

Б.М.Болачкин, И.П.Гасатарова, А.И.Захарова, Б.А.Лякумович,  
Н.А.Новицкая, Ш.А.Рогожин, О.Е.Староворт

Землетрясение 3.08.1989 г. на Северном Кавказе  
Землетрясение 3.08.1989 г. с магнитудой МН = 5,0 произошло в Чечено-Ингуш-  
ской АССР в 38 км от г. Грозного и сопровождалось серией афтершоков.

#### I. Макросейсмические данные

В эпидентральной зоне на территории Грозненского газоперерабатывающего завода (ГПЗ), его рабочего поселка Долинска, села Радужного, 2-го и 3-го отделений молсокхоза землетрясение ощущалось с силой 7 баллов. Сначала раздался сильный подземный гул и мелкое дрожание, затем сразу же сильный толчок. Люди в испуге выбежали на улицу. Земля качалась, уходила из под ног. В ремонто-механическом цехе ГПЗ от толчка упала торцевая северо-западная стена, сложенная из 1,5 кирпичей и накрыла выбегавшего из цеха рабочего. В здании заводоуправления над центральным входом упал фронтон. С северо-западной стороны произошел отрыв третьего этажа от второго, на уровне второго этажа стена наклонилась и сместилась в ведущей части на 20 см. В торце здания были сквозные трещины по диагонали около дверных и оконных проемов и через фундамент шириной до 2 см, в оконном проеме — выпавшие стекла. Разрушены подпорные части во внутренних коридорах. На заводской подстанции от толка "подпрыгнул" 30-тонный трансформатор и соскочил с опорных рельсов. На нескольких трубопроводах нарушен герметичность соединений, в производственных корпусах — многочисленные трещины во внутренних стенах, обвалились облицовочные плиты, разрушение стеклоблоков.

В заводском поселке Долинске, расположенному в 3 км от завода, все жители слышали подземный гул, за которым последовал сильный удар, похожий на взрыв. Столбы раскачивались. Произошло аварийное отключение электроЗЭРНТИ. Все жители выбежали на улицу. Повреждения имелт все 60 домов поселка. Дома в основном 4-этажные, кирпичные, с железобетонными перекрытиями, 12 домов — 2-этажные. Общежитие газоперерабатывающего завода имело сильные трещины, образовались сквозные трещины в дверных и оконных проемах, трещины во внутренних стенах на всех четырех этажах, сквозные трещины в основаниях лестничных маршей. Телевизоры на ножках и настенные полки с книгами и посудой падали. Полопадали стекла, образовались склоновые раковины умывальников и даже соскачивали с креплений. На торцевой части здания возникли сквозные трещины и заметен наклон здания со сдвигом между 1-м и 2-м этажами. В здании милиции зафиксирован трещина по кирпичной кладке. Торец здания отошел от стены общежития на 10 см. В жилых домах на улице Молодежной, 2 на 1-м этаже были обвалы штукатурки и трещины во внутренних стенах до 2 мм, на 4-м этаже — сквозные трещины по диагонали дверных и оконных проемов, сквозная трещина на внутренней стене с разрывом обоями до 3 мм. На уровне верхней части оконного проема 4-го этажа возникла сквозная трещина, состоящая из кирпичной кладки на 2-3 см. Очень сильно пострадало здание ГПУ. На производственном корпусе упал фронтон. В спортивном зале многочисленные сквозные трещины. В помещениях обвалились штукатурки и трещины.

В селе Радужное упали все печные трубы, разрушены дымоходы. На молоточной ферме разрушена стена коровника, с крыши падала черепица.

Во 2-м отделении молсокхоза в 4 км к северо-востоку от завода в 7 км от кирпич-

ном одноэтажном доме произошел отрыв западной стены. Образовалась сквозные трещины шириной до 3 см в углах дома и до 5 см в сопряжении "стена-потолок". В 3-м отделении сокхоза в 7 км к западу от завода работами замечена просадка грунта на глубину до 50 см диаметром 10-12 м. В пропуктовом магазине обвалилась боковая стена, сложенная в полкирипича.

В указанных ниже четырех населенных пунктах землетрясение ощущалось силой 6 баллов.

Село Зидер-Юрт. Сильный гул, потом грохот и ударная волна, столон закачались.

Старик, сидевший на бревне, почувствовал очень сильный толчок с южной стороны, броно закачалось, животные сильно забеспокоились.

Село Побединское. Многие печные трубы упали. Трещины в штукатурке, падение неустойчивых предметов, падение посуды в сараинах. В переходе школы в 2-этажном кирпичном доме все четыре трубы упали, упала антенна. Образовались сквозные трещины во всех внутренних стенах. Обвал штукатурки из перекрытий, осадка фундамента, просел пол на 2-м этаже. Люди собирали вещи и в дом не заходят.

Горагорск. Ощущали все, сильно испугались, все выбежали на улицу. Снега на улице на скамейке заметили вздувание земли и раскачивание телеграфных столбов. Жилые дома в Горагорске все кирпичные 4-этажные. На 4-м этаже падали хрустальные вазы, упали книжные полки со стены, упал телевизор на ножках. На 3-м этаже сдвинулся холодильник и открылась его дверь, упали книжные полки, открывались двери сейфов. На 1-м этаже сильно раскачивались листы, открывались двери шкафов. Упали со шкафа два пустых термоса. Сдвинулись с места столы. Повреждения зданий легкие — трещины по штукатурке на всех этажах. В детском саду, недавно отремонтированном, после толчка обнаружились старые трещины. Лопнула маяк на фундаменте, повалилась новая трещина от угла оконного проема через фундамент шириной до 5 мм. В кафе были сквозные трещины до 2 см на внутренних стенах по диагонали. Трещины в наружной стене от 5 до 10 мм через весь фундамент и через весь бетонный пол в кухне. Эти повреждения вызвали прерывшуюся осадку дома. Дом аварийный.

