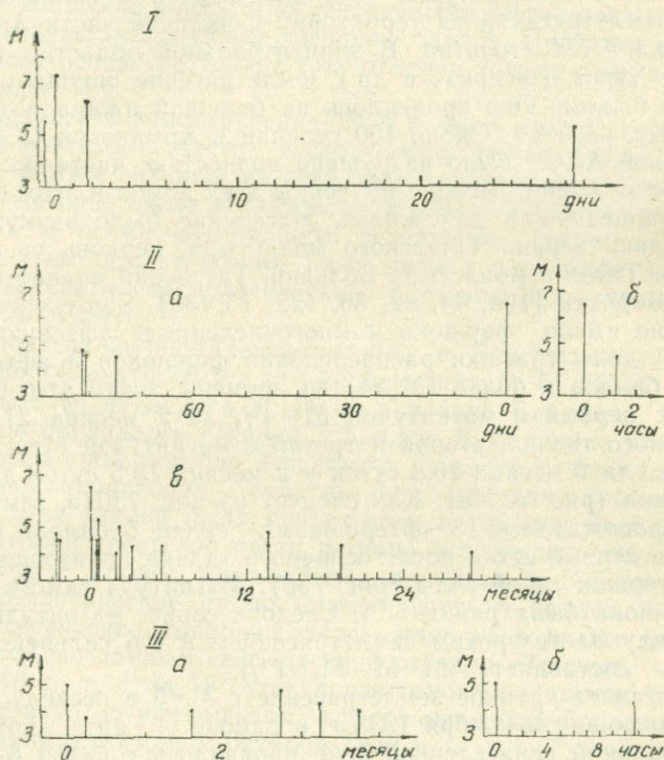


Рис. 73. Распределение сильных форшоков и афтершоков при землетрясениях: I—Дилманском 6/V 1930 г., II—Зангезурском 27/IV 1931 г., III—Зангезурском 9/VI 1968 г.

Эпицентр землетрясения был расположен в 25 км к юго-западу от Хоя. Благодаря значительной глубине залегания очага (60 км) землетрясение в эпицентральной зоне ощущалось лишь с силой 5—6 баллов [132, 149].

Период с 1931—1980 гг. характеризуется относительно большим количеством землетрясений силой 5 и более баллов. За этот период в Зангезурском регионе произошло 70 землетрясений такой силы. При этом 42 землетрясения были основными толчками, а 28—афтершоками. Наиболее крупные землетрясения имели место в начале периода.

27 апреля 1931 г. произошло разрушительное Зангезурское землетрясение с магнитудой порядка $6\frac{1}{2}$. Это самое сильное из всех землетрясений на территории Советской части Армянского нагорья в XX столетии. В эпицентральной области (селения Ахлатян, Хурст, Насервас и др.) землетрясение ощущалось с силой 8—9 баллов. Оно проявилось на большой площади (примерно 100 тыс. кв. км). Около 100 селений в Армянской ССР и Нахичеванской АССР было разрушено полностью, частично, или же сильно повреждено. Больше половины всех домов в этих селениях стали непригодными для жилья. Население было эвакуировано. Разрушились церкви Татевского монастыря, церковь св. Минаса в деревне Татев и монастырь Большой Татевский анапат на берегу реки Воротан [104, 44, 82, 36, 122, 75, 130]. Зангезурское землетрясение имело форшоки и многочисленные афтершоки. На рис. 73.П даны графики распределения форшоков и афтершоков силой 5 баллов и более ($M \geq 4$) во времени. Были отмечены три форшока: первый с магнитудой $M = 4\frac{3}{4}$ за 2 месяца 21,5 суток до основного толчка, второй и третий с магнитудой $M = 4\frac{1}{2}$ соответственно за 2 месяца 20,8 суток и 2 месяца 15,5 суток до основного толчка (рис. 73.Па). Как следует из рис. 73.Нв, землетрясение сопровождалось 13 афтершоками силой 5 баллов и более. Причем в первые сутки после основного толчка произошел только один афтершок такой силы (рис. 73б). Магнитуда самого сильного афтершока была равна $5\frac{1}{4}$. Следовательно, магнитудная ступень между Зангезурским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет $\Delta M = M - M_1 = 1\frac{1}{4}$.

Следующее крупное землетрясение с $M = 5$ в исследуемом регионе произошло 6 ноября 1933 г. в районе г. Гартз, которое в эпицентральной ненаселенной зоне проявилось с силой 6—7 баллов [13, 148, 75, 95].

22 февраля 1934 г. в Иране в районе Хоя произошло землетрясение с магнитудой $M = 5\frac{3}{4}$. Глубина залегания очага этого землетрясения была порядка 30 км, благодаря чему в эпицентральной зоне оно ощущалось с силой лишь 7 баллов. Это землетрясение ощущалось с силой 5—6 баллов в городах, расположенных в советской части исследуемого региона: Сисиане, Нахичеване, Ордубате, Шуше, Мегри [81, 36, 123, 153, 160, 75, 77].

Спустя 34 года в регионе 9 июня 1968 г. произошло землетрясение с магнитудой $M = 5$. Это второе Зангезурское землетрясение

в эпицентральной зоне ощущалось с силой 7—8 баллов. Оно проявилось со значительной силой в Кафанском и Сисианском районах Армянской ССР, а также в Нахичеванской АССР. Землетрясение это повторилось 1 сентября 1968 г. с магнитудой 4,8 и имело интенсивность в эпицентре 8 баллов. Афтершоковый процесс при II Зангезурском землетрясении представлен на рис. 73.III. Как следует из графика, приведенного на рис. 73.IIIa. форшоки силой 5 и более баллов при этом землетрясении не были отмечены. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, из которых 6 ощущались с силой 5 и более баллов. При этом в первые сутки после основного толчка был отмечен только один афтершок такой силы.

Зангезурское землетрясение 1968 г. было самым сильным не только в советской части исследуемого Зангезурского региона, но также самым сильным на всей территории советской части Армянского нагорья после землетрясения 1931 г. Учитывая это обстоятельство, а также возможность детального сейсмологического изучения этого землетрясения, нами ниже в параграфе 9.1 приводятся результаты сейсмологического изучения Зангезурского землетрясения 1968 г.

Последнее крупное землетрясение в Зангезурском регионе произошло 14 марта 1970 г. и имело магнитуду $5\frac{1}{4}$ [144, 127, 77, 139]. Эпицентр находился в Иране в районе Бадалана, где землетрясение ощущалось с силой 7 баллов. В Бадалане все здания были повреждены, погибло 4 человека. Землетрясение ощущалось на большой территории, охватив ряд иранских городов, где 30—70% всех зданий были повреждены в той или иной степени. На территории советской части региона это землетрясение также ощущалось. В Горисе, находящемся примерно в 180 км от эпицентра, землетрясение имело интенсивность 5 баллов. Бадаланское землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками. Согласно данным сейсмической станции «Тебриз», до конца марта 1970 г., т. е. за 18 суток после основного толчка, было зарегистрировано 38 афтершоков. Афтершоки силой 5 баллов и более отмечались до конца октября 1970 г.

Следует отметить, что северная часть исследуемого региона в XX столетии стала менее сейсмоактивной (рис. 69б, в), чем до 1900 г. (рис. 69а), а в последние 30 лет за исключением Зангезурского землетрясения 1968 г. эпицентры всех землетрясений расположены в западной, юго-западной и южной частях региона.

На графике хода сейсмического процесса в Зангезурском регионе за последние 100 лет, с 1880 по 1980 гг. (рис. 72б), отмечается некоторая периодичность во времени сильных землетрясений с магнитудой $M \geq 5$, а именно, активные периоды в 1881—1883 гг., 1930—1934 гг., 1968—1970 гг. разделяются периодами, когда такой силы землетрясения не отмечены. Следовательно, период

возникновения землетрясений с магнитудой $M \geq 5$ в Зангезурском регионе составляет $40,5 \pm 6,5$ лет.

В исследуемом регионе за все время (с 735—1980 гг.) произошло 136 землетрясений силой 5 и более баллов, из которых 102 являлись основными толчками, а 34—афтершоками. Распределение этих землетрясений по магнитуде дано в табл. 20. Как следует из этой таблицы, из общего числа основных землетрясений (102) только 25 имели магнитуду $M \geq 5$. Магнитуда остальных 77 землетрясений была меньше 5. Следует отметить, что 41% всех землетрясений падает на последние 50 лет (с 1931—1980 гг.). На рис. 74а дано распределение количества этих землетрясений по годам в течение этих 50 лет. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, в регионе в течение 1931—1935 гг. происходили 1 или 2 землетрясения силой 5 баллов и более, затем наступило затишье до 1950 г. Начиная с 1950 г. количество землетрясений постепенно увеличивалось и в конце периода дошло до 4.

Нами подсчитано, что в Зангезурском регионе при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 735 по 1980 гг. выделилось всего $161277,6 \cdot 10^{11}$ Дж, а при учете Вайоцдорского землетрясения 906 г.— $162277,6 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 24,9% всей энергии, т. е. $40196,4 \cdot 10^{11}$ Дж (при учете Вайоцдорского землетрясения 906 г.—25,4%, или же $41196,4 \cdot 10^{11}$ Дж) выделилось за 735—1900 гг., 64,2%, или $103499,2 \cdot 10^{11}$ Дж (63,8% при учете Вайоцдорского землетрясения 906 г.)—за 1901—1930 гг., а 10,9% (10,8% при

Таблица 20

Распределение землетрясений Зангезурского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений		3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₂	7 ¹ / ₄	Всего
Число землетрясений	за 735—	о	1	5	7	13	3	6	2	5	—	3	1	—	47
	1900 гг.	а	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
	за 1901—	о	—	2	4	3	2	1	—	—	—	—	—	1	13
	1930 гг.	а	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	4
	за 1931—	о	5	14	6	12	—	2	1	—	1	—	—	1	42
	1980 гг.	а	1	12	6	4	3	1	1	—	—	—	—	—	28
	за 735—	о	6	21	17	28	5	9	3	5	1	3	1	2	102
	1980 гг.	а	3	12	6	4	3	2	2	1	—	—	1	—	34
	Всего		9	33	23	32	8	11	5	6	1	3	2	2	136

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

учете Вайоцзорского землетрясения 906 г.), или $17582 \cdot 10^{11}$ Дж выделилось за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.).

Таким образом, наибольшее количество энергии в регионе выделилось благодаря Дилманскому землетрясению 1930 г. с $M=7\frac{1}{4}$ за первые тридцать лет XX столетия, когда произошло наименьшее количество землетрясений силой 5 баллов и более (17 землетрясений), а наименьшее количество энергии выделилось за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.), когда было отмечено наибольшее количество землетрясений (70).

Распределение энергии землетрясений по годам в течение пос-

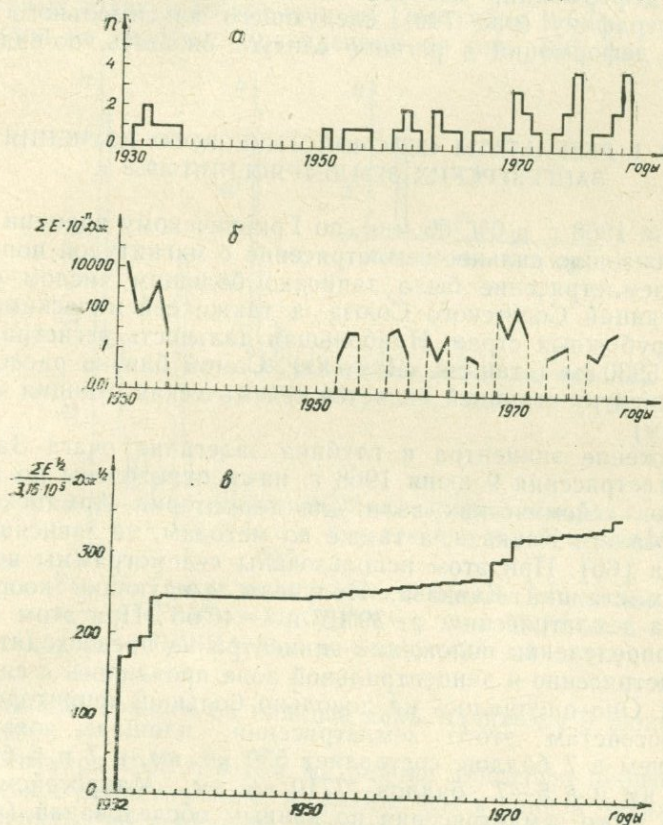


Рис. 74. Характеристики землетрясений Зангезурского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

ледних 50 лет дано на рис. 74б. Согласно графику, приведенному на этом рисунке, максимальное выделение энергии в регионе было в 1931 г. (I Зангезурское землетрясение), затем в 1934 г. (Хойское землетрясение), в 1970 г. (Бадаланское землетрясение) и в 1968 г. (II Зангезурское землетрясение).

Характеристика высвобождения условной деформации в регионе за 50 лет (с 1931—1980 гг.) при землетрясениях силой 5 и более баллов дана на рис. 74в. После интенсивного высвобождения деформаций в 1931—1934 гг. в регионе в основном шло накопление деформаций, которое высвободилось в 1968—1970 гг. Согласно графику (рис. 74в), следующего максимального высвобождения деформаций в регионе следует ожидать, по-видимому, в 2002 г.

§ 9. 1. РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗАНГЕЗУРСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ 1968 г.

9 июня 1968 г. в 0 ч. 56 мин. по Гринвичскому времени в Зангезуре произошло сильное землетрясение с магнитудой порядка 5.

Это землетрясение было записано большим числом сейсмических станций Советского Союза, а также сейсмическими станциями зарубежных стран. Наибольшая дальность регистрации составляет 5930 км (станция «Якутск»). Самой близко расположенной к эпицентру станцией является сейсмическая станция «Горис» ($\Delta = 34$ км).

