

10. Тажалаев В.Д., Борзник В.М., Чуприян В.В., Данаев С.Г. О соотношении донеского го основания и выпадающих комплексов осадочного чехла Гереко-Каспийского прогиба // Геология и нефтегазонность Северо-Восточного Кавказа. ГРУДН СевКавНИИнефть. Вып. 41. Грозный, 1984. С. 66-70.
11. Шемелев А.Г. О глубинном выражении Главного Кавказского нальига // Геоге- тоника. 1978. № 6. С. 57-65.
12. Вользовский И.С. Вользовский Б.С. Разрезы земной коры территории СССР по данным глуобинного сейсмического зондирования // Советское Радио. М.: 1975.
13. Гокберг И.Б., Роготин Е.А., Гусева Т.В., Болтова Г.И., Киссин И.Г., Никонов А.А., Соловородкин Ю.П. Реакция геологических структур на импульсное воз- действие крупных взрывов // Геотектоника. 1986. № 5. С. 3-14.

УК 550.348.436 (479)

Г.Л.Голинский, Ч.М.Муратов, Н.В.Петрова, В.А.Сантурин, А.Б.Зосути, Н.А.Курнаев, А.А.Медведев, Р.Н.Шафадзе, 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:  $\varphi = 40^{\circ}17'$ ,  $\lambda = 51^{\circ}76' \text{ ю.ш.}$  в 20-25 км восточнее очага 1986 г. Землетрясение возникло без каких-либо признаков форштокаевой активизации. Лишь четыре землетрясения с  $K_r \geq 9$  произошли за предыдущие 8 месяцев текущего года: 1.01 (Кр. = 10,9), 12.08 (Кр. = 9,3), 19.06 (Кр. = 9,0) и 14.08 (Кр. = 9,6). Но эти гипотики 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 прогностическим 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  $K_r = 7 + 15$ , среди которых 447 имели  $K_r = 9$ , 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  $K_r = 15,2$ . При этом суммарная выделенная из очага энергия  $\Sigma E > 11000 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$  (табл. 1). Извержение такого объема сейсмической энергии в Копетдагском регионе не наблюдалось со временем Ашхабадского землетрясения 5.10.1948 г., т.е. более 40 лет.

Таблица I  
Количественное распределение афтершоков Каспийского землетрясения 16.09

Время наблюдения	Энергетический класс Кр																					
	Всего	$\Sigma E \cdot 10^{12}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Первые сутки	29	137	31	19	4	1	-	1	222	1001,6	17.09.89	00.53	19,5	15,1	103,0	20,3	10,3	0,36	139,0	14,7	0,4	
16-30 сентября	234	767	338	79	21	3	-	1	1443	1006,31	18.09.89	13,41	16,0	11,0	31,2	1,00	1,00	0,18	1,97	10,7	0,5	
Октябрь	113	202	60	15	3	2	-	-	395	1,51	7	22.09.89	20,21	16,9	12,2	61,9	1,22	5,43	0,21	5,94	II,7	0,3
Ноябрь	39	92	31	3	2	-	-	-	167	0,26	8	22.09.89	23,30	16,3	II,7	82,6	0,90	2,10	0,15	4,70	II,4	0,5
Декабрь	42	67	18	3	-	-	-	-	130	0,05	9	28.09.89	01,38	15,8	10,6	17,9	0,61	1,72	-	-	-	-
Всего:	428	1128	447	100	26	5	-	-	2135	1007,13	10	25.II.89	21,16	15,6	10,2	13,7	0,94	0,45	0,18	0,78	9,9	0,5

44

Динамические параметры основного и повторных толчков																
п/п	Дата	Время, ч мин	$1gM_0$ , Н.М	$1gE_0$ , Дж	$\eta_{бх}$ , х10 <sup>5</sup> Дж	$R_1$ , км	$R_2$ , км	$D_1$ , см	$D_2$ , см	$1gE_2$ , Дж	$E_2/E_0$	табл. 2				
I	19.II.87	08.27	17,0	13,2	543,0	1,22	6,34	0,18	31,0	13,1	0,8					
2	01.01.89	22.51	15,7	10,1	11,5	0,98	0,38	0,36	0,62	10,0	0,8					
3	16.09.89	02.05	19,8	15,4	114,0	24,4	10,8	0,61	167,0	15,1	0,5					
4	16.09.89	17.05	16,0	11,1	39,0	0,94	1,12	0,15	2,36	10,8	0,5					

46

Особенности пространственно-временного распределения афтершоков представлены на временных картах амплитуд [2]. Их расположение определяет контуры и размеры очаговой зоны в начале процесса и в стадии его постепенного ослабления. Она имеет форму эллипса, протяженность малой оси которой с запада на восток составляет с картой изобиллюет (рис. 1) и составляет около 100 км. Дальняя граница напряжения присоединяется к северо-востоку на 60-70°, она переместилась из Алшерено-Челекенского глубинного разлома к направлению вдоль Центрально-Каспийского разлома и примыкающих к нему второстепенных разрывов земной коры, охватив площадь протяженностью до 150 км. Глубина залегания гиповентроварьирует в пределах от 10 до 45 км.

Чувствительность короткопериодных каналов сейсмометрической аппаратуры близких сейсмостанций (Красноводск-30 000, Чалтырь-40 000, Чалтырь-40 000, Чалтырь-40 000) не даёт возможности полу- чить сейсмограмму с хорошей записью землетрясения. На рис. 2 приводится фрагмент сейсмограммы, полученной приборами С-5-С на сейсмостанции Алшеро, удаленной от очага на расстояние, превышающее 650 км. Фрагмент цифровой записи Каспийского землетрясения комплексом Гелати, установленным на сейсмостанции Ванновская, и ее математическое преобразование из скорости в смещение показаны на рис. 3.