Курорт Сенноводск. Ощущали все, испугались. Отдыхающие выбегали на улицу из всех корпусов и даже с процедур. Наклонялись стены, трещали дверные и оконные проемы. В новом 6-этажном корпусе образовалась трещина по штукатурке,здание сильно раскачивалось. Несколько отдыхающих на следующий день уехали домой. Дебит источников и состав воды до и после толчка не изменился.

Село Сенноводск. Землетрясение ощущали все. Раскачивались листы, звенела посуда, некоторые жители выбежали на улицу. Печные трубы не падали.

Город Грозный. Вытянут в направлении эпидентра более чем на 20 км, поэтому жители разных районов города землетрясение ощущали по-разному. Довольно сильно опущики его в западном Староромысловском районе — общий испуг, все вбегали на улицу. Раскачивалась мебель, падали легкие предметы, сваливались столы и стулья, скрипели дверные проемы. В Октябрьском районе вылезли из ванны, стоявшей на земле. В центре города сильно раскачивались листы на всех этажах, качалась мебель. На 4-м, 5-м этажах падали легкие предметы, стекла, сильно раскачивались телевизоры. На 12-16-м этажах люди испугались очень сильно. Квартиры раскачивались, как палубы корабля. На сейсмической станции "Грозный", расположенной в восточной части города, землетрясение ощущали на 1-м этаже слабо, а на 2-м сменялся стой с места, раскачивалась листы.

3.Землетрясения 1989

По результатам непосредственного обследования макросейсмического эффекта, проверенного сейсмическими станциями "Грозный" на расстояниях до 40–50 км от эпицентра, и телефонным опросам на больших расстояниях, составлен перечень (табл. I) населенных пунктов Северного Кавказа с эпицентрическими расположениями и сопряжениями в баллах в соответствии с международной шкалой МСК-64. На его основании построена схема изосейст (рис. II).

Т а б л и ц а I			
Макросейсмические данные о землетрясении 3.08.1989 г.			
№ п/п	Населенный пункт	$\Delta$ , км	Населенный пункт
1	Грозный	0	Аллатово
2	Долинск	5	Наурская
3	Радужное	7	Надтеречное
2*	2-е отделение совхоза	7	Калиновская
3*	З-е отделение совхоза	10	Никольевская
4	Побединское	14	Петропавловская
5	Зибер-Юрт	14	Червленная
6	Первомайская	20	Толстогор-Юрт
7	36-й участок	23	Червленная
8	Нейтельский	24	Червленная
9	Горячорос	18	Горячорос
10	Курорт Серногорск	15	Горячорос
	5 баллов	38	Горячорос
I	Грозный	40	Петропавловская
II	Аргун	40	Червленная
III	Мескет-Юрт	45	Червленная
IV	Пригородное	47	Червленная
V	Чечек-Аул	48	Червленная
VI	Лохти	44	Червленная
VII	Урус-Мартан	40	Червленная
VIII	Закам-Юрт	27	Червленная
IX	Самашки	19	Червленная
X	Ассиновская	23	Червленная
XI	Нестеровская	25	Червленная
XII	Красносоцкая	32	Червленная
XIII	Ачхой-Мартан	31	Червленная
XIV	Техи	35	Червленная
XV	Алхан-Юрт	36	Червленная
XVI	Назрань	59	Червленная
XVII	Каребулак	28	Червленная
XVIII	Троицкая	17	Червленная
XIX	Орджоникидзевская	18	Червленная
XX	Пос. Серногорск	18	Червленная
XXI	Вознесенская	42	Червленная
XXII	Имерская	31	Червленная

№ п/п	Населенный пункт	$\Delta$ , км	Населенный пункт	$\Delta$ , км	3 балла		2-3 балла	
					п/п	н/п	п/п	н/п
1	Грозный	0	Аллатово	25	Киатир	64	Буденовск	70
2	Долинск	5	Наурская	34	Бада-Юрт	65	Нефтекумск	140
3	Радужное	7	Надтеречное	35	Хасав-Юрт	66	Пятигорск	188
2*	2-е отделение совхоза	7	Калиновская	30	Харачай	67	Кисловодск	212
3*	З-е отделение совхоза	10	Никольевская	40	Советское	69	Бесенкути	200
4	Побединское	14	Петропавловская	40	Итум-Кали	70	Мин-Воды	190
5	Зибер-Юрт	14	Петропавловская	40	Прокладный	71	Махачкала	178
6	Первомайская	20	Петропавловская	40	Дай	72	Кизил-Юрт	138
7	36-й участок	23	Петропавловская	47				
8	Нейтельский	24	Петропавловская	52				
9	Горячорос	18	Петропавловская	55				
10	Курорт Серногорск	15	Петропавловская	45				
	5 баллов	38	Петропавловская	40				
I	Грозный	40	Петропавловская	38				
II	Аргун	53	Петропавловская	37				
III	Мескет-Юрт	55	Петропавловская	37				
IV	Пригородное	43	Петропавловская	62				
V	Чечек-Аул	48	Петропавловская	62				
VI	Лохти	44	Петропавловская	60				
VII	Урус-Мартан	49	Петропавловская	60				
VIII	Закам-Юрт	40	Петропавловская	50				
IX	Самашки	19	Петропавловская	48				
X	Ассиновская	23	Петропавловская	65				
XI	Нестеровская	25	Петропавловская	58				
XII	Красносоцкая	32	Петропавловская	62				
XIII	Ачхой-Мартан	31	Петропавловская	91				
XIV	Техи	35	Петропавловская	70				
XV	Алхан-Юрт	36	Петропавловская	69				
XVI	Назрань	59	Петропавловская	72				
XVII	Каребулак	28	Петропавловская	40				
XVIII	Троицкая	17	Петропавловская	85				
XIX	Орджоникидзевская	18	Петропавловская	77				
XX	Пос. Серногорск	18	Петропавловская	78				
XXI	Вознесенская	42	Петропавловская	77				
XXII	Имерская	31	Петропавловская	81				