Положение эпицентра и глубина залегания очага Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г. нами определены по палетке годографов сейсмических волн для территории Армянского нагорья и Малого Кавказа, а также по методам, не зависящим от годографа [66]. При этом использованы сейсмограммы всех сейсмических станций Кавказа. Получены следующие координаты эпицентра землетрясения: $\varphi = 39^{\circ}16'$ и $\lambda = 46^{\circ}06'$. При этом погрешность в определении положения эпицентра не превосходит 10 км.

Землетрясение в эпицентральной зоне проявилось с силой 7—8 баллов. Оно ощущалось на довольно большой территории. Согласно изосейстам этого землетрясения, площадь, охваченная сотрясением в 7 баллов, составляет 550 кв. км, в 7 и 6 баллов—2670 кв. км и в 5—7 баллов—7710 кв. км. Макросейсмический эпицентр этого землетрясения по данным обследований (в основном, по остаточным деформациям в рельефе местности) имеет координаты $\varphi = 39,2^{\circ}$ $\lambda = 46,1^{\circ}$ [94]. Он расположен в 7—8 км южнее эпицентра, определенного нами по инструментальным наблюдениям.

Землетрясение сопровождалось многочисленными толчками, отмеченными на сейсмических станциях Кавказа. Так, станция

«Горис» в течение 24 часов, т. е. первых суток после замлетрясения, записала 58 афтершоков. На рис. 75а приведен график числа толчков во времени, представляющий подекадное число последующих толчков начиная с $K=7$ и выше. Как следует из этого графика, основное число последующих толчков в количестве 85 произошло за первые два дня после основного землетрясения, т. е. 9 и 10 июня (первая декада июня). За вторую и третью декаду июня произошло примерно одинаковое количество землетрясений (34—36). Затем имел место их спад, и в последней декаде августа повторных толчков во времени до 1 сентября 1968 г. особенно четко виден на графике, приведенном на рис. 75б, где даны числа

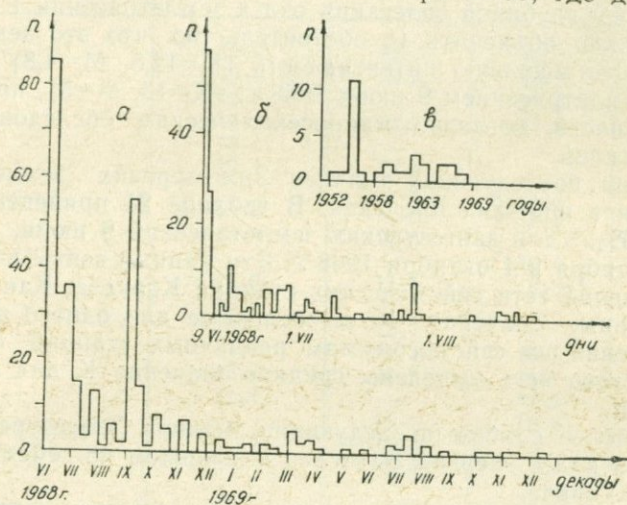


Рис. 75. График числа толчков во времени за периоды:
а—с 9/VI 1968 г.—31/XII 1969 г., б—с 9/VI 1968 г.—
31/VIII 1968 г., в—с 1952 г.—V 1968 г.

последующих толчков за каждый день, начиная с 9 июня по 31 августа 1968 г.

1 сентября 1968 г. в том же районе Зангезура произошло второе сильное землетрясение, в связи с чем в первой декаде сентября количество последующих толчков сильно возросло (до 55). Затем наблюдался снова спад числа толчков, который происходил быстрее, чем в первом случае после землетрясения 9 июня.

Землетрясение 1 сентября 1968 г. в эпицентральной зоне проявилось с силой 8 баллов [94]. Координаты эпицентра и глубина залегания очага этого землетрясения определены нами по

палетке годографов для Армянского нагорья и Малого Кавказа, а также по методам, не зависящим от годографа. Координаты эпицентра этого землетрясения оказались равными $\varphi = 39^{\circ}17'$, $\lambda = 46^{\circ}01'$. Глубина залегания очага землетрясения получилась равной 4—6 км. Следует отметить, что только очаг землетрясения 9 июня 1968 г. имеет глубину порядка 14 км; очаги всех остальных последующих толчков, и в том числе землетрясения 1 сентября 1968 г., являются более поверхностными, залегающими на глубине 4—6 км. По всей вероятности, первоначальный процесс разрядки напряжений в земной коре при Зангезурских землетрясениях 1968 г. начался на глубине 10—20 км, а затем распространился выше.

Меньшей глубиной залегания очага землетрясения 1 сентября 1968 г. можно объяснить то обстоятельство, что это землетрясение, имевшее меньшую интенсивность ($K=12,5$, $M=4,8$) по сравнению с землетрясением 9 июня 1968 г. ($K=13$, $M=5$), проявилось на поверхности, согласно макросейсмическим обследованиям, с большей силой.

Энергия последующих толчков Зангезурских землетрясений изменяется в широких пределах. В таблице 21 приведены значения $K = \lg E_{\text{Дж}}$ для зангезурских землетрясений 9 июня, 1 сентября, 16 сентября и 1 октября 1968 г. Эти данные взяты из Каталога наблюдений сети сейсмических станций Кавказа. Как видно из этой таблицы, значения K , вычисленные для одного и того же землетрясения по сейсмограммам различных станций, отличаются, вследствие чего выведены средние значения K для этих землетрясений.

Для более слабых последующих толчков Зангезурского землетрясения класс энергии вычислен в основном по сейсмограммам станции «Горис».

Отношение суммарной энергии серии последующих толчков к энергии главного толчка, согласно данным Беньоффа [138], Рихтера [161], Уцу [166], К. В. Пшенникова [109], составляет примерно 0,01—0,1. В случае Зангезурских землетрясений 1968 г. энергия главного толчка составляет 10^{13} Дж, а суммарная энергия последующих толчков с 9 июня по 31 августа 1968 г. составляет $63500 \cdot 10^7$ Дж, т. е. их отношение равно примерно 0,06. Если же землетрясение 1 сентября 1968 г. считать последующим толчком землетрясения 9 июня 1968 г., то суммарная энергия последующих толчков землетрясения 9 июня 1968 г. за период с 9 июня 1968 г. по 31 декабря 1969 г. составляет $414296 \cdot 10^7$ Дж, а отношение суммарной энергии последующих толчков к энергии главного толчка в этом случае равно 0,41, что значительно превышает обычно наблюдаемые для этой величины значения.

Указанное обстоятельство говорит в пользу того, что, возможно, землетрясение 1 сентября 1968 г. не является афтершоком землетрясения 9 июня 1968 г., и что оба указанных землетрясения являются двумя главными толчками. В этом случае, принимая землетрясение 1 сентября 1968 г. за главный толчок с энерги-

Таблица 21

Результаты определения класса энергии для наиболее сильных зангезурских землетрясений 1968 г.

Наименование станций	Значения $K = \lg E_{\text{Дж}}$			
	9/VI	1/IX	16/IX	1 X
Абастумани	12,6	11,7	10,8	10,5
Ахалкалаки	12,4	12,3	10,2	10,4
Бакуриани	12,4	—	11,3	11,0
Богдановка	12,0	12,3	11,0	10,8
Гегечкори	13,4	—	—	—
Гори	13,7	13,5	—	10,2
Горис	—	12,1	11,2	—
Душети	12,4	12,8	11,8	11,1
Зугдиди	13,0	12,3	—	—
Кировабад	—	—	10,4	10,1
Лагодехи	12,0	11,5	9,8	—
Ленинканд	13,0	—	—	—
Махачкала	13,6	12,1	—	—
Они	11,5	11,5	10,5	—
Степанаван	12,3	12,3	11,7	11,4
Тбилиси	11,8	—	11,0	10,3
Хаиши	—	12,4	10,0	—
Цебельда	—	12,3	—	—
Шемаха	—	12,5	—	10,7
Средн. значения	12,3	12,3	10,8	10,7
Принято	13	12,5	11,0	11,0

ей $10^{12,5}$ Дж, для последующих толчков этого землетрясения за период времени с 1 сентября 1968 г. по 31 декабря 1969 г. получим величину суммарной энергии, равную $34596 \cdot 10^7$ Дж, а отношение суммарной энергии последующих толчков к энергии главного толчка—0,11, что является приемлемым значением для этой величины.

Для построения графика повторяемости последующих толчков Зангезурского землетрясения нами использованы данные о последующих толчках, имеющих $K=8, 9, 10$ и 11 , зарегистрированных на сейсмической станции «Горис» и происшедших за период с 9 июня 1968 г. по 9 июня 1969 г. на площади в 1000 кв. км. Ис-

ходные данные для построения графиков повторяемости последующих толчков Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г. приведены в табл. 22.

Графики повторяемости построены способами распределения и суммирования.

В случае использования способа распределения уравнение прямой графика повторяемости имеет вид:

$$\lg N^* = 6,37 - 0,50K \pm 0,04, \quad (\text{II.45})$$

а в случае использования способа суммирования:

$$\lg N^* = 6,92 - 0,55K \pm 0,02. \quad (\text{II.46})$$

Эти графики повторяемости представлены на рис. 76а. Угловой коэффициент γ графика повторяемости последующих толчков Зангезурского землетрясения в случае способа распределения получился равным:

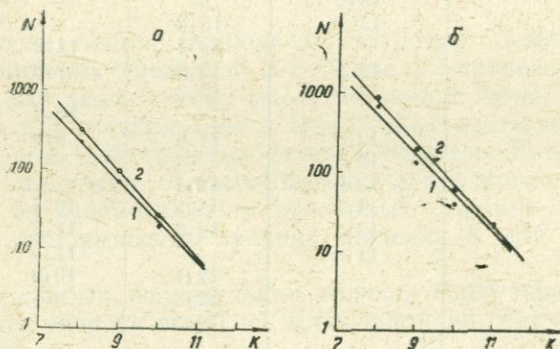


Рис. 76. Графики повторяемости последующих толчков Зангезурского землетрясения за периоды: а—с 9/VI 1968 г.—9/VI 1969 г., б—с 9/VI 1968 г.—31/VIII 1968 г.

1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

$$\gamma = 0,50 \pm 0,02, \quad (\text{II.47})$$

а в случае способа суммирования:

$$\gamma = 0,55 \pm 0,01 \quad (\text{II.48})$$

Учитывая, что, по всей вероятности, землетрясение 1 сентября 1968 г. является самостоятельным землетрясением, а не последующим толчком землетрясения 9 июня того же года, нами были

Таблица 22

Последующие толчки Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г.
за период до 9 июня 1969 г.

K	8	9	10	11
N	222	65	19	7
N*	222	66	19	7
lg N*	2,3464	1,8195	1,2738	0,8451
ΣN	314	92	26	7
ΣN*	314	92	26	7
lg ΣN*	2,4969	1,9638	1,4150	0,8451

построены также графики повторяемости последующих толчков для той же территории в 1000 кв. км за период с 9 июня 1968 г. по 31 августа 1968 г., т. е. график повторяемости последующих толчков только землетрясения 9 июня 1968 г. за этот период. Исходные данные для построения этих графиков повторяемости приведены в табл. 23.

Графики повторяемости, построенные способами распределения и суммирования, представлены на рис. 766.

Уравнение графика повторяемости, полученное методом наименьших квадратов, в случае использования способа распределения имеет вид:

$$\lg N^* = 6,68 - 0,50K \pm 0,17. \quad (II.4)$$

а в случае использования способа суммирования:

$$\lg N^* = 7,09 - 0,53K \pm 0,08. \quad (II.50)$$

Таблица 23

Последующие толчки Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г. за период до 31 августа 1968 г.

K	8	9	10	11
N	150	30	9	5
N*	653,57	130,71	39,21	21,79
lg N*	2,8153	2,1162	1,5934	1,3383
ΣN	194	44	14	5
ΣN*	815,29	191,71	61,00	21,79
lg ΣN*	2,9271	2,2826	1,7853	1,3383

При этом угловой коэффициент графика повторяемости в случае способа распределения получился равным:

$$\gamma = 0,50 \pm 0,07, \quad (II.51)$$

а в случае способа суммирования:

$$\gamma = 0,53 \pm 0,03. \quad (II.52)$$

В результате сопоставления графиков повторяемости, построенных для последующих толчков Зангезурского землетрясения и для землетрясений, происшедших на всей территории советской части Армянского нагорья, а также на всей территории Армянского нагорья и Малого Кавказа, можно отметить равенство угловых коэффициентов в первом случае и некоторое возрастание углового коэффициента графика повторяемости последующих толчков Зангезурского землетрясения 1968 г. по сравнению с графиком повторяемости для всей территории Армянского нагорья и Малого Кавказа [58].

Такого же характера зависимость была установлена К. В. Пшеничковым для Прибайкалья [109]. Согласно его данным, график повторяемости землетрясений Прибайкалья за десятилетний период имеет угловой коэффициент $\gamma = 0,32$, а графики повторяемости последующих толчков Гоби-Алтайского (1957 г.) и Среднебайкальского (1959 г.) землетрясений имеют угловой коэффициент $\gamma = 0,60$.

Возрастание величины γ для последующих толчков наблюдал ранее Рихтер [114]. Согласно его данным, для землетрясений всей Калифорнии $\gamma = 0,61$, а для последующих толчков землетрясения в Керн Каунти 1952 г. $\gamma = 0,72$.

Однако такая зависимость наблюдается не для всех районов. Так, например, для последующих толчков Нурекского землетрясения 1965 г. В. И. Бунэ не отмечает изменения углового коэффициента графика повторяемости [23].