Спектры основного толчка Каспийского землетрясения и его афтершоков (рис. 4) определены по записям сейсмической коды на аппаратура ЧСС (Ванновская,  $\Delta = 630$  км) с привлечением длиннопериодного комплекта ЧСС станции Гарм (Таджикистан,  $\Delta = 1700$  км). Переход от спектров коня А100 (г) к очаговым проводится по [3]. Подробные данные о параметрах спектров приведены в каталоге [4] настоящего сборника. Помимо обычно представляемых в подобных каталогах параметров очагов, по полученным спектрам Каспийских землетрясений рассчитаны, следуя [5], радиусы всего очага  $R_1$  и субочага  $R_2$ , значения гипотической подвижки в очаге  $D_1$  и субочаге  $D_2$ , энергия субочага  $1gE_2$  (табл. 2).

На рис. 4 приведены очаговые спектры скорости каспийских землетрясений. Удаленность регистрирующих станций и интенсивность спектров, короткопериодных составляющих при ограниченности частотного диапазона аппаратура не позволяет надежно проследить очаговые спектры в низкочастотной и высокочастотной областях. Для большинства афтершоков надежно определены низкочастотный склон и переходная зона на спектрах, для главных толчков - только переходная зона. Поэтому приведенные в табл. 2 очаговые параметры, такие, как размеры и величина подвижки в очагах, являются в ряде случаев приближенными значениями.

Г.Л. Голинский  
 1 - балльность; 2, 3 - инструментальный и макро-сейсмический эпицентры;  
 4 - изосейсты; 5 - важнейшие губинные разломы; 1 - Терско-Каспийский, 2 -  
 Челекен-Ашеронский, 3 - субмеридиональный Среднекаспийский. Пункты, от-  
 меченные звездочкой, см. в табл. 3

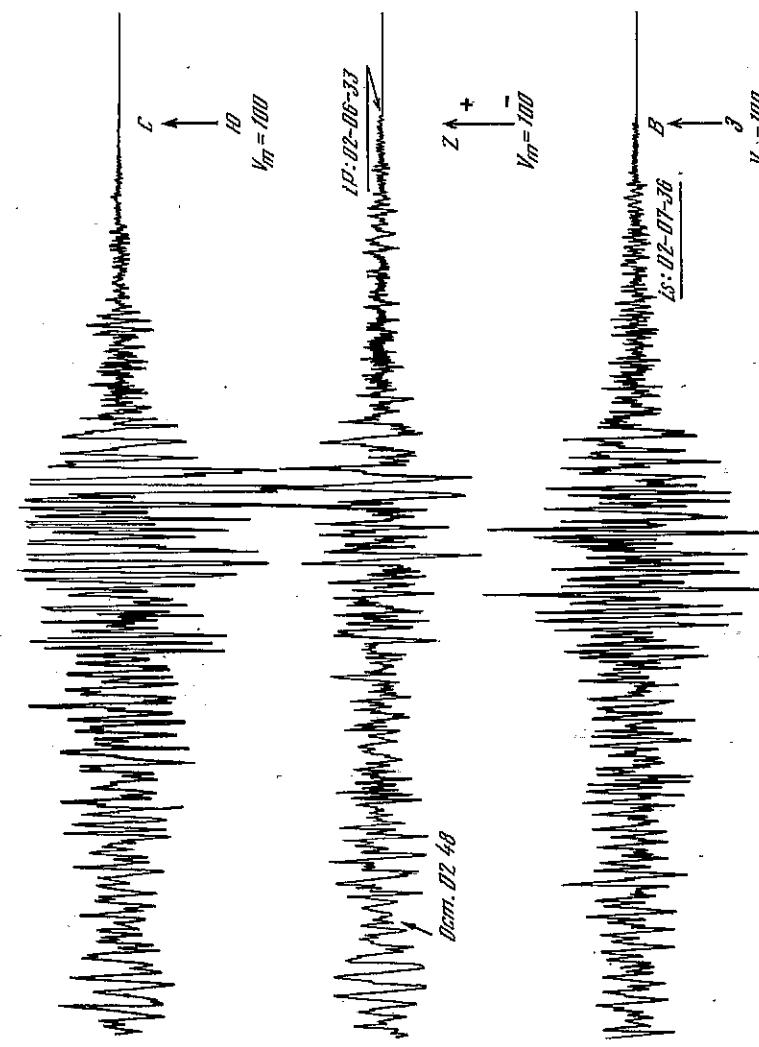
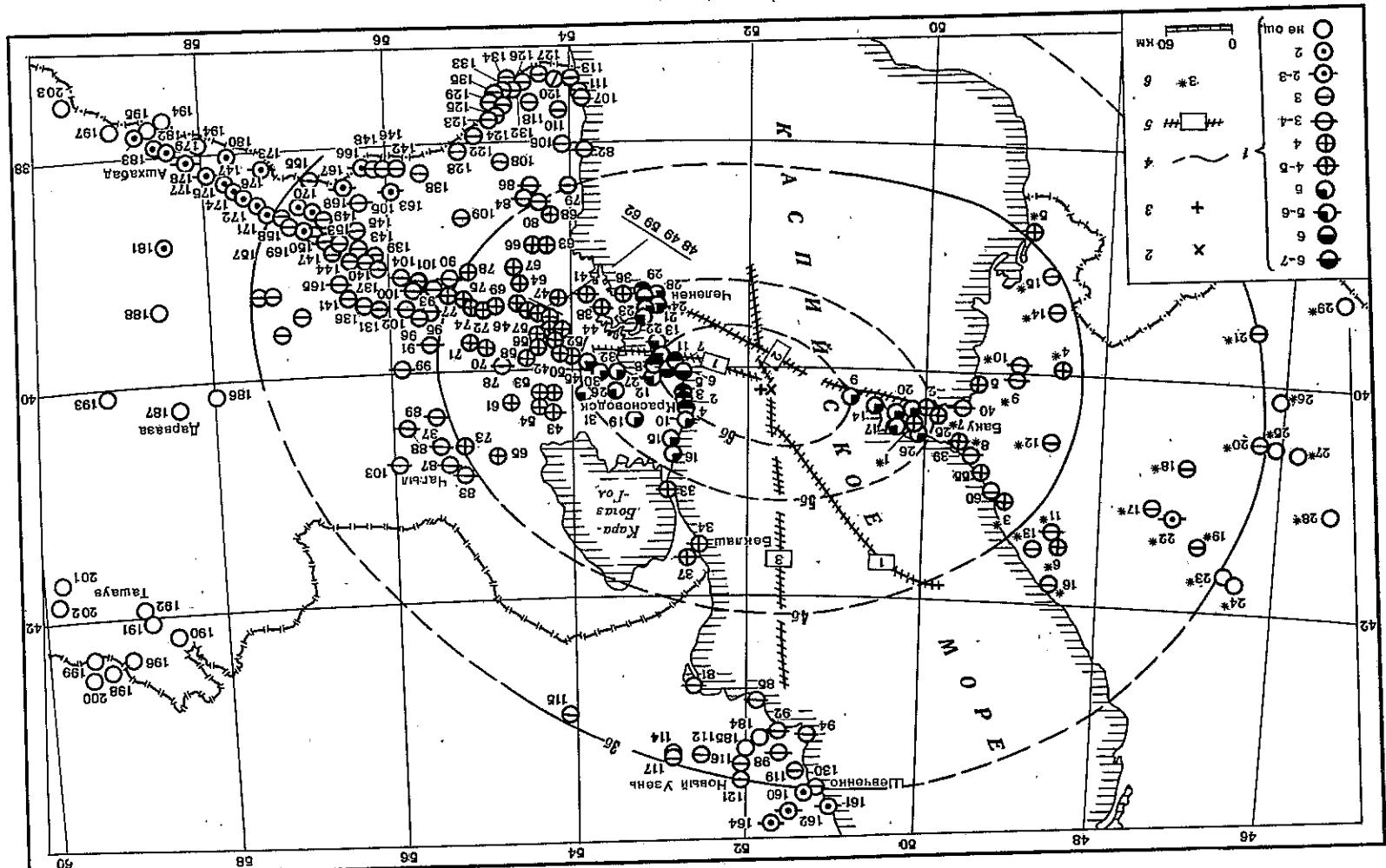