## 2. Инструментальные данные

### 2.1. Основные параметры очага

Первые сведения о землетрясении 3.08 были переданы в Службу срочныхдонесений ЕСИС СССР в течение 40 мин после его начала с семи сейсмических станций – Ужгород, Душанбе, Ашхабад, Грозный, Льнов, Анапа, Бакуриани. В течение последующих 30 мин доступили сведения с 17 станций и была проведена их предварительная совместная обработка вручную по гидографу Джеффриса-Буллена. Ее результаты, а также сведения о макросейсмических проявлениях (Грозный – 5–6 баллов; Буйнакск – 3–4 балла; Махачкала – 3 балла; Пятигорск – 3 балла) были переданы директивным органам, Президиуму АН СССР, МФВ АН СССР и заинтересованным организациям в течение 2 ч после начала землетрясения.

Уточнение основных параметров очага было произведено на ЭЗМ в несколько этапов: в Службе срочныхдонесений по данным 26 сейсмических станций по программе "FAST"; в Оперативной службе, по данным 78 станций по программе "ЭЛИ-74" и городу Грозному Джеффриса-Буллена, а также по данным 22 региональных станций Кавказа по программе НУРО-71 с учетом местного скоростного разреза, полученного в работах по ГСЗ [1].

Результаты расчетов приведены в табл. 2, из которой видно, что разброс уточненных параметров гипоцентра невелик (по времени возникновения землетрясения – 1,3 с, по широте и долготе эпицентра – 0,12°, по глубине очага – 9 км). Наиболее надежным определением координат гипоцентра следует считать решение 4, для которого статистические оценки погрешностей положения эпицентра и глубины, полученные в процессе счета на ЭЗМ, не выходят за пределы ±2,5 и ±0,5 км соответственно. Что касается энергетических характеристик землетрясения, то представляется разумным принять для них средние значения из имеющихся в табл. 2.

Таким образом, окончательный вариант основных параметров очага землетрясения – 07 ч 42 мин 40 с;  $\varphi = 43,49^{\circ}$  N;  $\lambda = 45,23^{\circ}$  E;  $h = 13$  км;  $M_{W} (M_{PSP}) = 5,4$ ;  $M_{PB} (M_{PSP}) = 5,3$ ;  $M_{IN} (M_{PSP}) = 5,0$ ;  $K = 13,0$ .

Оценка глубины очага проведена также на основе карты изосейст (см. рис. I) двумя независимыми способами, приведенными в [4].

\* - B üppigerax semhon kopf.

GEB.KARBALA [3]