Вывод о равенстве углов наклона графиков повторяемости повторных толчков сильных землетрясений и землетрясений всего района в целом сделан при изучении сейсмического режима Вахшского района Таджикской ССР [24]. Нами также не отмечены изменения углового коэффициента графика повторяемости для последующих толчков Чалдыранского землетрясения 1976 г. [70].

При Зангезурских землетрясениях 1968 г. предваряющие толчки—форшоки не отмечались. Начиная с февраля 1968 г. землетрясения в этом районе сейсмическими станциями также не отмечены.

Расширение Кавказской сети сейсмических станций, а также установка на многих станциях Кавказа однотипной аппаратуры с 1952 г. значительно повысило количество записываемых землетря-

сений Малого Кавказа и особенно южной его части, района Зангезура, где в прошлом известны разрушительные землетрясения. Повысилась также точность определения положения очагов этих землетрясений. На рис. 75в приведен график количества землетрясений с $K=8,9$ и 10 по годам с 1952 по V 1968 гг. на территории, оконтуренной окружностью радиусом 50 км с центром, взятым в эпицентре землетрясения 9 июня 1968 г. (радиус в 50 км взят исходя из площади осязаемости в 5—7 баллов при землетрясении 9 июня 1968 г.). Как видно из этого графика, за период с 1952 г. по май 1968 г. наибольшее усиление активности в этой зоне наблюдалось в 1955 г., когда были отмечены 10 землетрясений с $K=9$ и одно землетрясение с $K=10$. В 1968 г. до Зангезурского землетрясения произошло лишь одно землетрясение с $K=10$ и то в начале года—21 января. Землетрясений с $K>10$ в рассматриваемый период не отмечалось. Из этого графика также следует, что в районе Зангезура в период между крупными разрушительными землетрясениями имеют место землетрясения меньшей силы и, по-видимому, с увеличением числа сейсмических станций в этом районе и установкой высокочувствительной аппаратуры, число записываемых землетрясений сильно увеличится; при этом будут уверенно определяться координаты эпицентров землетрясений с $K<8$.

Нами построен график высвобождения условных деформаций за период с 1952 г. по май 1968 г. для территории, оконтуренной окружностью радиусом 50 км с центром, взятым в эпицентре землетрясения 9 июня 1968 г., который приведен на рис. 77. Согласно графику высвобождения условных деформаций, усиление сейсмической активности за рассматриваемый период наблюдалось в 1955 г. Верхняя пунктирная линия на рис. 77, проведенная по точкам минимальной деформации, представляет процесс накопления условных деформаций на исследуемой территории. Значительный разброс точек минимальной деформации за отдельные годы относительно этой линии указывает, что скорость накопления деформации по отдельным годам, начиная с 1952 г., не являлась постоянной. Из графика, приведенного на рис. 77, следует также, что в земной коре исследуемой территории к началу 1968 г. имелся определенный запас накопившихся деформаций (величине накопившихся деформаций на рисунке соответствует расстояние по вертикали между точками на линии накопления деформаций и на графике высвобождения условных деформаций), способных вызвать землетрясение.

Землетрясение 9 июня 1968 г. сопровождалось многочисленными афтершоками. На рис. 78 приведен график высвобождения условных деформаций, начиная с 9 июня 1968 г. по декабрь 1969 г. Согласно этому графику, высвобождение условных деформаций

происходит довольно интенсивно в течение примерно 1,5 месяца, затем наблюдается сейсмически менее активный интервал времени, продолжающийся до 1 сентября. 1 сентября 1968 г. в том же районе происходит второе крупное землетрясение. При этом активное высвобождение условных деформаций происходит 1 сен-

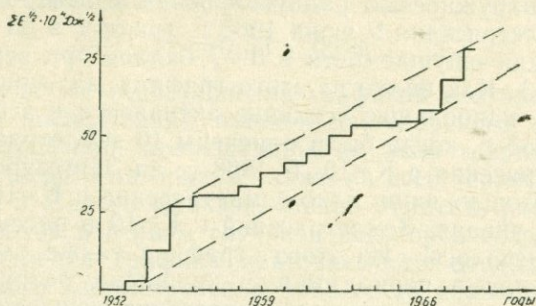


Рис. 77. График высвобождения условных деформаций в районе Зангезурского землетрясения за период времени с 1952 г. по май 1968 г.

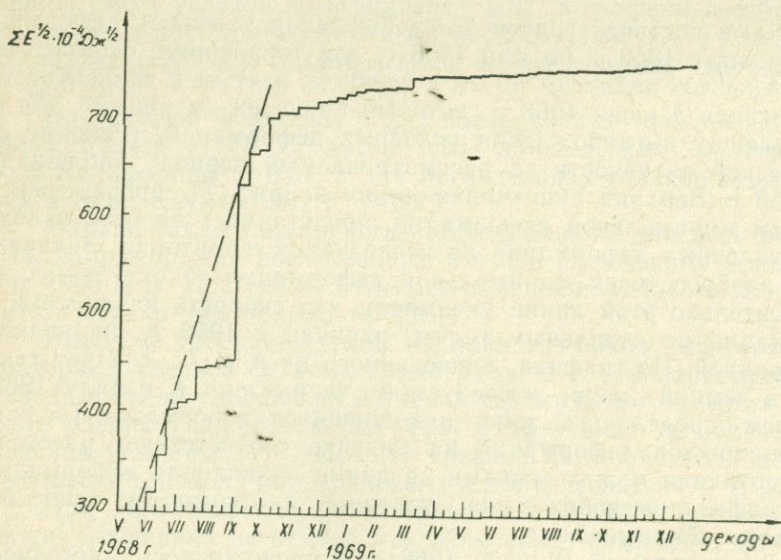


Рис. 78. График высвобождения условных деформаций при Зангезурских землетрясениях 1968 г.

тября, 16 сентября и 1 октября 1968 г. После этого высвобождение условных деформаций происходит со значительно меньшей активностью.

Как видно из рис. 78, скорость накопления деформаций за короткий промежуток времени с 9 июня по 1 октября 1968 г. имеет постоянный характер, а также имеется хорошее соответствие между величинами накопившихся в земной коре деформаций и происшедшими в указанный период землетрясениями.

§ 10. ТАЛЫШСКИЙ РЕГИОН

Талышский регион занимает территорию, ограниченную с запада меридианом $47,5^\circ$ восточной долготы, с юга— 38° северной широты, а с севера и востока—границей между Малым Кавказом и Куринской низменностью. Основное место в регионе занимают Талышские горы. Наиболее высокой горой является гора Себелан (4821 м). В регионе имеется несколько крупных разломов различного направления.

Рассматриваемый регион характеризуется малым количеством землетрясений с магнитудой $M > 4$. Согласно КATALOGу сильных землетрясений Армянского нагорья, первые сведения о землетрясениях относятся к 893 г., когда в районе Ардебиля ощущались толчки силой 8—9 баллов. Город был полностью разрушен, погибло 50000 человек [153, 97, 95, 139].

Для исследуемого региона нами построены карты эпицентров сильных землетрясений (5 баллов и более) за периоды с 893—1900 гг. (рис. 79а), с 1901—1950 гг. (рис. 79б), с 1951—1980 гг. (рис. 79в), пространственно-временные диаграммы развития сейсмического процесса в широтном и меридиональном направлениях за периоды с 891 по 1900 гг. (рис. 80) и с 1900 по 1980 гг. (рис. 81), а также графики хода сейсмического процесса в регионе за периоды с 893—1880 гг. (рис. 82а) и с 1880—1980 гг. (рис. 82б).

Согласно построенным картам, диаграммам и графикам, после 893 г. в регионе на протяжении 968 лет не были отмечены землетрясения силой 5 и более баллов. В 1861 г. произошло Южно-Азербайджанское землетрясение, которое было рассмотрено в предыдущем параграфе при исследовании Зангезурского региона, так как эпицентр этого землетрясения расположен на границе между Талышским и Зангезурским регионами.

До 1900 г. здесь произошло всего пять землетрясений с силой 5 и более баллов (рис. 79а, 80, 82а). При этом эпицентры трех землетрясений были расположены в районе г. Ардебиля: упомянутое выше землетрясение 893 г. силой 8—9 баллов, 3 января

1864 г. силой 8 баллов, вызвавшее разрушения в Ардебиле и в других городах Ирана, продолжавшееся в течение всего января, иногда по 6 раз в сутки, при котором погибло до 500 человек [91, 83, 36, 122] и, наконец, третье землетрясение 22 марта 1879 г. силой 9 баллов, которое вызвало большие разрушения в Ардебильском округе; несколько селений, в том числе села Кара-Ши-

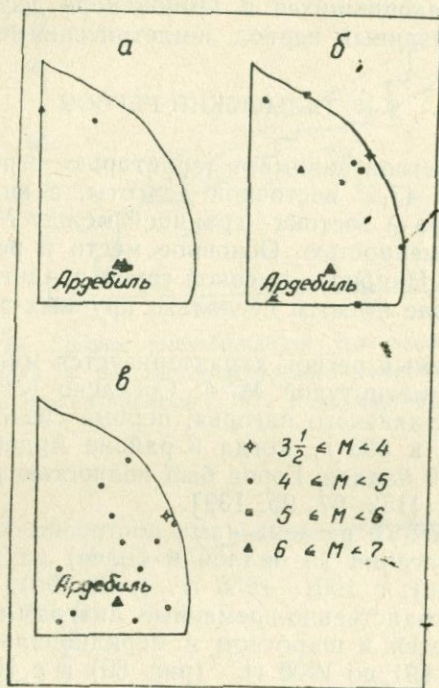


Рис. 79. Карты эпицентров сильных землетрясений Талышского региона за периоды: а—893—1900 гг., б—1901—1950 гг., в—1951—1980 гг.

рак с 100 жителями, Армудаг с 150 домами, Саригамиш со всеми жителями, Енгиджа и Диза были полностью уничтожены; сильно пострадал город Миан; поселок Тярке был полностью разрушен и покрыт землей, погибли около 1000 семейств; землетрясение сильно ощущалось в Ордубаде, Шуше, Беясуваре и Ленкорани, но больших повреждений в зданиях и человеческих жертв при этом не было [36, 122, 123, 77].

В первой половине XX века (с 1901—1950 гг.) произошло все-

го 9 землетрясений силой 5 и более баллов. Эпицентры этих землетрясений расположены в северной, восточной и юго-восточной частях исследуемого региона (рис. 79б). Западная и юго-западная части региона в этот период являлись асейсмичными. В этот период произошло пять землетрясений с магнитудой $M \geq 5$ (рис. 81, 82б). Это шестибалльные землетрясения 5 сентября 1902 г. в районе Баграмтана и 2 июня 1917 г. в 30 км к юго-востоку от Ардебилья, семибалльное глубокое Ардебильское землетрясение 19 фев-

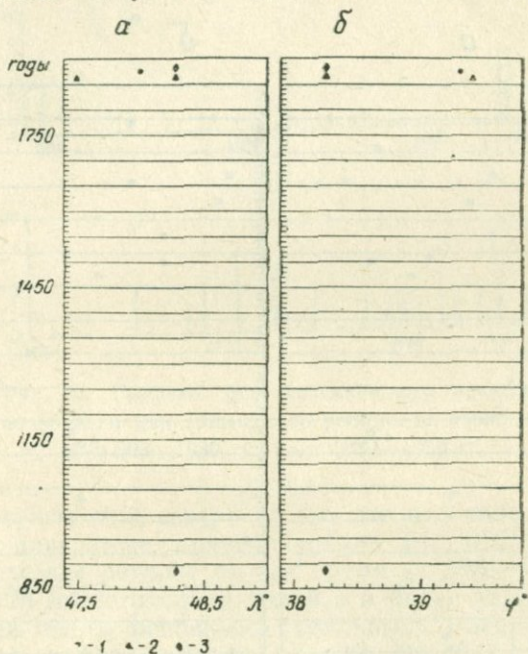


Рис. 80. Распределение сильных землетрясений Талышского региона в период с 893—1900 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $5\frac{1}{2} \leq M < 6\frac{1}{4}$, 3— $6\frac{1}{4} \leq M < 7$.

раля 1924 г., которое распространилось на большую территорию, охватив весь Карабах, нижнее течение реки Куры, Талыш и вызвало повреждения зданий в городах Ардебиль, Гадрут, Ванк, Белясувар, Карягино, Шуша и др. [36, 129, 122, 110, 123, 77, 139], шестибалльное землетрясение 5 июля 1931 г. в 20 км к северо-за-

паду от Масаллы и шестибалльное Иранское землетрясение 11 июля 1940 г., которое в советских городах Гадрут, Пришиб и Степанакерт ощущалось с силой 5 баллов [36, 129, 144, 77, 95].

Следует отметить, что в первой половине XX века в период с 1901—1950 гг. крупные землетрясения с магнитудой $M \geq 5$ происходили через каждые 11 ± 4 года (рис. 82б).

Во второй половине XX века, в период с 1951—1980 гг. произошло наибольшее количество землетрясений (13), но их магниту-

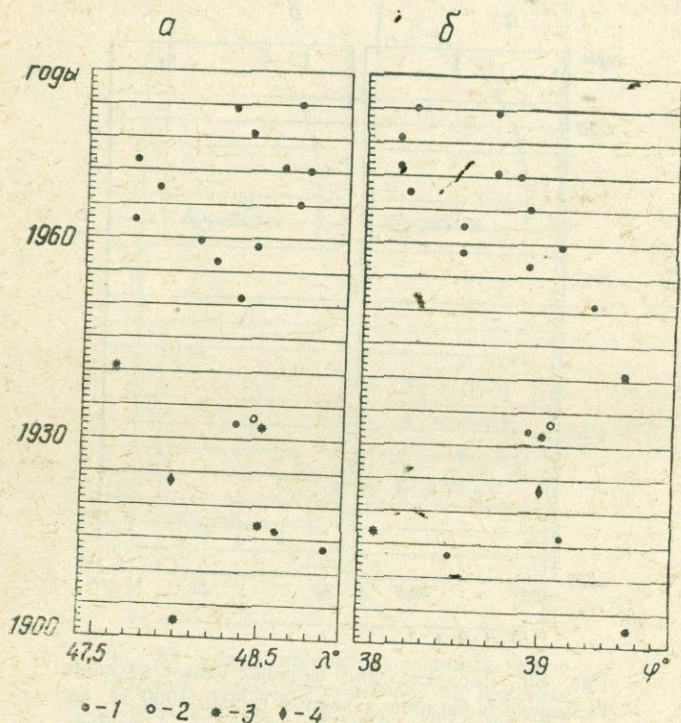


Рис. 81. Распределение сильных землетрясений Талышского региона в период с 1900—1980 гг. во времени и по земной поверхности: а—в широтном направлении, б—в меридиональном направлении.