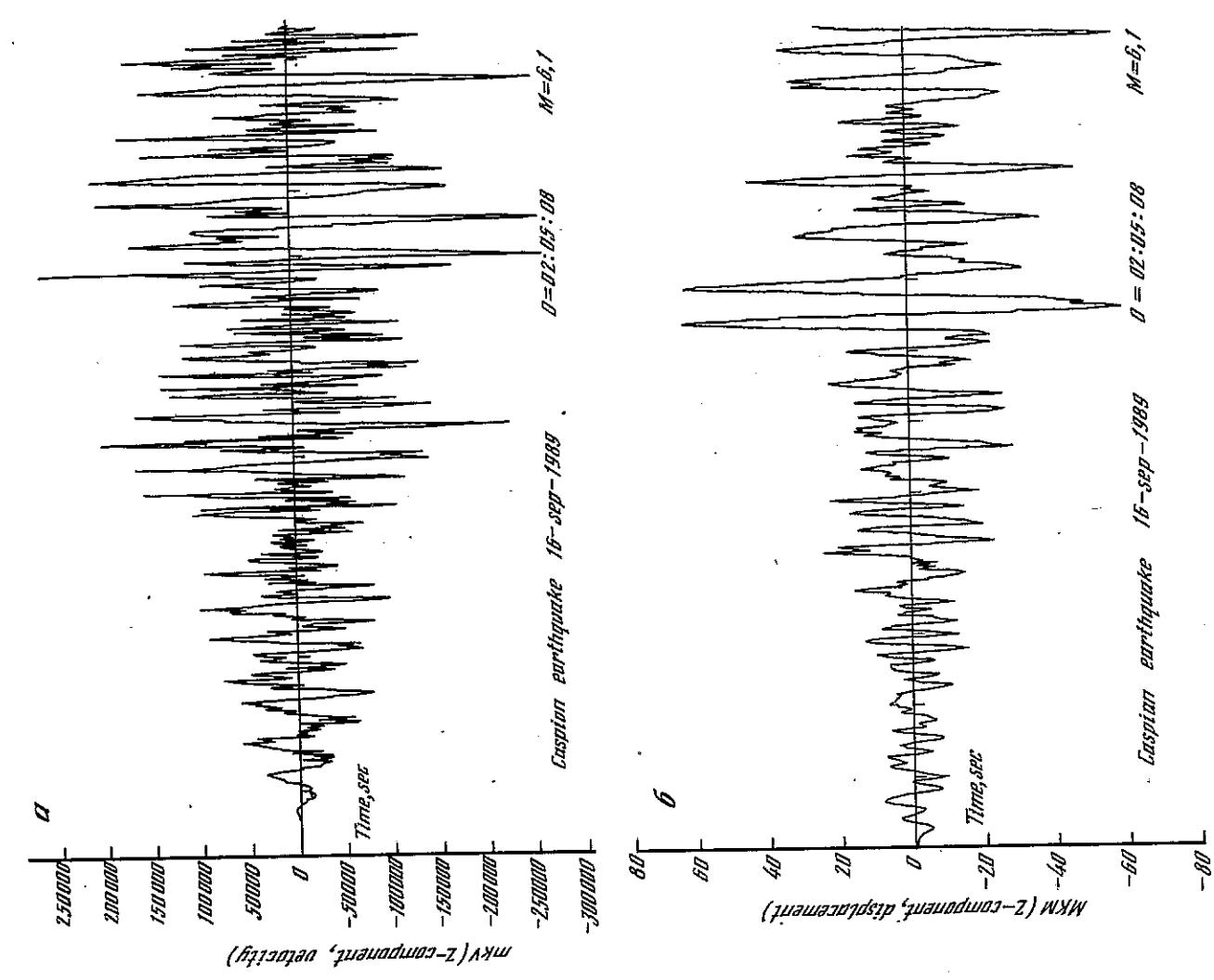
Рис. 2. Фрагмент сейсмограммы станции Агхабад ( $\Delta=650$  км) с записью Каспийского землетрясения 16 сентября приборами С-5-С.