RECKLINGHAUSEN

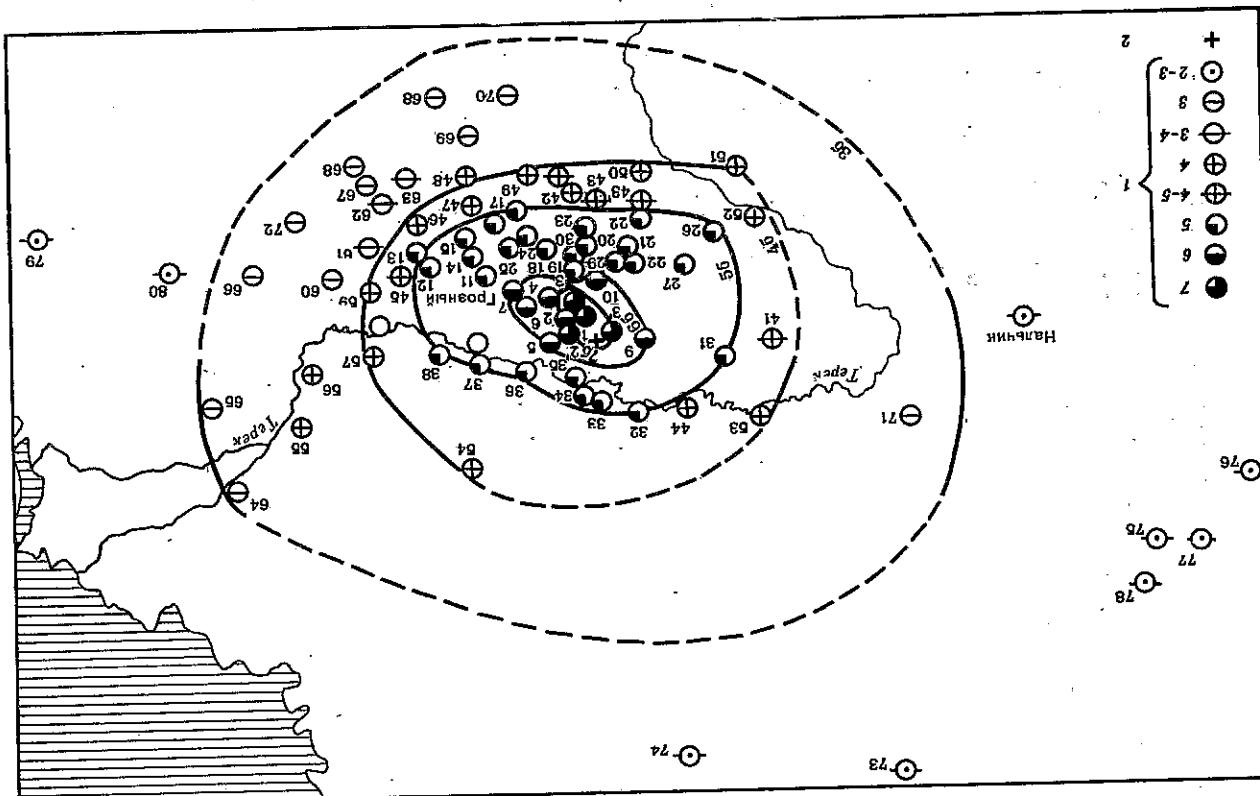
Openstainbrii cencmgojolti-  
22

UCHOBHRE KAPMÄTYP QARTA SEMESTRUGENNS 3.08.1961

Tagline

I - გაუმიზდებ; 2 - რჩტყველთა ჯაჭყანის მომენტი  
Maret 6 1917.)

Р. н. с. 1. Генера Нікогоєвіт земельні прави на землю відповідно до земельного законодавства України від 3 березня 1999 р.



В первом способе использовано соотношение между глубиной очага  $h_M$ , общей плоскостью в эпицентре  $\Gamma_0$  и магнитудой  $M$ :

$$\Gamma_0 = bM - \gamma_1 h_M + c,$$

где  $\gamma_1$ ,  $b$ ,  $c$  – параметры макросейсмического поля, значения которых для Северного Кавказа приведены ниже. При  $M = 5,0$ ,  $\Gamma_0 = 7,0$  сантим.,  $\gamma_1 = 3,1$ ,  $b = 1,6$  и  $c = 2,2$  получено  $h = 11$  км.

Во втором способе использовалось соотношение затухания волны  $(\Gamma_0 - \Gamma_1)$  в зависимости от глубины очага  $h_1$ :

$$\Gamma_0 - \Gamma_1 = \gamma_1 \sqrt{1 + \Delta_0^2 / \Delta_1^2}.$$

Для изосейст 6-го и 5-го баллов ( $\Delta_1 = 24$  и 53 км,  $\gamma_1 = 3,1$ ) получено среднее значение  $h_1 = 12$  км.

Сравнение определений глубины по инструментальному ( $h = 13$  км) и макросеймическому ( $h_M = 11$  км,  $h_1 = 12$  км) данным показывает их достаточно хорошее соответствие.

## 2.2. Механизм очага

Механизм очага землетрясения рассчитан с помощью программами [5] на основе знаков первых вступивших волни, зарегистрированных 29 сейсмическими станциями спорной сети ЕСН и региональной сети Кавказа, а также 14 задубежными станциями. Получено 13 решений механизма очага, из них 5 – с 85 %-ным уровнем доверия. На рис. 2 изображено первое решение, имеющее максимальное значение функции правдоподобия. Пространственная ориентация элементов механизма – azimuth (AZM) и углы падения (PL) осей главных напряжений  $F$ ,  $T$ ,  $N$ , снятых в очаге в момент землетрясения; взяты (SPK), углы падения (DP) и скольжение (SLIP) нормальных плоскостей NP1 и NP2 приведены в табл. 3 (см. рис. 2).

Таблица 3

Параметры механизма очага

SPK	DP	NP1		NP2		T	N	R			
		SLIP	DP	SLIP	DP						
314	45	96	125	45	84	86	311	4	129	0	219

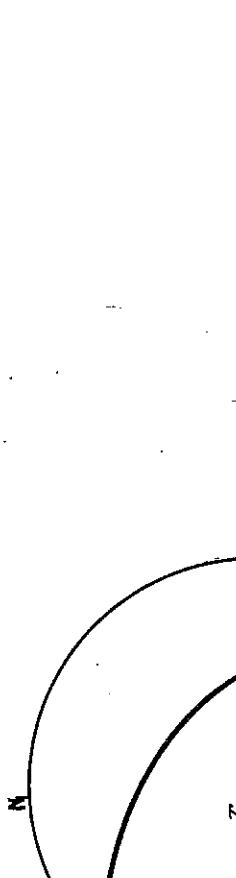


Рис. 2. Механизм очага землетрясения 3 августа 1989 г.

1 – нормальные напряжения NP1 и NP2; 2 – оси главных напряжений – R – статики, T – растяжения

В процессе землетрясения под действием стихийного напряжения  $R$  в очаге по обеим плоскостям могла быть осуществлена подвижка в виде вброса-сдвиги.

### 3. Геологическое строение плейстоценовой области и сейсмотектоническая ложная очаговая зона землетрясения

Эпицентр землетрясения располагается северо-западнее г. Грозного, на южном склоне Терского хребта (рис. 3). Этот хребет выражен в рельефе низкогорной горной высотой 300–400 м и шириной 6–11 км, протягивающейся в субширотном направлении более чем на 140 км. Далее расположены склонные по морфологическому облику и строению Сунженский хребет, отделяющий от Терского сравнительно неширокой (до 10–12 км) Алханчуртской впадиной.