1— $M < 4\frac{1}{2}$, 2— $4\frac{1}{2} \leq M < 5$, 3— $5 \leq M < 5\frac{1}{2}$, 4— $6\frac{1}{4} < M < 7$.

да меньше $4\frac{1}{2}$ (рис. 82б). За этот период было всего четыре землетрясения с магнитудой $M = 4\frac{1}{4}$. Причем эти наиболее сильные землетрясения в регионе за 30 лет происходили с интервалом в восемь лет, а именно в 1951, 1959, 1967 и 1975 гг. Распределение

эпицентров землетрясений в регионе в период с 1951—1980 гг. несколько иное, чем в предыдущие периоды: эпицентры землетрясений расположены в восточной, южной и юго-западной частях региона, а северная часть региона является асейсмичной. Таким образом, со временем произошла миграция очагов землетрясений с севера и северо-востока региона на юг и юго-запад (рис. 79в). В течение 30 лет последнего периода также имела место миграция

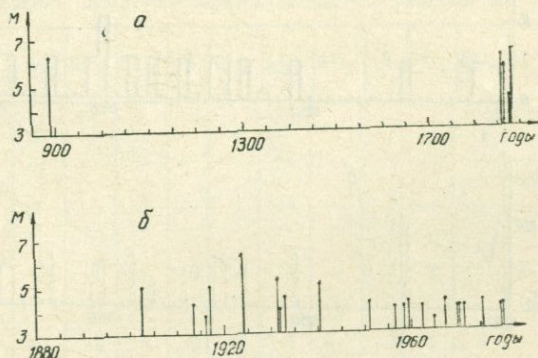


Рис. 82. Графики хода сейсмического процесса во времени для Талышского региона за периоды: а—с 893—1880 гг., б—с 1880—1980 гг.

очагов землетрясений с севера на юг, что особенно четко прослеживается на диаграмме, приведенной на рис. 81б.

В исследуемом регионе за все время (с 893—1980 гг.) произошло всего 28 землетрясений силой 5 и более баллов, причем 27 землетрясений были основными толчками. Распределение этих землетрясений по магнитуде дано в табл. 24. Как следует из этой таблицы, 9 землетрясений имели магнитуду $M=5-6\frac{1}{4}$, а 18— $M \leq 4\frac{1}{2}$. Из общего числа 27 основных землетрясений 5 произошло до 1900 г., 5—до 1930 г. и 17—за последние 50 лет, т. е. за период с 1931—1980 гг. Распределение количества землетрясений по годам в течение 50 лет дано на рис. 83а. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, годы, когда в регионе происходило одно землетрясение, чередуются с годами, когда землетрясения силой 5 и более баллов не были отмечены. Только в 1970 г. произошли 2 землетрясения. С 1931 по 1955 гг., т. е. течение первых 25 лет, в регионе произошло всего лишь пять землетрясений. С 1956 г. начинается активизация сейсмичности в регионе.

Согласно нашим подсчетам, в Талышском регионе за все время (с 893 по 1980 гг.) при землетрясениях силой 5 и более бал-

лов выделилось всего $28467,4 \cdot 10^{11}$ Дж. При этом 70,8% от всей энергии, т. е. $20157,5 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось в 893—1900 гг., когда произошло всего пять землетрясений, 27,7% ($7891 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и лишь 1,5% ($418,9 \cdot 10^{11}$ Дж)—за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.), когда произошло наибольшее количество землетрясений.

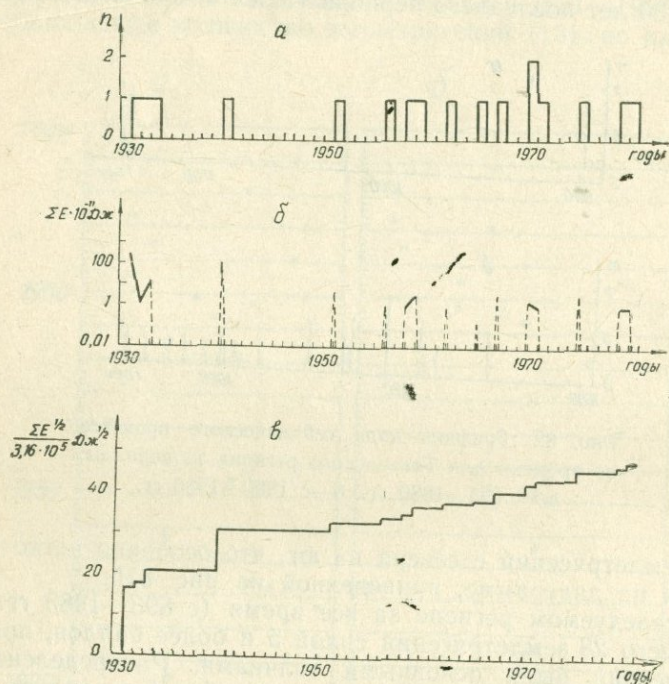


Рис. 83. Характеристики землетрясений Талышского региона за период с 1931—1980 гг.: а—распределение числа землетрясений по годам, б—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по годам.

Таким образом, за последние 50 лет выделилось незначительное количество энергии. Распределение энергии по годам в течение этих лет дано на рис. 83б. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, сейсмическая энергия в регионе выделялась не непрерывно, а отдельными порциями. При этом максимальные выделения энергии за период с 1931—1980 гг. были в 1931 и 1940 гг., затем в 1951, 1959, 1967 и 1975 гг., т. е. в те годы, когда в регионе происходили относительно крупные землетрясения.

Распределение землетрясений Талышского региона по магнитуде

Магнитуда землетрясений			3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	Всего
Число землетрясений	за 893—1900 гг.	о	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	2	5
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 1901—1930 гг.	о	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	1	5
		а	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
	за 1931—1980 гг.	о	1	—	9	4	1	—	1	1	—	—	—	—	17
		а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	за 893—1980 гг.	о	1	1	9	6	1	—	3	1	1	—	1	3	27
		а	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
	Всего		1	1	9	6	1	—	4	1	1	—	1	3	28

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

Согласно приведенному на рис. 83б графику, в течение 1984—85 гг. в регионе следовало ожидать очередного относительно большого высвобождения накопленной деформации. И действительно, в первой половине 1986 г. здесь произошли сильные землетрясения, при которых высвободилось такое количество деформации.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ В ЦЕЛОМ

Детальное изучение сейсмических условий десяти отдельных регионов, на которые была разделена вся исследуемая территория Армянского нагорья, показало, что проявление сейсмичности в этих регионах неодинаковое. Нами рассматривается сейсмическая взаимосвязь этих регионов. С этой целью проводится сравнительный анализ сейсмичности регионов: количества землетрясений в разные периоды наблюдений, суммарной энергии, выделенной при землетрясениях силой 5 и более баллов, высвобожденной условной деформации и т. д.

Исследованы сейсмические условия всей рассматриваемой территории Армянского нагорья в целом.

На основании данных Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья составлена табл. 25, в которой дано распределение сильных землетрясений (5 баллов и выше) по магнитуде. Как следует из этой таблицы, из общего числа 1158 землетрясений 802 являлись основными толчками, а 356—афтершоками. При этом 144 основных землетрясений имели магнитуду от 5 до 6-ти, 42 землетрясения—магнитуду от 6 до 8-ми, а остальные 616—меньше 5-ти.

За период с 550 г. до н. э. по 1900 г. произошло 237 землетрясений (из них 13 являлись афтершоками), за период 1901—1930 гг.—231 землетрясение (из них 64 афтершоки), а основная масса, 696 землетрясений (из них 279 афтершоки)—за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.). Распределение основных землетрясений за эти 50 лет по годам дано на рис. 84а. Согласно графику, приведенному на этом рисунке, максимальное количество землетрясений произошло в 1940 г. и в 1968—1970 гг. Периоды большой сейсмической активности имели место через каждые 4—7 лет. Начиная с 1958 г. количество землетрясений на исследуемой территории значительно увеличилось.

Проведено сопоставление количества землетрясений в отдельных регионах Армянского нагорья за все время, с 550 г. до

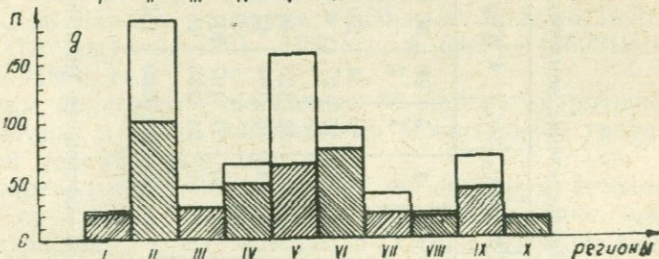
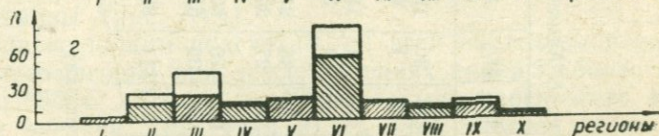
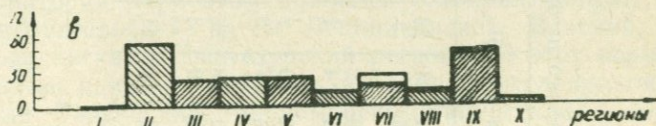
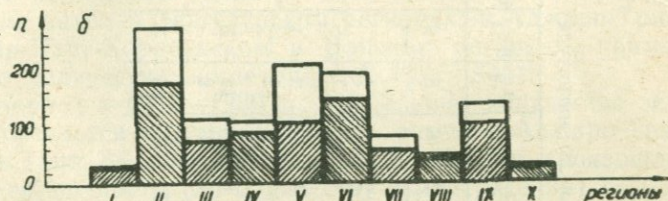
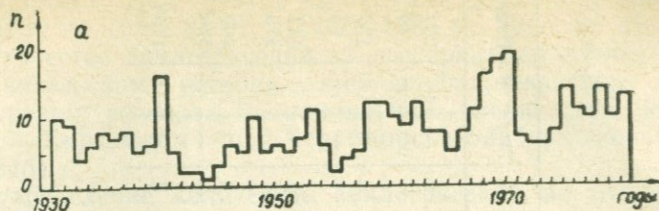


Рис. 84. Распределение числа сильных землетрясений Армянского нагорья: а—по годам в период с 1931—1980 гг., б—по регионам за все время, в—то же с 550 г. до н. э.—1900 гг., г—то же с 1901—1930 гг., д—то же с 1931—1980 гг. Заштрихованная площадь соответствует числу основных землетрясений, незаштрихованная—числу форшоков и афтершоков.

Таблица 25

Распределение землетрясений Армянского нагорья по магнитуде

Магнитуда землетрясений			3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	5	5 ¹ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₂	6 ³ / ₄	7	7 ¹ / ₄	8	Всего
Число землетрясений	за 550 г до н. э.—1900 г.	о а	— —	1 —	5 1	28 2	36 —	36 2	30 1	19 6	24 1	22 —	2 —	8 —	8 —	2 —	1 —	2 —	— —	— —	224 13
	за 1901— 1930 гг.	о а	— —	— 3	13 10	44 27	23 6	40 3	11 4	16 3	2 4	8 1	2 2	3 —	2 1	— —	2 —	— —	1 —	— —	167 64
	за 1931— 1980 гг.	о а	— 2	9 3	33 10	125 104	48 42	96 55	38 27	25 24	12 7	8 2	4 —	5 2	2 1	1 —	3 —	1 —	— —	1 —	411 279
	за 550 г. до н. э.—1980 г	о а	— 2	10 6	51 21	197 133	107 48	172 60	79 32	60 33	38 12	38 3	8 2	16 2	12 2	3 —	6 —	3 —	1 —	1 —	802 356
	Всего		2	16	72	330	155	232	111	93	50	41	10	18	14	3	6	3	1	1	1158

* о—основные толчки, а—афтершоки (или форшоки)

н. э. по 1980 г. (рис. 84б) и за периоды до 1900 г. (рис. 84в), с 1901—1930 гг. (рис. 84 г), с 1931—1980 гг. (рис. 84 д). Наибольшее количество землетрясений за все время произошло в Эрзинджан-Бингёльском регионе, затем в Ленинанканском, Ванском, Зангезурском регионах, а наименьшее количество землетрясений—в Талышском и Черноморско-Байбуртском регионах (рис. 84б).

Распределение количества землетрясений по отдельным регионам за указанные периоды неодинаковое. Так, до 1900 г. наибольшее количество землетрясений произошло в Эрзинджан-Бингёльском, затем в Зангезурском регионах; в Аджаро-Триалетском, Ардахан-Карс-Хорасанском и Ванском регионах—примерно одинаковое количество землетрясений (рис. 84в).

В период с 1901—1930 гг. наибольшее количество землетрясений отмечается в Ленинанканском, затем в Аджаро-Триалетском регионе (рис. 84г). В период с 1931—1980 гг. произошла активизация сейсмичности (по количеству землетрясений) всей исследуемой территории. При этом наиболее сейсмоактивными были Эрзинджан-Бингёльский, затем Ленинанканский, Ванский, Ардахан-Карс-Хорасанский и Зангезурский регионы. В этот период, как и в остальные, наименее сейсмоактивными на исследуемой территории были Талышский, Черноморско-Байбуртский и Кировабадский регионы (рис. 84 д).