Спектры основного толчка и его афтершока (17 сентября) близки между собой по форме и по уровню, что означает, вероятно, однаковыми условиями на разрыве. Приведенные в табл. 2 сейсмические моменты этих землетрясений являются максимально возможными значениями этих параметров, которые, в зависимости от интерпретации положения низкочастотного склона, могутарьковать в пределах  $M_0=(2,5+6,0) \times 10^{18}$  Н·м (16.09) и  $M_0=(1,8+3,5) \times 10^{18}$  Н·м (17.09). В таких пределах находится и значение сейсмических моментов этих землетрясений по данным станции Обнинск [6]. На рис. 4 и в табл. 2 показаны также спектр и очаговые параметры землетрясе-ния 19.12.1987 г., произошедшего на фоне наступившего после 1986 г. затишья в очаговой зоне каспийских землетрясений. Как видно из таблицы, оно отличалось вы- сотами кажущимися напряжений и отражало, вероятно, общий высокий уровень на- пряжений в очаговой зоне. Если форшоком считать землетрясение, предшествующее ос- новному толчку и таким-то образом отнесенное к рядовым сейсмическим событиям, то это землетрясение можно считать форшоком Каспийского землетрясения 1989 г. периода концентрации напряжений в очаговой зоне. Еще один форшок (01.01.89 г.)

47

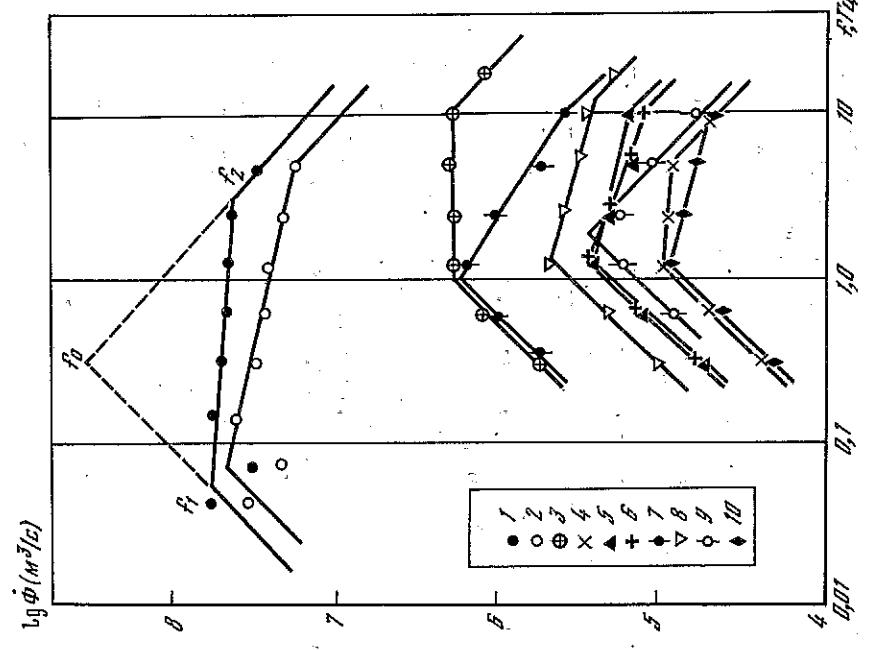


46



Р и с. 3. Фрагмент цифровой записи Каспийского землетрясения 16 сентября  
с/ст. Ванновская (комплекс Гелати)  
а - характеристика велосиметра; б - пример математического преобразования  
данных из скорости в смещение

48



Р и с. 4. Очаговые спектры скорости Каспийских земле-  
трясений  
1 - главного толка 16 сентября; 2 - 17 сентября;  
3 - 19 декабря 1987 г.; 4 - 1 января 1989 г.; 5 -  
16 сентября (17 ч 05 мин); 6 - 18 сентября; 7 - 22 сен-  
тября (20 ч 21 мин); 8 - 22 сентября (23 ч 30 мин);  
9 - 23 сентября; 10 - 25 ноября 1989 г.