Об хребте – линейно вытянутые складчатые структуры, состоящие из ряда антиклинальных поднятий, сложенных породами неогена, выделяются в Терско-Сунженскую складчатую зону в пределах Терско-Каспийского перегородочного прогиба [6]. Северное крыло прогиба составляет обширная Терско-Кумская низменность, к южному крылу приступочны Чеченская и Осетинская впадины и разделяющее их Назрановско-Дагестанское поднятие.

Структура поверхности фундамента района к западу от г. Грозного характеризуется наличием тектонических нарушений разных рангов и направлений (см. рис. 3). На юге, на границе с Мегантиклином Большого Кавказа транссируется Владикавказский (Черногорский) глубинный разлом, к северу от которого и параллельно ему прослеживаются Срединный и Сунженский (восточное продолжение Шеки-Гуниб-Тырнаузанского) субширотные глубинные разломы [6, 7].

Кроме широтных, установлены разломы северо-северо-восточного "антекава-ского" простирания, контролировавшие осадконакопление в юрское время [8, 9] и обособлившие субмеридиональные зоны относительных поднятий и опусканий, в частности крупный грабеноподобный прогиб в пределах рассматриваемой территории. Третью систему нарушений фундамента составляют Дагестанско-Ахтубинско-Бено-эльдаровская южные зоны северо-западного простирания [10]. Вдоль разрывов всех трех структурных направлений по геофизическим данным выявлены крупные участки поверхности фундамента с амплитудами вертикальных смещений до 1 км. Наиболее древними, по-видимому, являются субмеридиональные разломы, значительные движения по ним происходили на раннеальпийском этапе. Широтные и диагональные (северо-западные) нарушения фундамента являются структурами, активными в новейшее время. Так, с зоной Беноиско-Эльдаровского разлома связаны естественные выходы нефти и долгоживущие, наиболее прогретые нефтяные месторождения Чечено-Ингушетии – Старогорловенское и Октябрьское, а также радиономные источники.

В целом анализ структур, нарушенных фундамент и проявленных в лейбораториях чехла, приводит к выводу о наличии в плейстоценовой области землетрясения крупного дилатантного узла, в строении которого участвуют разломы всех трех перечисленных структурных направлений.

Для оценки сейсмической обстановки района землетрясения проанализированы данные каталога Северного Кавказа за последние 300 лет и построены карты эпицентров на расстояниях 10 км вокруг эпицентра землетрясения З.08 с наименным определением координат. До 1932 г. это были землетрясения, известные по макросейсмическому эффекту, в основном с  $M > 5$ ; после 1932 г. принимались во внимание только представительные по энергетическому уровню: за период с 1932 по 1981 гг. с  $M \geq 4,5$ ; за

ложению явно тяготеет к зоне диагонального Бенойско-Эльдаровского глубинного разлома фундамента. На геолого-геофизическом разрезе (рис.4), составленном по материалам [7, 10, II], видно, что гипocентр главного толчка связан с уступом, в виде которого этот разлом вынуждается на поверхности фундамента, и "слив" в приповерхностной части последнего. Ориентировка обеих нодальных плоскостей механизма очага (см. рис.2) и конфигурация изосейсм 7-го балла (см.рис.1) также хорошо увязываются с простиранием этого разлома.

Однако эпикентровальное в плане поле изосейсм более низких баллов (5-го и 6-го) протягивается субширотно, согласно с простиранием приповерхностных структур Терского и Сунженской антиклинальных зон. А общако эпикентров афтершоков, имеющие удлиненную овальную форму, ориентированы субмеридионально и тяготеют к южной части "антикавказского" грабена в поверхности фундамента, пересекая почти под прямым углом Терский и Сунженский хребты. Самые южные эпикентры зарегистрированы с простирацией этого разлома.

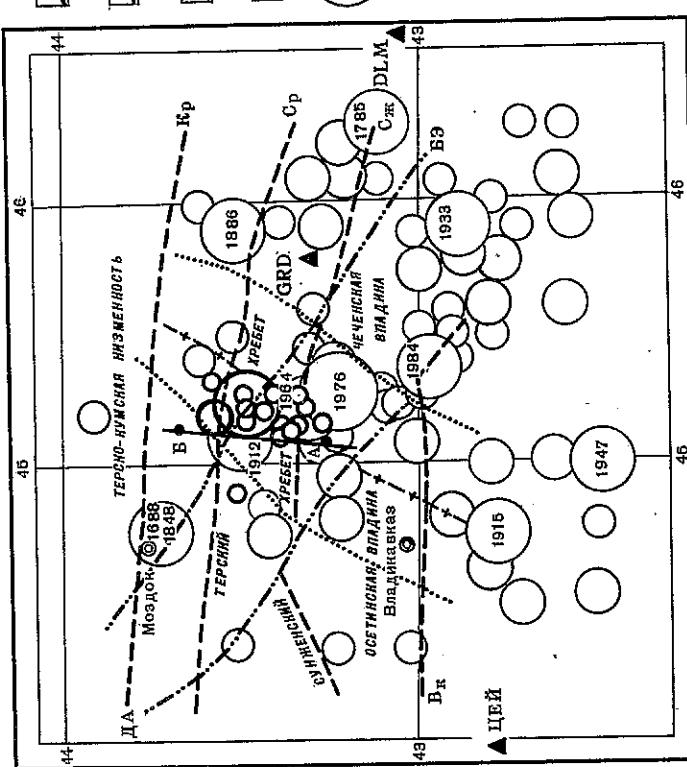


Рис. 3. Сейсмотектоническая схема района землетрясения 03.08.1989 г.  
1 - субширотные глубинные разломы; Кр - краевой, Ср - срединный, Сж - Сунженский, Вк - Владикавказский; 2 - диагональные шовные зоны в фундаменте: БО - Бенойско-Эльдаровская, ДА - Даттыкско-Ахловская; 3 - разломы, ограничивавшие поздненеогеновый прогиб; 4 - ось поздненеогенного прогиба; 5 - эпикентры землетрясений за 1688-1989 гг.; 6 - основной разлом и афтершок землетрясения 03.08.1989 г.