Согласно нашим подсчетам, на всей исследуемой территории Армянского нагорья при землетрясениях силой 5 и более баллов за время с 550 г. до н. э. по 1980 г. выделилось всего $1351646,3 \cdot 10^{11}$ Дж энергии. При этом 21,1% этой энергии, т. е. $285653,3 \cdot 10^{11}$ Дж, выделилось за время с 550 г. до н. э. по 1900 г., 15,2% ($205674 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1901—1930 гг. и 63,7% ($860319 \cdot 10^{11}$ Дж)—за 1931—1980 гг.

Таким образом, за последние 50 лет на территории Армянского нагорья в целом наблюдается значительное увеличение выделенной сейсмической энергии.

Распределение этой энергии по годам в течение 50 лет (с 1931 по 1980 гг.) дано на рис. 85а. На графике, приведенном на этом рисунке, через каждые 5 ± 2 года имеются пики сейсмической энергии величиной $E > 4000 \cdot 10^{11}$ Дж. Эти пики имеют место в 1931, 1935, 1939, 1946, 1949, 1954, 1960, 1966, 1971 и 1976 гг. Следовательно, следующего максимального пика сейсмической энергии на исследуемой территории следовало ожидать в $1981 \pm \pm 2$ года. Действительно, в 1983 г. в районе Карса—Эрзурума произошло одно из крупнейших землетрясений Армянского нагорья в XX столетии.

Однако не во всех регионах наибольшее выделение сейсмической энергии происходило в период с 1931—1980 гг. Так, в Аджаро-Триалетском, Ереванском, Варденис-Кировабадском и Та-

лышском регионах, как следует из табл. 26, основное количество выделившейся сейсмической энергии (более 70% от всей энергии, выделившейся в данном регионе) относится к периоду до 1900 г., а в Ленинаканском и Зангезурском регионах более 50% всей энергии—к первым 30 годам XX столетия (с 1901—1930 гг.). Активное выделение сейсмической энергии за 50 лет (с 1931—

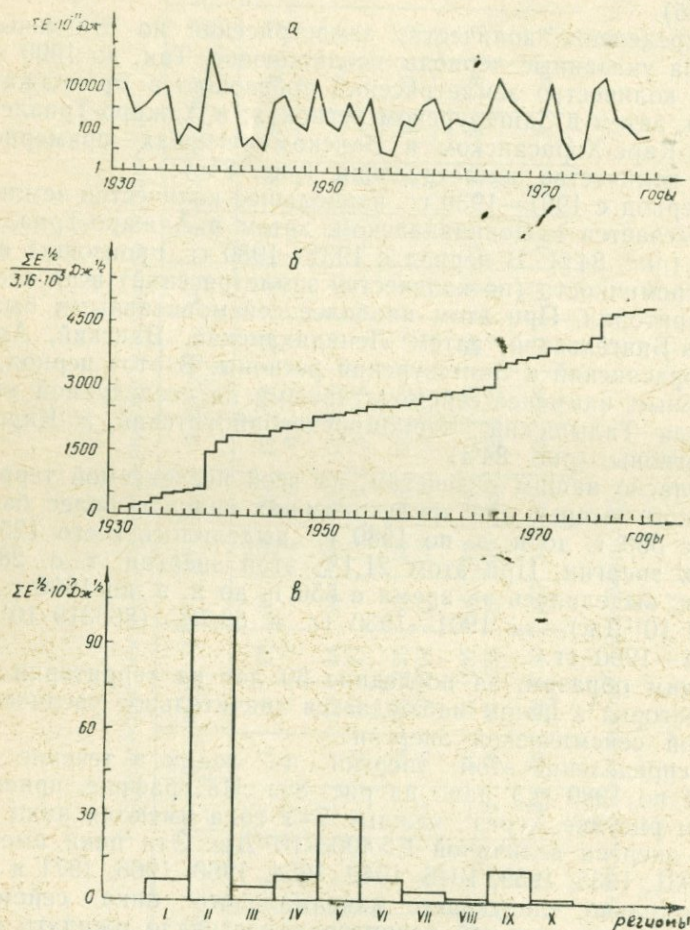


Рис. 85. Характеристики землетрясений Армянского нагорья за период с 1931—1980 гг.: а—график изменения суммарной годовой величины сейсмической энергии во времени, б—график высвобождения упругой деформации по годам, в—график высвобождения суммарной упругой деформации по регионам.

1980 гг.) происходило в Черноморско-Байбуртском, Эрзинджан-Бингёльском, Ардахан-Карс-Хорасанском и Ванском регионах, т.е. в северо-западной, западной и юго-западной областях исследуемой территории.

В таблице 26 приведены также года максимального выделения сейсмической энергии и количества землетрясений в отдель-

Таблица 26

Распределение энергии в регионах по периодам

№ п/п	Регион	Относительная энергия в %			Годы максимумов за 1931—1980 гг.	
		до 1900г.	1901—1930 гг.	1931—1980 гг.	энергии	количества землетрясений
1	Черноморско-Байбуртский	0,008	31,5	68,5	1954	1969
2	Эрзинджан-Бингёльский	12,4	5,9	81,7	1939	1960
3	Аджаро-Триалетский	75,8	13,0	11,2	1940	—
4	Ардахан-Карс-Хорасанский	26,5	33,4	40,1	1935	1940
5	Ванский	11,9	18,4	69,7	1976	1978
6	Ленинаканский	26,5	51,0	22,5	1959	1958
7	Ереванский	96,7	0,5	2,8	1962	—
8	Варденис-Кировабадский	98,5	0,9	0,6	1954	1931
9	Зангезурский	25,4	63,8	10,8	1931	1975, 1980
10	Талышский	70,8	27,7	1,5	1931	1970

Таблица 27

Средняя плотность энергии в Армянском нагорье и в его регионах

Регисн	Площадь региона в кв. км	Средняя плотность энергии землетрясений 10 ⁻⁹ Дж/1000 кв. км, год			
		по 1900г.	1901—1930 гг.	1931—1980 гг.	за все время
Вся территория Армянского нагорья	320000	36	2142	5377	167
Черноморско-Байбуртский	55400	0,16	242	315	253
Эрзинджан-Бингёльский	59630	164	3372	28055	1246
Аджаро-Триалетский	15440	314	1122	581	367
Ардахан-Карс-Хорасанский	28630	24	899	647	82
Ванский	37000	35	1447	3292	268
Ленинаканский	17190	17	924	245	58
Ереванский	17270	75	34	105	75
Варденис-Кировабадский	18560	75	33	12	72
Зангезурский	51880	66	6650	678	249
Талышский	19000	105	1384	44	137

ных регионах в течение последних 50 лет. Как следует из этой таблицы, максимальное выделение энергии при землетрясениях 5 и более баллов в отдельных регионах происходило в разные годы, причем эти годы не соответствуют годам максимального количества землетрясений. Максимальные выделения сейсмической энергии в отдельных регионах происходили в 1931—1940 гг., затем после тринадцатилетнего перерыва—в 1954—1962 гг. и снова после тринадцатилетнего перерыва—в 1976 г.

В отдельных регионах за все рассматриваемое время выделилось не одинаковое количество энергии при землетрясениях силой 5 и более баллов. Наибольшее количество сейсмической энергии (75% от всего количества энергии, выделенной на всей исследуемой территории Армянского нагорья) выделилось в Эрзинджан-Бингёльском регионе, затем в Зангезурском (11% всей энергии) и в Ванском регионах (6% всей энергии). В Ленинаканском, Черноморско-Байбуртском, Варденис-Кировабадском, Ардахан-Карс-Хорасанском, Талышском, Ереванском и Аджаро-Триалетском регионах выделилось сейсмической энергии по 0,5—2% от всей энергии.

Однако десять сейсмоактивных регионов, на которые нами разделена вся территория Армянского нагорья, имеют различную площадь и величину периода наблюдений до 1900 г. С целью сравнения отдельных регионов по величине выделившейся энергии в разные периоды времени нами были вычислены значения средней плотности сейсмической энергии, выделившейся на площади в 1000 кв. км в течение одного года. В таком определении средняя плотность энергии, при предположении о равномерном распределении этой энергии в пространстве и во времени, в какой-то мере может служить энергетической характеристикой исследуемого региона. Полученные величины сведены в табл. 27. Как следует из этой таблицы, до 1900 г. наиболее сейсмоактивным (по величине средней плотности сейсмической энергии) являлся Аджаро-Триалетский регион, а наименее сейсмоактивным—Черноморско-Байбуртский. В период с 1901 по 1930 гг. наиболее сейсмоактивным был Зангезурский регион, а наименее активным—Варденис-Кировабадский. И, наконец, в период с 1931—1980 гг. наиболее сейсмоактивным был Эрзинджан-Бингёльский регион, а наименее сейсмоактивным—опять-таки Варденис-Кировабадский регион.

Средняя плотность сейсмической энергии, взятая за все время, имеет наибольшее значение— $1246 \cdot 10^9$ Дж/1000 кв. км, год для Эрзинджан-Бингёльского, а затем для Аджаро-Триалетского 367 Дж/1000 кв. км, год), Ванского (268 Дж/1000 кв. км, год) и Зангезурского (249 Дж/1000 кв. км, год) регионов.

Согласно данным табл. 27, средняя плотность сейсмической энергии имела наибольшие значения в Аджаро-Триалетском, Ар-

дахан-Карс-Хорасанском, Ленинаканском, Зангезурском и Талышском регионах в период с 1901—1930 гг., в Варденис-Кировабадском регионе—до 1900 г., а в Черноморско-Байбуртском, Эрзинджан-Бингёльском, Ванском и Ереванском регионах—в 1931—1980 гг. Следовательно, четыре последних региона в настоящее время являются наиболее сейсмоактивными в смысле выделения сейсмической энергии.

Характеристика высвобождения условной деформации на всей территории Армянского нагорья при землетрясениях силой 5 и более баллов за пятидесятилетний период (с 1931—1980 гг.) дана на рис. 85б. Как следует из графика, приведенного на этом рисунке, максимальное высвобождение условной деформации на исследуемой территории произошло в 1939 г., затем в 1966 и 1976 гг.

На рисунке 85в даны суммарные за 50 лет (с 1931—1980 гг.) величины условной деформации в отдельных регионах. Согласно этому рисунку, наибольшая величина суммарной деформации наблюдалась в Эрзинджан-Бингёльском регионе ($9907 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$), а наименьшая—в Варденис-Кировабадском ($132 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$). Следовательно, в Эрзинджан-Бингёльском регионе за 50 лет высвободилось в 75 раз больше условной деформации, чем в Варденис-Кировабадском регионе.

В южной части исследуемой территории, где расположены Эрзинджан-Бингёльский, Ванский и Зангезурский регионы, в направлении с запада на восток наблюдается уменьшение высвобожденной условной деформации в двух соседних регионах примерно в 3 раза.

На рис. 86 представлен процесс годовичного высвобождения условной деформации на всей территории Армянского нагорья при разрушительных землетрясениях с магнитудой $M \geq 5\frac{1}{2}$ в течение 100 лет (с 1881—1980 гг.). Этот график высвобождения условной деформации при землетрясениях с $M \geq 5\frac{1}{2}$ нами построен для двух случаев: 1) условная деформация вычислялась как для основных толчков, так и для афтершоков с $M \geq 5\frac{1}{2}$ (сплошная линия 1 на рис. 86), 2) при определении условной деформации афтершоки исключались, т. е. условная деформация вычислялась только для основных землетрясений (пунктирная линия 2 на рис. 86). Как следует из графика, приведенного на рис. 86, с 1881 по 1902 гг. на территории Армянского нагорья происходило весьма незначительное высвобождение деформаций. Начиная с 1903 г. имеет место ощутимое высвобождение деформаций, которое в значительных количествах происходит не непрерывно, а в отдельные годы (1903, 1905, 1924, 1930, 1939 гг.). При этом величина высвобожденной деформации все время увеличивалась и в 1939 г. достигла своего максимума. После 1939 г. процесс накопления деформации

(верхняя пунктирная прямая на рис. 86) происходит с постоянной скоростью, равной $112,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}/\text{год}$.

Всего за 100 лет (с 1881—1980 гг.) в Армянском нагорье при землетрясениях с магнитудой $M \geq 5^{1/2}$ вместе с афтершоками, име-

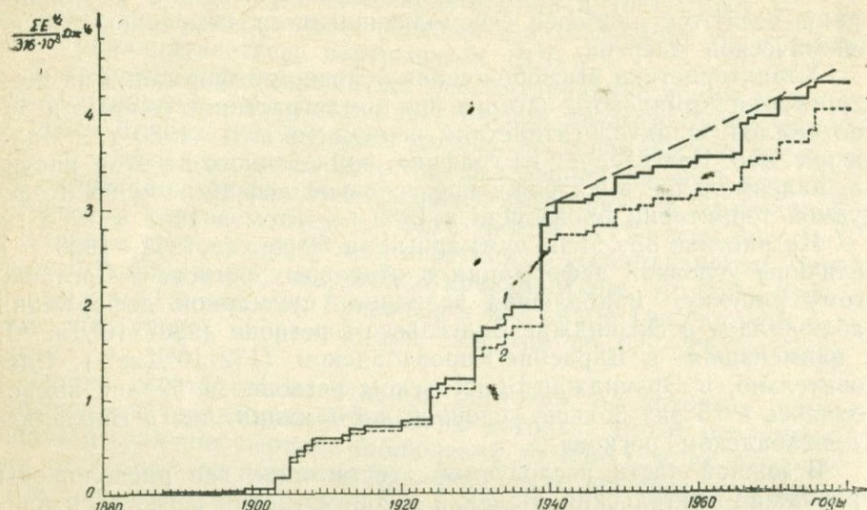


Рис. 86. Характеристика высвобождения упругих деформаций на территории Армянского нагорья в течение 100 лет при землетрясениях с $M \geq 5^{1/2}$: 1—афтершоки не исключены, 2—афтершоки исключены.