отличался, наоборот, довольно низкими напряжениями, что могло соответствовать процессу разупрочнения в очаговой зоне, предшествующему образованию магистрального разрыва.  
Почти все каспийские землетрясения (кроме афтершока 28.09.69 г.) имеют спектры II типа - с переходной зоной. Для спектров скорости предшествующих толчков (см. рис. 4, № 3, 4) это почти линейный участок. При переходе от основных толчков (№ 1, 2) к афтершокам (№ 5-10) спектры в области переходной зоны все круче спадают в сторону высоких частот. При этом, как видно из таблицы, для сейсмической энергии, излученной при половинах в субвихарах, к общей сейсмической энергии очагов ( $E_{2/E}$ ) постепенно падает, что может быть связано с разрушением все большего числа барьеров и общим процессом снятия напряжений в очаговой зоне.  
Изучение макросейсмического поля Каспийского землетрясения проводилось эпи-центralной экспедицией ИС АН ТССР (научный сотрудник В.А. Сантурян). На первом этапе работ подробно изучался характер проявления землетрясения в черте города: осмотрены, 49

4. Землетрясения 1989

( $M = 8,2$ ) землетрясением в южных гравиях Евразиатской плиты к западу от Северного Тянь-Шаня [8]. Прибыл в город 16.09., макросейсмическая группа начала обследование утром следующего дня.

### Таблица 3

Макросейсмические данные о Каспийском землетрясении 16 сентября

$\frac{\text{№}}{\text{п/п}}$	Пункт	$\Delta_{\text{km}}$	$\frac{\text{№}}{\text{п/п}}$	Пункт	$\Delta_{\text{km}}$
1	Красноводск	6-7 баллов	102	Бату́к	165
	6 баллов			Хегес	170
2	Кызылчекутум		80	Сартас	178
	Куули-Маяк		82	Котурдепе	180
3			83	Султант <sup>*</sup>	187
4	Джайар		83	Приморск <sup>*</sup>	188
5	Кианлы		83		
6	Таргу		87	Лениннейт <sup>*</sup>	200
7	Азаза		97	Нгман	203
8	Убра	5-6 баллов	110	Комоба	209
9	Нефтяные Камни <sup>*</sup>		80	Молдакара	213
10	Дамзук		87	Эрикли	215
11	Тазабед		108	Джедел	218
12	Джанга		114	Им. 26 Бакинских Комиссаров	223
13	Кизыл-Бу		115	Разъезд № 123	225
14	Жилой <sup>*</sup>		102	Небит-Даг	233
15	Дашкулук		105	Разъезд № 126	233
16	Карчи		110	Государстан <sup>*</sup>	238
17	Горгин <sup>*</sup>		126	Разъезд № 124	242
18	Артем-остров <sup>*</sup>		128	Аккуи	247
19	Сульмен		138	Горджа	247
20	Торкин <sup>*</sup>		135	Кильяз <sup>*</sup>	252
21	И Мая		142	Ташаоват	252
22	Северный аул		142	Учбэз	252
23	Азизбеково		144	Огланлы	252
24	Челекен		146	Белла-Милем	252
25	Бузовна <sup>*</sup>		147	Слизань	252
26	Касан		148	Убык	252
27	Кара-Тенгир		149	Разъезд № 121	252
28	Каратель		152	Себенаксат	262
29	Аладжа		156	Кум-Даг	263
30	Аул № 6		162	Огламыш	264
31	Акташ		177	Сарыходжа	267
32	Белек	4-5 баллов	180	Алтыкуо	272
33	Кара-Богаз-Гол		137	Айдин	273
34	Бекдаш		164	Алтыкуй	274

школьные и дошкольные учреждения, подвергшиеся наибольшему повреждению (Г.Л.Голинский, Э.М.Эсенов, В.А.Сангушкин и др.). Это определилось необходимостью срочного получения выводов о возможностях дальнейшего использования указанных объектов.

Следует отметить и психологический фактор землетрясения, вызвавший среди населения города большую панику и беспокойство распространявшимися разными слухами о возможном возникновении более сильного толчка. Большинство жителей ночевали на улице, боялисьходить в помещения, нарушился ритм работы в учреждениях, благодаря оперативным действиям производств, в учебных и дошкольных заведениях. Благодаря усилиям администрации города было организовано выступление по телевидению в виде прямого эфира с обратной связью (Г.Л.Голинский, Э.М.Эсенов). Пример передачи заинтересовала жителей и по их просьбе вместо запланированных 30 мин. она продлилась 1 ч 20 мин. На многих предприятиях проводились лекции и встречи с членами коллектива. В местных газетах публиковались статьи и интервью с туркменскими сейсмологами (Г.Голинский, В.Орлов, В.Сантурин, Э.Эсенов). Вскоре с населением усвоилось и, наверное, на частично повторявшиеся подземные толчки, жизнь города вошла в нормальный ритм.

По завершении первого этапа работ были организованы три отдельные группы для широкого обследования: 1) по восточному побережью Каспийского моря с охватом Бекдаша, Карагаз-Тола и прилегающих юго-западных районов Казахстана, включая города Новый Узень и Шевченко (Г.Голинский, А.Зозуля, Н.Курилов, А.Медведев); 2) по районам Небит-Дага, Казанчикка, Кизыл-Арват и Челекена (К.Баймурадов, Б.Бердымуратов, В.Парамонов); 3) по селениям, расположенным в Красноводском районе (Д.Гарагозов, Ч.Мурадов). Поквартирное обследование зданий Красноводска и опрос его жителей осуществлялись всеми участниками экспедиции – по введенным маршрутам. Обработка макросейсмических данных проведена на основе модифицированной сейсмической шкалы MISK-84 [7]. Г.Голинским, А.Зозуля, А.Медведевым. Расчет параметров макросейсмического поля осуществлен Ч.Мурадовым; обобщение, анализ результатов и построение карты изосейстров проведены Г.Голинским.