1962-1967 гг. с  $M \geq 4,2$ , за 1968-1974 гг. - с  $M \geq 4$ ; за период с 1975 г. по август 1989 г. при представлении  $M \geq 3$  выбрана землетрясения с  $M \geq 4$ , чтобы не размазывать картину сейсмичности.

Сопоставление расположения эпикентров выбраных землетрясений с геологическими структурами (рис. 3) показывает, что в целом наблюдается отчетливый структурный контроль сейсмических проявлений: они по большей части концентрируются туполь разломов во всех трех направлениях, причем отмечается также постепенное уменьшение плотности их скоплений в северном направлении.

На рис. 3 показано также положение эпикентра главного толчка 3.08.1989 г. и 15 его афтершоков с  $K \geq 8,5$  или  $M \geq 2,5$  (следует отметить, что непосредственно перед землетрясением 3.08 в его эпикентриальной зоне в 1989 г. не было зарегистрировано ни одного боршка, по крайней мере с  $K > 8$ ).

Основные параметры очагов афтершоков определены с помощью программы НУРО-71 по местному скоростному разрезу, использованному для локализации главного толчка, в плане эпикентро главного землетрясения 3.08 располагается на расстоянии 2-3 км от эпикентра Терского (Эльдаровского) землетрясения, которое произошло 10.08.1912 г. с  $M = 5,7$  и сотрясениями поверхности до 8 баллов и по своему по-

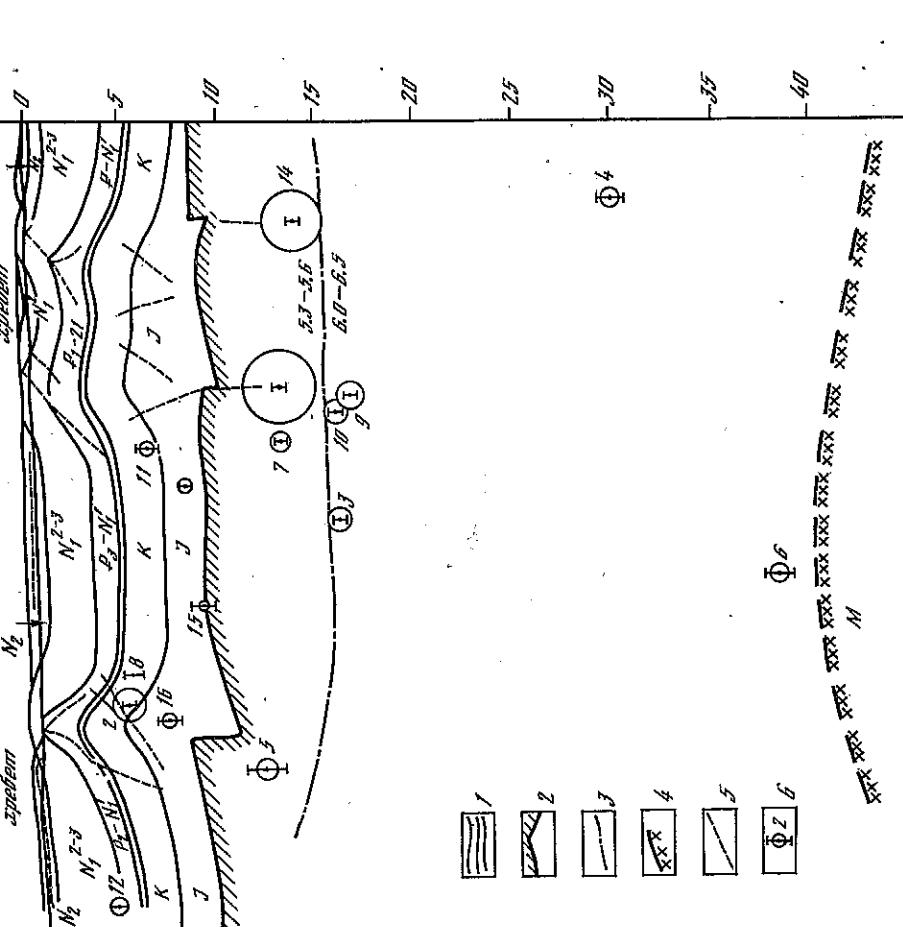


Рис. 4. Геолого-геофизический разрез по линии АБ  
1 - породы осадочного чехла; 2 - поверхность фундамента; 3 - гравиметрическая линия сейсмического разреза в фундаменте; 4 - поверхность Мюхоровича; 5 - разрывные нарушения 03.08.89 г. и его афтершоков со стандартными ошибками определения глубины

30–38 км. В щекле часть гипонентров связана с надразломными антиклинальями: № 2, 8, 16 – с Сунженской, а № II – с Терской. Другие (№ 12) такой связи не обнаруживаются. Гипонентры афтершоков № I3, I5 явно тяготеют к поверхности фундамента.