ющими интенсивность в тех же пределах, высвободилось $14204,7 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ (без афтершоков— $12655,9 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$) условной деформации. При этом $5231,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ (без афтершоков $4557,1 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$) условной деформации высвободилось за первые 50 лет (с 1881—1930 гг.), а $8973,2 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$ (без афтершоков— $8098,8 \cdot 10^5 \text{ Дж}^{1/2}$)—за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.). Следовательно, 63,2% всей деформации (при исключении афтершоков—64,0%) высвободилось за последние 50 лет.

Нами исследован вопрос магнитудной ступени $\Delta M = M - M_1$ между сильными землетрясениями Армянского нагорья (5 баллов и более) и их наиболее крупными афтершоками. С этой целью составлен график зависимости магнитудной ступени ΔM от магнитуды землетрясений M (рис. 87). Согласно Каталогу сильных землетрясений Армянского нагорья, за все рассматриваемое время (с 550 г. до н. э. по 1980 г.) на исследуемой территории произошло 57 землетрясений, для которых известны афтершоки силой 5 и бо-

лее баллов. Данные этих землетрясений в виде точек нанесены на график, приведенный на рис. 87. По этим точкам получена корреляционная зависимость между ΔM и M в виде:

$$M - M_1 = 0,26M - 0,56. \quad (\text{III.1})$$

Эта зависимость является осредненной для всех землетрясений, начиная от $M=3^{3/4}$ и до $M=8$ (прямая 1 на рис. 87). Однако, как следует из этого графика, для разрушительных землетрясений с $M \geq 5^{1/2}$ может быть получена другая зависимость ΔM от M . На основании данных о 22 землетрясениях нами для землетрясений Армянского нагорья с $M \geq 5^{1/2}$ получена следующая корреляционная зависимость (прямая 2 на рис. 87):

$$M - M_1 = 0,36M - 1. \quad (\text{III.2})$$

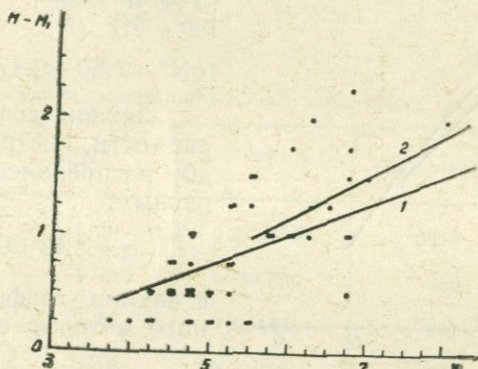


Рис. 87. График зависимости магнитудной степени от магнитуды для землетрясений Армянского нагорья.

1—для землетрясений с $M=3^{3/4} \div 8$, 2—для землетрясений с $M=5^{1/2} \div 8$.

В эту зависимость хорошо укладывается последнее самое сильное на исследуемой территории Чалдыранское землетрясение, для которого магнитудная степень, согласно наблюдениям, была равна 1,5, а по формуле (III.2), описывающей эту зависимость, получилась равной 1,52.

Для всей исследуемой территории нами по данным Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья за 50 лет (с 1931—1980 гг.) построен график повторяемости. Данные об использованных при построении графика повторяемости энергетических клас-

сах землетрясений, их количестве N , повторяемости N^* , нормированной по площади и по времени (т. е. число землетрясений, приходящееся ежегодно на 1000 кв. км площади территории Армянского нагорья), приведены в табл. 28.

График строился в логарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E_{\text{Дж}} = K$ по методам распределения (1 на рис. 88) и суммирования (2 на рис. 88).

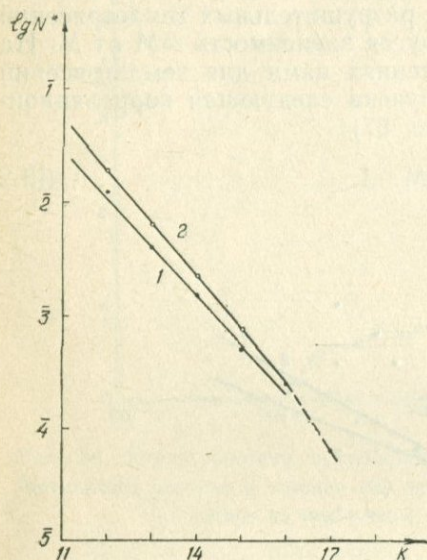


Рис. 88. Графики повторяемости землетрясений для Армянского нагорья, построенные: 1—по способу распределения, 2—по способу суммирования.

графиков, построенных по данным наблюдений за 17 лет (с 1952—1968 гг.), имеют значения: в случае использования метода распределения

$$\gamma = 0,46 \pm 0,01 \quad (\text{III.7})$$

и в случае использования метода суммирования

$$\gamma = 0,47 \pm 0,001. \quad (\text{III.8})$$

Таким образом наблюдается хорошее соответствие между величинами наклонов графиков повторяемости, построенных для

Уравнение прямой 1 графика повторяемости, полученное при использовании метода распределения, имеет вид:

$$\lg N^* = 3,18 - 0,43K \pm 0,06, \quad (\text{III.3})$$

а при использовании метода суммирования (прямая 2 на рис. 88)

$$\lg N^* = 3,85 - 0,47K \pm 0,01. \quad (\text{III.4})$$

Наклон графика повторяемости, построенного методом распределения, получился равным:

$$\gamma = 0,43 \pm 0,02, \quad (\text{III.5})$$

а наклон графика, построенного методом суммирования,

$$\gamma = 0,47 \pm 0,004. \quad (\text{III.6})$$

Для всей территории Армянского нагорья нами ранее были построены графики повторяемости [58]. Наклоны

Таблица 28

Характеристики сейсмической активности территории Армянского нагорья

K	12	13	14	15	16
N	197	63	24	8	4
N*	0,01231	0,003938	0,0015	0,0005	0,00025
lgN*	$\overline{2,0902}$	$\overline{3,5953}$	$\overline{3,1761}$	$\overline{4,6990}$	$\overline{4,3979}$
ΣN	296	99	36	12	4
ΣN^*	0,0185	0,006188	0,00225	0,00075	0,00025
lg ΣN^*	$\overline{2,2672}$	$\overline{3,7916}$	$\overline{3,3522}$	$\overline{4,8751}$	$\overline{4,3979}$

Таблица 29

Периоды повторения землетрясений на территории Армянского нагорья

K	lgN*	N*	T ₁₀₀₀ лет	Ts лет
16	$\overline{4,30}$	0,0001995	5012	15,6
15	$\overline{4,73}$	0,000537	1862	5,8
14	$\overline{3,16}$	0,001445	692	2,2
13	$\overline{3,59}$	0,00389	257	0,80
12	$\overline{2,02}$	0,01047	95	0,30
11	$\overline{2,45}$	0,02818	35,5	0,11
10	$\overline{2,88}$	0,07586	13,2	0,041

территории Армянского нагорья по данным землетрясений различной силы и по наблюдениям за различные периоды времени.

Уровень сейсмической активности A_{10} для всей территории Армянского нагорья, согласно построенным графикам повторяемости, равен в случае использования метода распределения 0,076, а в случае использования метода суммирования—0,141. Для всей территории Армянского нагорья нами ранее по данным наблюдений за 17 лет (с 1952—1968 гг.) были получены следующие значения A_{10} [58]: 0,055—в случае использования метода распределения

и 0,085—в случае использования метода суммирования. Следовательно, уровень сейсмической активности на территории Армянского нагорья в период с 1931—1980 гг. примерно в 1,5 раза выше, чем в период с 1952—1968 гг.

Используя построенный график повторяемости, мы определили периоды повторений землетрясений с $K=10 \div 16$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв. км (T_{1000}), а также по всей площади Армянского нагорья (T_s). Эти данные приведены в табл. 29. На графике повторяемости (рис. 88) в правой части при $K=17$ наблюдается отклонение книзу. Следовательно, согласно графику повторяемости, максимальным возможным землетрясением для территории Армянского нагорья является землетрясение с $K_{\max}=17$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате детального изучения землетрясений силой 5 и более баллов на территории Армянского нагорья за период с 550 г. до н. э. по 1980 г. составлен Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья.

Систематизация сведений о землетрясениях и составление Каталога сильных землетрясений Армянского нагорья позволили изучить сейсмические условия десяти отдельных регионов, на которые была разделена вся исследуемая территория, провести их сравнительный анализ и исследовать сейсмические условия Армянского нагорья в целом.

Изучение сейсмических условий отдельных регионов показало правильность идеи разделения всей исследуемой территории на отдельные регионы с целью исследования их сейсмичности, так как они находятся в различных сейсмических условиях, имеют разные периоды сейсмической активизации и в то же время сейсмически взаимосвязаны.

В результате совместного анализа карт эпицентров, пространственно-временных диаграмм развития сейсмического процесса и графиков хода сейсмического процесса во времени, построенных для отдельных регионов, сделано заключение о сейсмичности этих регионов в пространстве и во времени.

С целью сравнения сейсмичности отдельных регионов введена величина средней плотности энергии, т. е. суммарной энергии, выделенной в течение одного года на территории с площадью в 1000 кв. км. При этом величина средней плотности энергии для двух соседних регионов в одних случаях примерно одинаковая (так, для Варденис-Кировабадского и Ереванского регионов за периоды по 1900 г., с 1901—1930 гг. и за все время наблюдений), а в других случаях сильно отличается (так, средняя плотность энергии для Аджаро-Триалетского региона за период по 1900 г. почти в 2000 раз больше, чем для соседнего Черноморско-Байбуртского региона, а средняя плотность энергии для Эрзинджан-Бингёльского региона за этот же период в 1000 раз больше, чем для соседнего Черноморско-Байбуртского региона).

Выделение сейсмической энергии в каждом регионе в течение всего времени происходило неравномерно. В одних регионах

наибольшее количество сейсмической энергии выделилось до 1900 г. (Аджаро-Триалетский, Ереванский, Варденис-Кировабадский и Талышский регионы), в других—в период с 1901—1930 гг. (Ленинканский и Зангезурский регионы), а в третьих—наибольшее количество энергии выделилось в период с 1931—1980 гг. (Черноморско-Байбуртский, Эрзинджан-Бингёльский, Ардахан-Карс-Хорасанский и Ванский регионы).

В отдельных регионах отмечена миграция очагов землетрясений внутри региона с определенной скоростью. Так, в Ванском регионе в течение последних 100 лет (с 1881—1980 гг.) происходила миграция очагов землетрясений в широтном направлении с запада на восток со средней скоростью 0,7 км/год, в Черноморско-Байбуртском—миграция сейсмической активности происходила в меридиональном направлении с севера на юг со скоростью примерно 0,4 км/год, а в Эрзинджан-Бингёльском регионе начиная с разрушительного Эрзурумского землетрясения 1924 г. по 1980 г. наблюдалась миграция очагов разрушительных землетрясений с $M \geq 6^{3/4}$ в меридиональном направлении с севера на юг со скоростью 2,9 км/год.

Исследование форшокового и афтершокового процесса при сильных землетрясениях показало, что длительность и характер афтершокового процесса, количество афтершоков и наличие форшоков различно даже при землетрясениях одного и того же региона. Для Чалдыранского землетрясения получена формула зависимости числа афтершоков от времени, отражающая спад числа афтершоков со временем.

Согласно проведенному исследованию, магнитудная ступень между землетрясением и его сильнейшим афтершоком зависит от интенсивности землетрясения. Корреляционные зависимости между указанной магнитудной ступенью и магнитудой землетрясения, полученные для всех сильных землетрясений исследуемой территории (силой 5 и более баллов) и только для крупных землетрясений ($M \geq 5^{1/2}$), отличаются, но в обоих случаях с увеличением магнитуды землетрясения магнитудная ступень между землетрясением и его сильнейшим афтершоком также увеличивается.

Высвобождение условной деформации на исследуемой территории во времени и в пространстве происходило неравномерно. Так, согласно построенному графику по наблюдениям за 100 лет (с 1881—1980 гг.), 63,2% всей деформации на исследуемой территории высвободилось за последние 50 лет (с 1931—1980 гг.), а суммарные за 50 лет величины условных деформаций, высвободившихся в отдельных регионах, имеют различные значения, причем наибольшая величина суммарной деформации наблюдалась в Эрзинджан-Бингёльском регионе, а наименьшая—в Варденис-Кировабадском.

Имеется хорошее соответствие между величинами наклонов графиков повторяемости, построенных нами в настоящей работе по данным наблюдений над сильными землетрясениями за 50 лет (с 1931—1980 гг.) и установленными ранее по данным наблюдений над землетрясениями Армянского нагорья за 17 лет (с 1952—1968 гг.).

Уровень же сейсмической активности A_{10} согласно построенному графику повторяемости за 50 лет примерно в 1,5 раза выше, чем в период с 1952—1968 гг. Это в какой-то мере также говорит о сейсмической активизации территории Армянского нагорья в целом за последнее время.

Исследование графиков повторяемости афтершоков Зангезурского землетрясения 1968 г. и Чалдыранского землетрясения 1976 г. показало, что в случае Зангезурского землетрясения наблюдается некоторое возрастание углового коэффициента графика повторяемости афтершоков по сравнению с графиком повторяемости для всей территории Армянского нагорья и равенство угловых коэффициентов при сравнении с графиком повторяемости, построенном для всей территории советской части Армянского нагорья, а в случае Чалдыранского землетрясения угловой коэффициент графика повторяемости афтершоков этого землетрясения равен угловому коэффициенту графика повторяемости землетрясений всего Ванского региона в целом.