Каспийское землетрясение ощущалось на обширной площади, охватившей территории всей Западной Туркмении, юго-западных районов Казахстана и восточного побережья Азербайджана. По энергетической характеристике ( $K_p = 16,1$ ) и силе сотрясения оно является сильнейшим из известных по историческим сведениям землетрясений акватории Каспийского моря за последние 100 лет [8], по всем основным параметрам составляя "дуплет" землетрясению 16.09.1989 г., имея одинаковую интенсивность установлена, что землетрясение 16.09.1989 г., имелось несколько слабее в сильности в эпицентре ( $I_o = 8$  баллов) [1, 4-9], опущалось несколько слабее в пределах далеких изосейстов, чем землетрясение 1986 г. Это обыясняется, вероятно, более малым уровнем залегания очага ( $h = 25$  км – по данным сети ТССР).

Распределение интенсивности в населенных пунктах представлено на карте изо-

сейстов (см.рис.1). С максимальной интенсивностью (6-7 баллов) сотрясения проявились в г. Красноводске. В близлежащих пунктах, примыкающих к городу в пределах 5-10 км (Азаза, Убра), а также в пяти селениях, расположенных вдоль морского побережья,

сила землетрясения составила 6 баллов (табл. 3).

Естественно, при изучении землетрясения наибольший интерес вызвал характер его проявления в Красноводске – областном центре, крупнейшем городе и морском порту Западной Туркмении, судьба которого испытывалась еще в 1895 г. сильнейшим

Продолжение табл. 3

№ п/п	Пункт	$\Delta_i$ , км	$\#$ ш/п	Пункт	$\Delta_i$ , км
71	Дурнади	286	114	Узенб <sup>ж</sup>	358
72	Перевал	288	115	Актущук <sup>ж</sup>	360
73	Котара	293	116	Станция Жетыбай <sup>ж</sup>	362
74	Разъезд № 117	296	117	Новый Узенб <sup>ж</sup>	363
75	Ахча-Куйма	303	118	Карадж-Батыр	365
76	Даната	310	119	Разъезд № 119	365
77	Шаумян	318	120	Алжыс <sup>ж</sup>	370
78	Хулайберди	251	122	Текендик	378
79	Камышлоджар	277	123	Атынолум	378
80	Бугнайлы	290	124	Старый Кизыл-Атрак	380
81	Фетисово <sup>ж</sup>	293	125	Агас-Арват	380
82	Окарам	295	126	Кардегеш	360
83	Туар	297	127	Чаласк	362
84	Орунчата	298	128	Чарт	383
85	Разв. Кызыл <sup>ж</sup>	298	129	Кизыл-Атрак	365
86	Шахман	305	130	Шевченко <sup>ж</sup>	385
87	Чагны	310	131	Ак (Кизыл-Арватский район)	387
88	Кизыл-Кая	314	132	Арымтак	388
89	Гекдере	317	133	Чатли	390
90	Обой	323	134	Гидриотум	390
91	Жскан	327	135	Дузымбут	390
92	Бралиев <sup>ж</sup>	332	136	Черкезли	394
93	Казанджик <sup>ж</sup>	334	137	Станция Джанахид	395
94	Кизылкум <sup>ж</sup>	335	138	Шарлоук	398
95	Тавакчи	338	139	Джанахид	403
96	Капшанта	342	140	Кизыл-Арват	407
97	Коймет	345	141	Карабогаз	412
98	Разъезд № 2 <sup>ж</sup>	348	142	Монкулы	416
99	Бургун	350	143	Пурнур	421
100	Узун-Су	353	144	Разъезд № 108	421
101	Узынсу	353	145	Хопжакала (Кызыл-Ар- ватский район)	423
102	Тётгин	354	146	Дардели	430
103	Карамин	357	147	Станция Кодж	435
104	Разъезд № 112	369	148	Ак (Кара-Калинский район)	437
105	Кара-Кала	432	149	Кодж	440
106	Карадепе	310	150	Разъезд № 105	450
107	Базар	340	151	Марат	453
108	Суджикумон	342	152	Лыким	456
109	Бекмидент	342	153	Бами	460
110	Порык	342	154	Кирими	470
111	Чикшилер	344	155	Холжакала (Кара-Калин- ский район)	495
112	Разъезд № 5 <sup>ж</sup>	355	156	Гасен-Кули	357
113					

<sup>ж</sup>Пункт расположжен в АзССР.  
<sup>ж</sup>Пункт расположжен в КазССР.  
<sup>ж</sup>Пункт расположжен в УзССР.

Можно из очевидного факта, что в практике изучения землетрясений макросейсмические данные являются единственным критерием достоверности методов, применяемых при сейсмическом микрорайонировании (СМР), цель обследования заключалась в выявление аномальных и вариационных особенностей сейсмения на территории города в связи с задачами СМР, их сопоставлении и анализе деформаций, пронившихся аналогичном объекте во время землетрясения 6.03.1986 г. Для обеспечения равномерной плотности наблюдений и корректной представительности результатов применялся поквартальный метод осмотра зданий и опроса жителей. Обследовалась каждое опорное (угловое) здание квартала, характерное для его стиля застройки, а также нетипичные дома, расположенные в границах красной линии квартала. Степень повреждения устанавливалась на уровне первого этажа.

Застойка территории Красноводска отличается резким обновлением старого фонда

жилых, общественных и административных зданий. Новые здания, построенные за последние 10–15 лет, преобладают типом которых (до 70 %) являются сейсмостойкие

Таблица 3.