В толще фундамента часть гипонентров повторных толчков приурочена к глубинам нарушений: № 5 – к уступу Сунженской зоны разлома, № 7, 9 и 10 – к зоне Бенойско-Эльдаровского разлома, а № 14 – к Срединному разлому, гипопентри № 3.

Полученные результаты могут быть объяснены следующим образом. По-видимому, очаг землетрясения действитель но возник в зоне Бенойско-Эльдаровского разлома северо-западного направления. Поверхностный макросейсмический эффект сотрясений старшего балда контролировался также этим разломом, а младших баллов – субширотной приповерхностной структурой. Повторные толчки могли явиться реакцией напряженных структур антикавказского и широтного простирания на импульсное воздействие сильных вспышек на геологические структуры.

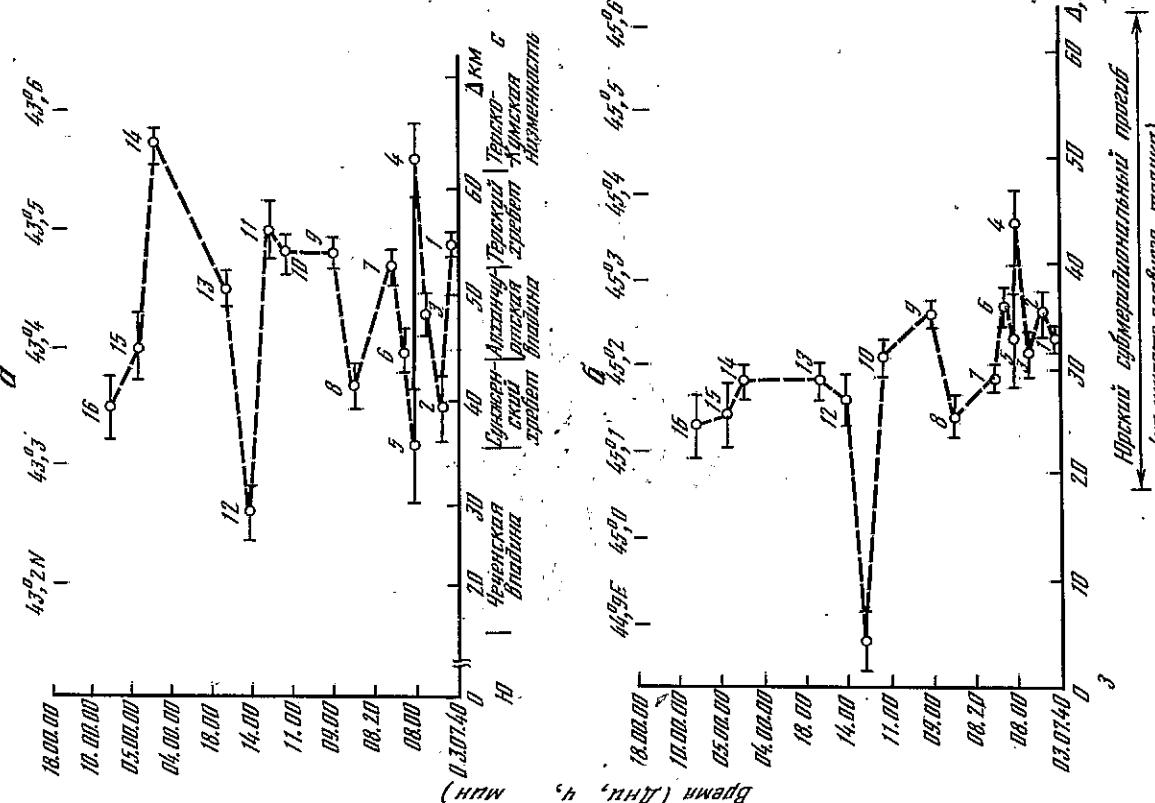
Известно, что импульсное воздействие сильных толчков, являющихся разрядкой накопленных энегий [13]. Подобный эффект мог реализоваться в случае описываемого землетрясения.

Подтверждением сказанному могут служить гравики, распределение повторных толчков во времени и пространстве (рис. 5). Так, в меридиональном направлении эпицентры афтершоков расположены в пределах шести основных тектонических структур, имеющих преимущественно субширотную ориентировку. Причем не усматривается закономерностей последовательности повторных толчков, их сила и приуроченности во времени к какой-либо одной из этих структур (см. рис. 5), что позволяет рассматривать большинство повторных толчков как результат самостоятельных подвижек в напряженных субширотных структурах. В широтном направлении эпицентры почти всех афтершоков концентрируются в пределах субмеридионального юрского прогиба (см. рис. 5), а разброс их заметно меньше, чем по меридиану. Это может указывать на определенную связь повторных толчков с субмеридиональными ("антекавказскими") глубинными структурами.

#### Л и т е р а т у р а

- Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Наука, 1984. 108 с.
- Сейсмологический бюллетень ОМЭ МГЗ АН СССР I–II август 1989 г. Обнинск, 1989.
- Сейсмологический каталог региона Северный Кавказ ОМЭ МГЗ АН СССР. I–II август 1989 г.
- Чебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974.
- Старовойт О.Е., Челкунас Л.С., Айтекман Э.Я., Бармин М.П. Об определении механизма очагов землетрясений на ЭВМ ЕС-1030 // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука, 1982. С. 66–97.
- Милюновский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
- Короновский Н.В., Кожевников А.В., Панов Д.И., Вишневский Л.Е., Гущин А.И., Никитин Н.М., Воронина А.А., Стадеев А.Ф., Панина Л.В., Кондаков И.Ф., Стод М.А., Бельков Г.А. История геологического развития и формирование структуры центральной части Терско-Каспийского перегиба // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987. С. 147–174.
- Винневский Л.Е., Панина Л.В. Панектонические аспекты формирования верхнекорских карбональных и эвапоритовых толщ Терско-Каспийского прогиба // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987. С. 175–190.