Согласно графику повторяемости, построенному по наблюдениям над сильными землетрясениями Армянского нагорья за 50 лет (с 1931—1980 гг.), максимальным возможным землетрясением на исследуемой территории является землетрясение с $K_{\max} = 17$, что соответствует землетрясению с магнитудой порядка 8.

Приведенные в настоящей работе результаты исследования сейсмических условий Армянского нагорья являются сейсмологической основой для определения механизма возникновения землетрясений.

Совместный анализ этих результатов вместе с данными по механизму очагов землетрясений и геодинамике исследуемой территории позволит выявить условия возникновения землетрясений на территории Армянского нагорья.

1. Абдальян С. Великое землетрясение в Армении. Вестник знания, 1927, № 19.
2. Абиx Г. Землетрясения в Шемахе и Эрзеруме в мае 1859 г. Записки Кавказск. отд. РГО, кн. 5. Тифлис, 1862.
3. Аветис Вард. Перперян. История Армении (на арм. яз.). Константинополь, 1871.
4. Айвазишвили И. В., Ахалбедашвили А. М., Лебедева Т. М. и др. Землетрясение 3 января 1970 г. в Боржомском районе. Тбилиси. «Мецниереба», 1973.
5. Айвазишвили И. В., Папалашвили В. Г. Очерк сейсмической активности г. Гори. Тбилиси, «Мецниереба», 1975.
6. Алишан Г. Ширак (на арм. яз.). Венеция, 1881.
7. Алишан Г. Айрат (на арм. яз.). Венеция, 1890.
8. Ананьин И. В., Бунэ В. И., Введенская Н. А. и др. Методика составления карты сейсмического районирования на примере Кавказа. М., ИФЗ АН СССР, 1969.
9. Аракел Даврижеци. Книга историй. Перевод с древнеармянского Л. А. Ханларян. М., «Наука», 1973.
10. Арутюн Халфаян. Хронограф. Архив армянской истории, т. 10 (на арм. яз.). Тифлис, 1912.
11. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван, «Айнетрат», 1958.
12. Асланян А. Т. Основные черты геологического строения Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле. 1981, т. 34, № 3.
13. Атлас землетрясений в СССР, М., Изд-во АН СССР, 1962.
14. Баграмян А. Х., Карапетян Н. К., Лебедева Т. М. и др. Зангезурское землетрясение 9 июня 1968 г. В кн.: Землетрясения в СССР в 1968 г. М., «Наука», 1972.
15. Баграмян А. Х., Геодакян Э. Г., Папалашвили В. Г. Гукасянское землетрясение 27 июня 1973 года. Сейсмол. бюл. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1974.
16. Баграмян А. Х., Бабаян Т. О., Геодакян Э. Г. и др. Спитакское землетрясение 21 марта 1975 года. Сейсмол. бюл. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1977.
17. Белоусов В. В., Кириллова И. В., Сорский А. А. Краткий обзор сейсмичности Кавказа в сопоставлении с его тектоническим строением.—Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1952, № 5.
18. Бенъофф Г. Накопление и высвобождение деформаций по наблюдениям сильных землетрясений. В кн.: Слабые землетрясения. М., ИЛ, 1961.
19. Борисов А. А., Шенкарева Г. А. Сейсмо-геофизическая характеристика Кавказа и запада Средней Азии. Бюл. МОИП. Отд. геол., 1972, № 6.
20. Борисов Б. А., Рейснер Г. И. О сейсмо-тектоническом каталоге землетрясений Кавказа. Изв. АН СССР. Физика Земли, 1974, № 9.
21. Борисов Б. А., Рейснер Г. И., Шолпо В. Н. Выделение сейсмоопасных зон в Альпийской складчатой области. М., «Наука», 1975.

22. Боровик Н. С. О некоторых характеристиках областей очагов землетрясений Прибайкалья. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1970, № 12.
23. Бунэ В. И. Последующие толчки Нурекского землетрясения 22 сентября 1956 г. и оценка сейсмической активности Большого Сталинабадского района. Тр. Ин-та сейсмологии и сейсмостойкого строительства АН Тадж. ССР, 1960, 6.
24. Бунэ В. И., Кулагин В. К., Соболева О. В. Сейсмический режим Валишского района Тадж. ССР. Душанбе, Изд-во АН Тадж. ССР, 1965.
25. Бунэ В. И., Кириллова И. В., Ананьин И. В. и др. Опыт оценки максимальной сейсмической опасности на примере Кавказа. В кн.: Сейсмические исследования для строительства. М., «Наука», 1971.
26. Бунэ В. И., Полякова Т. П. Сейсмоактивные зоны центрального участка Альпийской складчатой области. В кн.: Вопросы инженерной сейсмологии, вып. 18, М., «Наука», 1976.
27. Бюллетень Постоянной центральной сейсмологической комиссии Российской АН, 1902—1908, 1911—1913 гг. СПб.
28. Бюллетень региональных сейсмических станций Кавказа (1933—1937 гг.). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1938.
29. Бюллетень сети сейсмических станций СССР (1952—1961 гг.) М., Изд-во АН СССР, 1954—1964.
30. Бюллетени сильных землетрясений в СССР за 1957—1961 гг. В кн.: Вопросы инженерной сейсмологии, вып. 2, 4, 7, 8, 9. М., Изд-во АН СССР, 1959, 1961, 1962, 1963, 1964.
31. Бюс Е. И., Цхакая А. Д., Чураян А., Назаров А. Ереванское землетрясение 7 января 1937 г. Тбилиси, Изд-во Груз. ФАН СССР, 1937.
32. Бюс Е. И., Цхакая А. Д. Материалы Ереванского землетрясения 7 января 1937 г. Тбилиси, Изд-во Груз. ФАН СССР, 1937.
33. Бюс Е. Г., Гигинейшвили В. М. Ленинаканское землетрясение 22.X. 1926 г. Кварт. сейсм. бюл., 1943, т. 12, № 2.
34. Бюс Е. И. Ахурянское землетрясение 25 января 1935 г. Кварт. сейсм. бюл., 1947, т. 13, № 1—4.
35. Бюс Е. И. Михайлово-Аджикендское землетрясение 19/IX 1942 г. Кварт. сейсм. бюл., 1947, т. 13, № 1—4.
36. Бюс Е. И. Сейсмические условия Закавказья, ч. I, II, III. Тбилиси, Изд-во АН Груз. ССР, 1948, 1952, 1955.
37. Варданянц Л. А. Сейсмоструктура Кавказа. Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР, 1935, № 64.
38. Вебер В. Н. О землетрясении в Ахалкалакском уезде 19/XII 1899.—Изв. Кавк. отд. РГО, 1909, т. 13.
39. Габриелян А. А. Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смежных частей Антикавказа. Изв. АН Арм. ССР. Сер. геол. и географ. наук, 1963, т. 16, № 4—5.
40. Габриелян А. А. Геологические критерии сейсмичности и задачи сейсмо-тектонических исследований в Армении. Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1972, т. 25, № 4.

41. Габриелян А. А., Пирузян С. А. Сейсмоструктурная схема Армении и сопредельных частей Антикавказа. Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1972, т. 25, № 4.
42. Габриелян А. А., Пирузян С. А., Симонян Г. П. Новая схема сейсмического районирования территории Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, 1976, т. 13, № 3.
43. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмоструктура Армянской ССР. Ереван, Изд-во Ереван. ун-та, 1981.
44. Горшков Г. П. Геологические условия Зангезурского землетрясения 27 апреля 1931 года. Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР, 1933, № 31.
45. Горшков Г. П. Землетрясения на территории Советского Союза. М., Географгиз, 1949.
46. Григор Дпир Варагеци. Мемуары. Архив армянской истории, т. 10 (на арм. яз.). Тифлис: 1912.
47. Давид Багшицеци. Летопись. Архив армянской истории, т. 10 (на арм. яз.) Тифлис, 1912.
48. Джанашвили М. Землетрясения в прошлом. Историческая справка. Изв. Кавк. отд. РГО, 1902, т. 15.
49. Закария Саркаваг. История (на арм. яз.). Вагаршапат, 1879.
50. Землетрясения в СССР в.... году (ежегодники 1962—1980 гг.). М., «Наука», 1964—1983.
51. Инчичян Гукас. Заметки о древней Армении (на арм. яз.). Венеция, 1822.
52. Инчичян Гукас. Историческая география земли Армянской (на арм. яз.), т. А, Венеция, 1835.
53. Иованес Шахатуняц. Памятки Эчмиадзинского собора и пяти гаваров Арарата, т. 2 (на арм. яз.), Эчмиадзин, 1842.
54. Иованес Шахатуняц. Хроника. Архив армянской истории, т. 10 (на арм. яз.). Тифлис: 1912.
55. Иованес Драсханакеертци. История Армении каталикоса Иованеса Драсханакеертци (на арм. яз.). Тифлис, 1912.
56. Карапет Костанян. Летопись землетрясений в Армении (на арм. яз.). Тифлис, 1902.
57. Карапетян Б. К., Шахсугварян Л. В. Результаты инженерного обследования Бюраканского землетрясения. Изв. АН Арм. ССР. Сер. физ.—мат., естествен. и техн. наук, 1954, т. 7, № 5.
58. Карапетян Б. К., Карапетян Н. К. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. М., «Наука», 1978.
59. Карапетян Б. К., Карапетян Н. К. Предпосылки прогнозирования землетрясений и сейсмостойкое строительство в Армянской ССР. Ереван, «Ай-астан», 1981.
60. Карапетян Н. К. Годограф сейсмических волн Малого Кавказа. Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1956, № 1.
61. Карапетян Н. К. О сейсмичности Кавказа. Изв. АН Арм. ССР. Серия геолог. и географ. наук, 1960, № 1.
62. Карапетян Н. К. Сейсмическое районирование территории Армянской ССР. Фонды ИГИС АН Арм. ССР, Ленинакан, 1963.

63. *Карпетян Н. К.* Энергетическая характеристика землетрясений Армянского нагорья и Малого Кавказа. ДАН Арм. ССР, 1964, т. 38, № 2.
64. *Карпетян Н. К., Мкртчян С. С., Паффенгольц К. Н.* Армения. В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М., «Наука», 1968.
65. *Карпетян Н. К.* Региональная сейсмичность Армянского нагорья и Малого Кавказа. В кн.: Геология Армянской ССР, т. 10, Геофизика, Ереван, Изд-во АН Арм. ССР, 1972.
66. *Карпетян Н. К.* Годографы сейсмических волн для землетрясений Армянского нагорья. Ереван, Изд-во АН Арм. ССР, 1974.
67. *Карпетян Н. К.* Параметры сейсмического режима Армении. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1976, № 4.
68. *Карпетян Н. К., Манукян Ж. О.* Карты максимальных возможных землетрясений Армении по сейсмологическим данным. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1977, № 2.
69. *Карпетян Н. К.* Сейсмический режим территории прогностического полигона. Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1980, № 5.
70. *Карпетян Н. К.* Чалдыранское землетрясение и механизм его возникновения. Рукопись деп. в ВИНТИ 30.09.82, № 5003—82. Деп.
71. *Каток А. П.* Повторные толчки и их влияние на параметры сейсмического режима. В кн.: Динамика земной коры. М., «Наука», 1965.
72. *Кирикос Гандзакеци.* История Армении. Перевод с древнеармянского, предисловие и комментарий Л. А. Ханларян. М., «Наука», 1976.
73. *Кириллова И. В.* Сейсмичность Ахалкалакского нагорья, Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1952, № 5.
74. *Кириллова И. В., Люстих Е. Н., Растворова В. А.* и др. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. М., Изд-во АН СССР, 1960.
75. *Кисловская В. В.* К вопросу о магнитудах кавказских землетрясений. В кн.: Изучение сейсмической опасности. Ташкент, ФАН, 1971.
76. *Ковалевский Е. П., Марков Е. С.* На горах Араратских. Тбилиси, 1903.
77. *Кулиев Ф. Т., Каспаров В. А., Алимурзоев О. Х., Глечева Н. А.* Исходные данные и оценка их представительности для изучения сейсмичности Восточного Кавказа и акватории Каспия. В кн.: Материалы конференции по изучению сейсмичности и глубинного строения Азербайджана. Баку, март, 1973. Баку, ЭЛМ, 1974.
78. *Лебедев П. И.* Ленинанканское землетрясение 22 октября 1926 г. Изв. АН СССР. Отд. физ.-мат. наук, 1927, т. 21, № 9, 10, 11.
79. *Лебедева Т. М.* Эпицентры Кавказских землетрясений за время 1933—1938 гг. Кварт. сейсмол. бюл., 1947, т. 13, № 1—4.
80. *Лебедева Т. М., Папалашвили В. Г.* Землетрясение 12 февраля 1953 г. в Горийском районе. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, 1954, т. 13.
81. *Малиновский Н. В.* Каталог землетрясений в Аз. ССР. Тр. Аз. отд. Зак. ФАН СССР, 1935, т. 10.
82. *Малиновский Н. В.* Сейсмичность Нахичеванской АССР. Сейсмичность Нагорно-Карабахской а. о. Тр. Аз. ФАН СССР, 1939, 1/58.