Макросейсмические сведения землетрясения 16 сентября 1989 г.  
на территории Азербайджана. Сост. Р.Н.Шадфильев, А.Г.Гасанов

№/п	Пункт	А <sub>1</sub> км	А <sub>2</sub> км	Пункт	Δ <sub>1</sub> км
	<u>5-6 баллов</u>	102	10	Али-Байромлы	246
о. Артем	<u>5 баллов</u>	128	11	Сарван Бейненлил	260 275
I	Зиря	128	11	Куса Худат Джидыл Лерук	305 325 335
2	Говсаны Бузовна Ахмедлы Нарваран Баку	145 150 150 160 165	<u>3 балла</u>	Зарват Слизанъ Шенеха Хечаз	225 245 270 286
	Сумгайит Чуханлы Нефтегала Нариманбад Ольхонка	187 250 265 285 300	<u>13</u>	Пушкино Александровка Гасакала Приноб Вадицирован	290 298 302 305 310
	Калта	150	<u>4 балла</u>	Кордамир Астара Ялама Полтавка Пирсова	318 320 320 322 325
	Загульба Бильгях Хиллы	155 16 245		Уджары	255
3	Дивичи Халфалар Шорсулу	260 265 270		Зартешен	380
	Корган Сабираф	275 285		Мингечевир Джебраил	409 415
	Узунада	290	<u>19</u>	Кахи	426
5	Ленкорань Джаллаабад	300 305	<u>20</u>	Гянджа	465
	Кусары	310	<u>21</u>	Горис	475
	Ясабада	315	<u>22</u>	<u>2-3 балла</u>	
	Эзхул	320		Шеки Закаталы	405 432
	Захметабад	325		Белоканы Дашкесан	456 485
	Грикмы	340	<u>24</u>	Кельбаджар Кедабек	489 510
7	<u>3-4 балла</u>	195	<u>26</u>	Казах	554
8	Насосный Гобустан	200	<u>27</u>	Нахичевань	560
	Котевка	210	<u>28</u>		
9	Кази-Магомед	220	<u>29</u>		
		246			

Причины. Пронумерованные пункты нанесены на рис. I.

3,4-этажные дома, конструктивно рассчитаны на 3-балльные сейсмические воздействия (типа С<sub>9</sub>). Они возведены в виде железобетонного каркаса прямого углового конфигурации в плане и в разрезе по высоте. Заполнение стен осуществляется камнем (ракушечником), имеющим пиленные грани размером 40 х 20 см. Добыв камни и их обработка производится на местных карьерах и комбинатах.

Территория Краснодарска расположена в сложных инженерно-геологических и геоморфологических условиях. Разнообразие рельефа определяется город Куба-Даг (окончание Каспийского плато), занимаемой господствующее положение в северо-западной части города, и возвышенностью Шах-Адам, приморской к ее центральной части. Эти факторы отразились на рельефе застраиваемых участков, отличающихся резкими перепадами высот и понижений.

Северная часть города сложена склонами морскими песчаниками с прослоjkами галечника; восточная часть охватывает склон возвышенности Шах-Адама, отдающегося выходом на поверхность коренных склонных пород; южной части города рельеф песчаник; северные и юго-западные районы города сложены проливальными осадками. Деятельное обследование однотипных зданий, расположенных в различных участках города, показало неоднородное проявление сейсмического эффекта и возрастание воздейстvия сотрясений на объекты в зависимости от увеличения высотных отметок рельефа.

В результате обследования установлено, что воздействие землетрясения на здания типа С<sub>9</sub> вызвало в них очень серьезные деформации (рис. 5), в среднем классом 7-2-й и 3-й степени повреждения. Так, в вестибюле учебного корпуса медучилища произошли значительные повреждения главного узла несущей конструкции из-за недоброкачественной электросварки, в области прымывания радиелей к вертикальной колонне возникли смещение металлической арматуры, разрыв и осыпание бетона; в железобетонной колонне, образующей основание главного входа в корпус, на всю ее высоту образовалась трещина бетона шириной до 10-15 мм, бетонное окружение колонны, явившееся одновременно вводной площадкой в помещение, раскололось и осело; в межэтажных перекрытиях возникло смещение плит с обнажением швов и обсыпанием штукатурного слоя. Во многих внутренних перегородках образовались горизонтальные и вертикальные трещины структурного характера. Степень повреждения здания  $\alpha = 2$ .

В жилом здании аналогичной структуры по всей высоте угловой несущей железобетонной колонны каркаса образовалась вертикальная трещина шириной более 10 мм, возникло сплошное осыпание штукатурки ( $\alpha = 2$ ). Такие же повреждения несущей колонны веранды образовались в жилом доме по ул. Фиолетова ( $\alpha = 1+2$ ). В 4-этажном здании обнаружены № 5 Нефтеперегонного завода (ул. Медиков, II) по всей его высоте раскрылся сейсмический шов со значительным осыпанием штукатурного слоя. Дом ориентирован с севера на юг, т.е. перпендикулярно направлению на эпицентр.

Раскрытие швов произошло как на восточной, так и на западной стенах ( $\alpha = 1$ ).

Смещение лестничного марша со своей опоры, выполненной в железобетонном варианте, и нарушение штукатурного слоя ( $\alpha = 1$ ) произошли в доме по ул. Циленко.

В магазине "Каракум", расположенным в 4-этажном здании на пр. Ленина, 47 образовались сильные повреждения внутренних перегородок, возведенных из гипсомитовых блоков: произошло сплошное обрушение штукатурки и кафельных облицовочных плиток;

в местах соединения лестничного марша с капитальной стеной образовались деформации отрыва ( $\alpha = 1+2$ ). В 4-этажном доме галлерейного типа (Черекуллы, пр. Ленина, 94) произошло смещение и выпучивание элементов декоративных плит, установленных на фасаде здания. Во внутренних перегородках образовались трещины и от-

кальвение небольших кусков штукатурки, вскрылись швы между потолочными панелями ( $d = 1$ ).  
В магазине "Шократ", занимаемом 1-й этаж 4-этажного дома (Черемушки, ул. Луна-Черского), сместились внутренние гипсомитовые перегородки в местах их примыкания к потолочным балкам и плитам перекрытия, образовав широкие трещины; на отдельных участках оторвались от несущих стен бетонные лестничные марши, разబомаса бетон исыпался крупными кусками ( $d = 1+2$ ).