43



Р и с. 5. Графики распределения повторных толчков во времени и пространстве  
а – в меридиональном, б – в широтном направлении; 1 – стандартные ошибки определения эпицентров  
(на широте гипонентного толчка)

рованы в пределах Чеченской впадины в эпицентрических зонах известных здесь 7–8 балльных землетрясений 1969, 1976 и 1984 гг., а самые северные – на южном берегу Терско-Кумской низменности. Основное поле эпицентров афтершоков имеет протяженность более 35 км при ширине до 20 км. Положение лишь одного афтершока 3.08 в 12 ч 17 мин (№ II в табл. 3) смещено относительно этой области к западу на расстояние 30 км от основного толчка. Как видно на (см. рис. 4), многие гипоненты афтершоков приурочены к субширотным структурам в щекле и фундаменте на глубинах от 4 до 17 км. Только два гипонента (№ 4 и 6) расположаются на глубинах

42

корней карбональных и эвапоритовых толщ Терско-Каспийского прогиба // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987. С. 175–190.

43

10. Талалаев В.И., Бражник В.М., Чуприян В.В., Дацашев С.Г. О соотношении дюорского го освоения и выделенных комплексов осадочного чехла Герсеко-Каспийского района // Геология и нефтегазоносность Северо-Восточного Кавказа. Труды СевКавНИИнефти. Вып. 41. Грозный, 1984. С. 66-70.
- II. Шемелев А.Г. О глубинном выражении Главного Кавказского национа // Геотектоника. 1978. № 6. С. 57-65.
12. Вольновский И.С., Вольновский Б.С. Разрезы земной коры территории ССР до данных глубинного сейсмического зондирования // Советское радио. №: 1975. 266 с.
13. Гохберг М.Б., Рогожин Д.А., Гусева Т.В., Войтов Г.Г., Киссин И.Г., Никонов А.А., Сковородкин Ю.П. // Геология геотектоника. 1986. № 5. С. 3-14.

УДК 550.346.4:36 (479)

Г.П. Голинский, Ч.М. Куралов, Н.В. Петрова, В.А. Сантуриан, Н.В. Зосуна,  
Н.А. Курмаев, А.А. Медведев, Р.Н. Шададиев, Е.А. Хромецкая, А.Г. Гасанов  
КАСПИЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 16 СЕНТЯБРЯ 1989 г.

Землетрясение произошло 16.09 в 02 ч 05 мин в акватории Каспийского моря спустя 3,5 года после первого, возникшего 6.03.1986 г. Это эпицентр залегает в 100 км к северо-западу от Красноводска, в пункте с координатами:  $\varphi = 40^{\circ}17'N$ ;  $\lambda = 51^{\circ}76' E$  - в 20-25 км восточнее очага 1986 г. Землетрясение возникло без каких-либо признаков форшоковой активизации. Лишь четыре землетрясения с  $K_p \geq 9$  произошли за предыдущие 8 месяцев текущего года: 1.01 ( $K_p = 10,9$ ), 12.03 ( $K_p = 9,3$ ), 19.06 ( $K_p = 9,0$ ) и 14.08 ( $K_p = 9,6$ ). Но эти толчки не нарушили общий фон сейсмического режима зоны, установленный после землетрясения 6.03.1986 г., принимались за нормальный процесс затухания сейсмической энергии его очага и вряд ли могли стать прогнозическим признаком проявления нового сильного события.

Землетрясение 16.09 вызвало интенсивное дробление среды очаговой зоны. Об этом свидетельствует большое количество афтершоков, сопровождавших основной толчок до конца года: 2135 в диапазоне энергетических классов  $K_p = 7 + 15$ , среди которых 447 имели  $K = 9$ . 132 -  $K \geq 10$ . Лишь в течение первых суток произошло около 300 толчков (в 1986 г. - всего 131 [1]). Деятельность которых завершилась очень сильным афтершоком с  $K_p = 15,2$ . При этом суммарная выделывшаяся из очага энергия  $\Sigma E > 11\ 000 \cdot 10^{-12}$  Дж (табл. 1). Извержение такого объема сейсмической энергии в Копетдагском регионе не наблюдалось со временем Ашхабадского землетрясения 5.10.1946 г., т.е. более 40 лет.

Таблица I  
Количественное распределение афтершоков Каспийского землетрясения 16.09

Время наблюдения	Энергетический класс $K_p$															$\Sigma E \cdot 10^{-12}$ , Дж
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	-	-	-	-	-	-	
Первые сутки	29	137	31	19	4	1	-	-	-	1	222	1001,6				
16-30 сентября	234	767	338	79	21	3	-	-	-	1	1443	1006,31				
Октябрь	113	202	60	15	3	2	-	-	-	-	395	1,51				
Ноябрь	39	92	31	3	2	-	-	-	-	-	167	0,26				
Декабрь	42	67	18	3	-	-	-	-	-	-	130	0,05				
Всего:	426	1128	447	100	26	5	-	-	-	1	2135	1007,13				