83. *Малиновский Н. В.* Материалы по сейсмическому изучению Азербайджанской ССР. Баку, Изд-во Аз. ФАН СССР, 1940.
84. *Март Н. Я.* Ани. Ереван, 1939.
85. *Махатадзе Л. Н., Бакрадзе Е. И.* Мадатапское землетрясение 8 декабря 1959 г. В кн.: Сейсмостойкость сооружений, вып. 2. Тбилиси, «Мецниереба», 1968.
86. *Мец Вардан Багшишци.* Хроника. Архив армянской истории, т. 10 (на арм. яз.). Тифлис, 1912.
87. *Михалевский А. Н.* Определение глубин очагов Кавказских землетрясений. Изв. Азерб. ун-та, 1923, № 3.
88. *Михалевский А. Н.* Землетрясения Кавказа и их связь с дислокацией края. Изв. Азерб. ун-та, 1926, т. 4.
89. *Мовсес Каханкатуаци.* История страны Агванк (на арм. яз.), М.: 1860.
90. *Мовсес Хоренаци.* История Армении, Ереван, 1968.
91. *Мушкетов И. В., Орлов А. П.* Каталог землетрясений Российской империи. Записки РГО, 1893, т. 26.
92. *Мушкетев И. В.* Материалы по Ахалкалакскому землетрясению 19 декабря 1899 г. Тр. Геол. ком. Новая сер., 1903, вып. I.
93. *Мхитар Айриванци.* История Армении (на арм. яз.) М., 1860.
94. *Назаров А. Г., Пирюзян С. А., Шахсугварян Л. В.* Зангезурские землетрясения 1938 г. ДАН Арм. ССР, 1969, том XLIX, № 2.
95. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года (Под ред. Кондорской Н. В., Шебакина Н. В.) М., «Наука», 1977.
96. *Ованн Мамиконян.* История Тарона (на арм. яз.). Венеция, 1889.
97. *Онуллахи С. М.* Уточнение каталога сильных землетрясений в зоне Азербайджана. В кн.: Материалы конференции по изучению сейсмичности и глубинного строения Азербайджана. Баку, март, 1973. Баку: ЭЛМ, 1974.
98. *Орбели О. А.* Руины Ани (на арм. яз.). Вагаршапат, 1911.
99. *Пагирев Д. И.* Гибель с. Акори 20 июня 1840 г. Изв. Кавк. отд. РГО, 1909, т. 19.
100. *Папалашвили В. Г., Султанова З. З., Баграмян А. Х.* Макросейсмические данные землетрясений Кавказа за 1971—1972 гг. Бюл. сети сейсм. ст. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1974.
101. *Папалашвили В. Г., Султанова З. З., Баграмян А. Х.* Макросейсмические данные землетрясений Кавказа за 1973 год. Бюл. сети сейсм. ст. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1974.
102. *Папалашвили В. Г., Султанова З. З., Баграмян А. Х.* Макросейсмические данные о землетрясениях Кавказа за 1974-год. Сейсмол. бюл. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1976.
103. *Папалашвили В. Г., Султанова З. З., Баграмян А. Х., Левкович Р. А.* Макросейсмические данные землетрясений Кавказа за 1975 год. Сейсмол. бюл. Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1977.
104. *Паффенгольц К. Н.* О землетрясениях 27 апреля 1931 г. в Ордубадском и Герюсинском районах. Изв. Гл. геол.-разв. упр. Закавказья, 1931, вып. 60.

105. Паффенгольц К. Н. Сейсмотектоника Армении и прилегающих частей Малого Кавказа. Ереван, Изд-во АН Арм. ССР, 1946.
106. Пирюзян С. А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Ереван, Айастан, 1969.
107. Поляков С. В. Последствия сильных землетрясений. М., Стройиздат, 1978.
108. Пустовитенко Б. Г., Каменобродский А. Г. Некоторые закономерности миграции очагов землетрясений Крыма за последние 100 лет, Геофиз. сб. АН УССР, 1975, вып. 65.
109. Пшенинников К. В. Механизм возникновения афтершоков и неупругие свойства земной коры. М., «Наука», 1965.
110. Рагимов Ш. С. Вопросы изучения строения земли. Баку: Изд-во АН Аз. ССР, 1966.
111. Раутиан Т. Г. Энергия землетрясений. В кн.: Методы детального изучения сейсмичности. Тр. ИФЗ АН СССР, 1960, № 9 (176).
112. Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. Изд-во АН Арм. ССР, 1973.
113. Ризниченко Ю. В. Размеры очага корового землетрясения и сейсмический момент. В кн.: Исследования по физике землетрясений. М., «Наука», 1976.
114. Рихтер Ч. Ф. Элементарная сейсмология. М., ИЛ, 1963.
115. Самуэл Анеци. Извлечения из книг историков (на арм. яз.). Вагаршапат. 1893.
116. Сейсмический бюллетень региональных станций ГССР, т. I, II. Тбилиси, Изд-во Груз. ФАН СССР, 1955—1956.
117. Спесивцева В. П., Горшков Г. П., Попов В. В. Каталог землетрясений на территории СССР, вып. III, Кавказ и Средняя Азия.—Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР, 1941, № 95 (3).
118. Степанос еп. Сюнеци. История дома Сисакян (на арм. яз.). Тифлис, 1910.
119. Степанос Таронаци Асогик. Всеобщая история (на арм. яз.). М., 1864.
120. Степанян В. А. Краткая хронология наиболее значительных землетрясений в исторической Армении и в прилегающих районах. Ереван, Изд-во Арм. ФАН СССР, 1942.
121. Степанян В. А. Исторический обзор о землетрясениях Армении и в прилегающих районах. Ереван, Изд-во Арм. ФАН СССР, 1942.
122. Степанян В. А. Землетрясения в Армянском нагорье и прилегающих окрестностях (на арм. яз.). Ереван, «Айгстан», 1964.
123. Султанова З. З. Землетрясения Азербайджана. Баку, Гянджлик, 1969.
124. Товма Арцруни. История дома Арцруни Товмы вардапета Арцруни (на арм. яз.). СПб, 1887.
125. Уцу Т. Характеристика афтершоков: их распределение в пространстве, времени и по магнитуде. В кн.: Предсказание землетрясений. М., «Мир», 1968.
126. Цхакая А. Д. Сейсмичность Джавахетского (Ахалкалакского) нагорья и прилегающих районов. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, 1957, т. 16.
127. Цхакая А. Д., Палашвили В. Г. Сейсмические условия Кавказа. Тбилиси, «Мецниереба», 1973.
128. Чуряян А., Назаров А. Инженерное обследование повреждений, вызванных

- Ереванским землетрясением 7—8 января 1937 г. В кн.: Ереванское землетрясение. Тбилиси, Изд-во ТНИИС, 1937.
129. *Шебакин Н. В.* Определение глубины очага землетрясения по его магнитуде M и макросейсмическим данным. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, 1959, т. 18.
 130. *Шебакин Н. В.* Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М., «Наука», 1974.
 131. *Abich H.* Geologische Forschungen in den Kaukasischen Ländern. Band 3. Wien, 1878—1887.
 132. *Alsan E., Teruçon L. and Bath M.* An Earthquake Catalogue for Turkey for the Interval 1913—1970. Kandilli Observatory seismological Department Cengelköy—Istanbul, Turkey and Seismological Institute, Uppsala, Sweden, 1975. Report No 7—75.
 133. *Ambraseys N. N. and Zatopek A.* The Varto—Üstükran (Anatolia) Earthquake of 19 August 1966; Summary of a Field Report: Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 58, No 1, pp. 47—102, February, 1968.
 134. *Ambraseys N. N.* Historical seismicity of North—Central Iran. Geol. Surv. Iran, 1974, Rep 29.
 135. *Ambraseys N. N., Melville C. P.* A history of Persian earthquakes. Cambridge Univ. Press, 1982, 219 p.
 136. *Arioglu E. and Anadol K.* The structural Performance of rural dwellings during recent destructive Earthquakes in Turkey (1969—1972). Fifth World Conference on Earthquake Engineering, 57, Rome, 1973.
 137. *Arioglu E., Anadol K.* Response of rural dwellings to recent destructive earthquakes in Turkey (1973—1975).—Sixth World Conference on Earthquake Engineering, New Delhi, India, 11—16 January, 1977.
 138. *Benioff H.* Earthquakes and rock creep. Bull. Seism. Soc. Am., 1951, 41, No 1.
 139. *Berberian M.* Contribution to the seismotectonics of Iran (part 111).—Geological and Mining Survey of Iran. Teheran, 1977, No 40.
 140. *Brinkmann R.* Geology of Turkey. Ferdinand Enke verlag Stuttgart, 1976.
 141. Bulletin des stations de la classe du réseau sismique de l'URSS (1928—1937). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1930—1937.
 142. Bull. of the International Seismological Centre (1964—1980) Edinburgh, Scotland, 1966—1982.
 143. Bureau Central International Seismologique. Bull. Mensuel, Strasbourg, 1904—1980.
 144. *Ergin K., Güçlü ve Uz Z.* A Catalog of Earthquakes for Turkey and Surrounding Area. Istanbul, 1967, 1971.
 145. *Gutenberg B., Richter C. F.* Magnitude and Energy of Earthquakes. Ann. de Geofisica, 1956, 9, No 1.
 146. *Karaesmen E.* Observations on the Behaviour of Reinforced Concrete Fra-

- med Buildings during 22 May 1971 Bingöl Earthquake. Fifth World Conference on Earthquake Engineering, 55, Rome, 1973.
147. *Karaesmen E.* A survey of building damages in September 6, 1975 Lice (Turkey). Sixth World Conference on Earthquake Engineering New Delhi, India, 11—16 January, 1977.
 148. *Karnik V.* Seismicity of the European Area. V. 1,11. Prague Czechoslov. ac. Sci., 1968, 1971.
 149. 24 Kasım 1976 Çaldıran Depremi Raporu. Ankara Haziran, 1977.
 150. *Ketin I.* Über der tektonisch mechanischen Forligerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des leizten Dezenniums. Geol. Rundschau, 1943, 3, 67—83.
 151. *Kiefer H.* Erdbeben in Kaukasien im Jahre 1868. Tiflis: 1869.
 152. *Kiefer H.* Erdbeben in Kaukasien vom Jänner 1869 bis Juli 1872. Z. für Meteorologie, 1872.
 153. *Nabavi M. S.* Rapport sur le seisme de Macou dans la province d'Azerbaïdjan (29 April 1968), Publ. Inst. Geoph. Univ. Teherean, 1970, No 51.
 154. *Öcal N.* Erdbebenkatalog der Türkei für die Jahre bis 1880 mit den Maximalintensitäten $I_0 \geq 7$. Istanbul: 1961.
 155. *Öcal N.* Türkiye'nin sismitesi ve zaizale Göğrifyasi 1870—1960. Istanbul, 1963.
 156. *Öcal N.* Catalogue for Earthquake in Turkey 1960—1964. Istanbul, 1964.
 157. *Pamir H. N., Ketin I.* Das anatolische Erdbeben Ende 1939. Geol. Rundschau. 1941, 32, 279—287.
 158. *Perrey A.* Note sur les tremblements de terre en 1868. Bruxelles, Mem. publ. par l'Acad. de Belgique, 1869.
 159. *Paşar N. and Lahn E.* Türkiye depremleri izahlı katalogu, Bayındırlık Bakanlığı, Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınları 6, sayı 36, Ankara.
 160. Report on the Great Dasht-e-bayaz Earthquake. Presented by the Institute of Geophysics Tehran University, No 46.
 161. *Richter C. F.* Forshocks and Aftershocks. Earthquake in Kern Country Calif. rnia during 1952. Bull. 171. Division of Mines ferry building. San-Fran. cisko, 1955.
 162. *Sieberg A.* Erdbebengeographie Berlin 1932.
 163. *Stöcklin J.* Structural history and tectonics of Iran—a Review. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1968, v. 52, No 7.
 164. The International Seismological Summary. 1912—1963
 165. *Utsu T., Seki A.* Relation between the Area of Aftershock Region and the Energy of Mainshock. Zizim (Earthquake). 7, 1954.
 166. *Utsu T.* Magnitude of Earthquakes and Occurence of their Aftershocks. Zizim, 1957. 10, No 1.
 167. *Walla e R. E.* Earthquake of August 19, 1966, Varto Area, Eastern Turkey. Bulletin of the Seismological Society of America Vol. 58, No 1, pp. 11—45. February, 1968.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава I. Систематизация сведений о землетрясениях Армянского нагорья	7
§ 1. История развития сейсмических наблюдений (макросейсмических и инструментальных)	7
§ 2. Соотношения между энергетическим классом, магнитудой и балльностью землетрясений	14
§ 3. Каталог сильных землетрясений Армянского нагорья	17
Глава II. Сейсмические условия Армянского нагорья по отдельным регионам.	71
§ 1. Черноморско-Байбуртский регион	72
§ 2. Эрзинджан-Бингёльский регион	78
§ 3. Аджаро-Триалетский регион	95
§ 4. Ардахан-Карс-Хорасанский регион	104
§ 5. Ванский регион	114
§ 5.1. Чалдыранское землетрясение	129
§ 6. Ленинаканский регион	139
§ 7. Ереванский регион	151
§ 8. Варденис-Кировабадский регион	170
§ 9. Зангезурский регион	177
§ 9.1. Результаты сейсмологического изучения Зангезурских землетрясений 1968 г.	188
§ 10. Талышский регион	197
Глава III. Сейсмические условия Армянского нагорья в целом	204
Заключение	217
Литература	220

НАДЕЖДА КАРАПЕТОВНА КАРАПЕТЯН

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ (СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ)

Редактор издательства Ж. В. Налчаджян

Переплет художника Л. С. Игитяна

Тех. редактор Л. К. Арутюнян

Корректор З. Е. Арскелян

С 223

ИБ № 1014

Сдано в набор 6.01.1986 г. Подписано к печати 27.08.1986 г.

ВФ 06877. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага № 2. Шрифт «Литературный», высокая печать. Печ. л. 14,25. Усл. печ. л. 13,35. Учетно-изд. л. 14,7.

Тираж 600. Зак. № 5. Изд. № 6766. Цена 2р. 30 к.

Издательство АН АрмССР, 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 21 г.

Типография Издательства АН АрмССР, 378310, г. Эчмиадзин.

4776