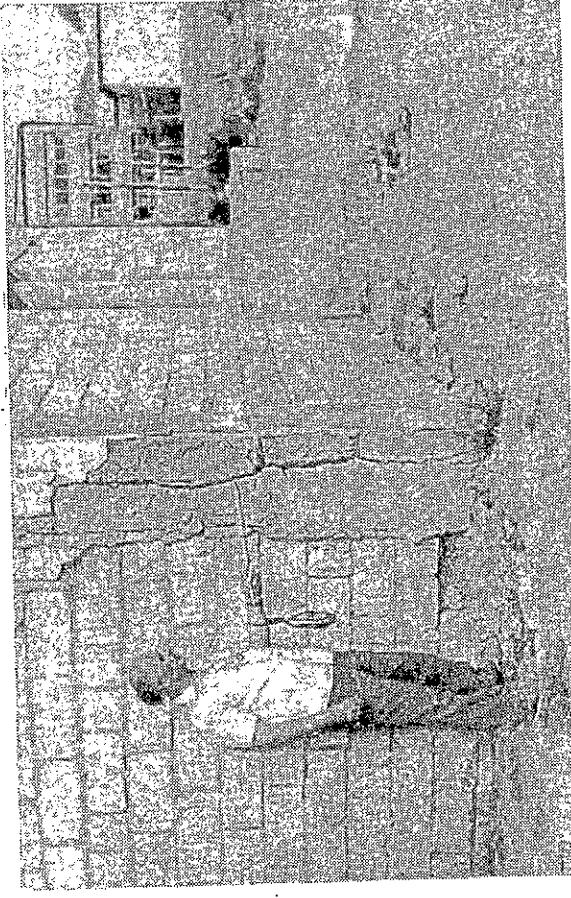


Рис. 5. Разрушение углового несущей железобетонной колонны каркаса четырехэтажного жилого дома типа Q9: вертикальная трещина шириной более 10 мм на всю высоту здания, сплошное осыпание штукатурки

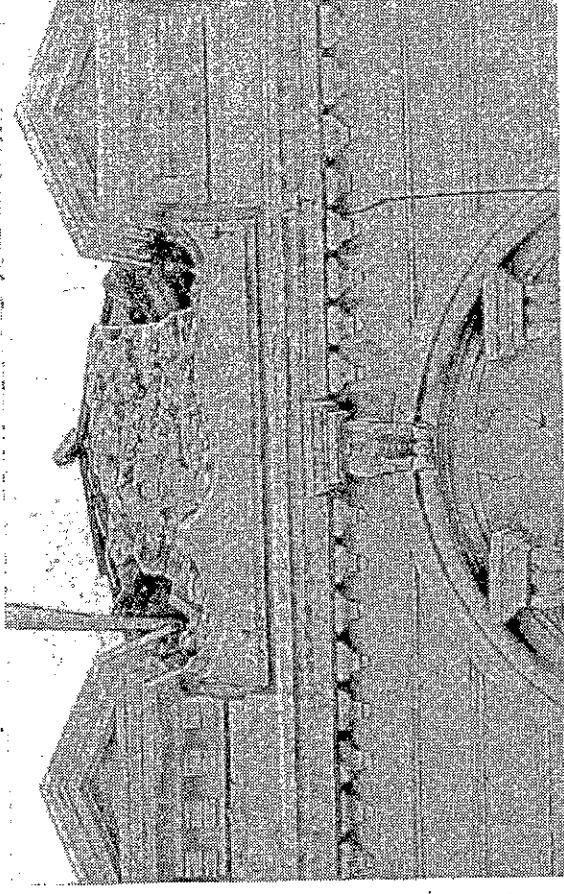
Интересный эффект воздействия землетрясения наблюдался нами у 2-этажного дома по ул. Фисилетова, 75: дымоходная металлическая труба (диаметр основания около 80 см, высота около 20 м) бывшей котельни, вырвав с собой верхнюю часть бетонного основания, опрокинулась на 12-15° от вертикали, в сторону здания. От пологого падения ее удерживал лишь выступ венчального карниза.  
Разрушение фронтона и "обвал" кирпичей (рис. 6) произошло на фасадной части магазина, расположенного в одноэтажном здании типа А2 деревоизационного периода застройки. Внутри дома возникло много трещин ( $d = 3$ ). Значительные повреждения внутренних стен с обвалом штукатурки в их стыках возникли в течении рабочекомбината, построенного в каркасном варианте с расчетом на 9 баллов ( $d = 1$ ). На паромной переправе в 2-этажном здании морского вокзала, возведенного из железобетонного каркаса, заметных повреждений не обнаружено. Но в здании пульта управления (ПУ) движением железнодорожных вагонов при загрузке паромов, в основном представляемого металлическими конструкциями, отдельные стены которого выполнены из камня гранита, образовалась трещина и произошло основание больших кусков штукатурки в местах примыкания стен к угловым бетонным колоннам ( $d = 1$ ). Две металлических трансформатора размером 80 x 60 x 30 см сорвались с места, один

из них наклонился, с полок упали приборы ( $d = 2$ ). Электромонтер ПУ Ю.В. Фимушкин, стоя на мосту переправы, чувствовал сильные колебания, щедшие в направлении с С-З на Ю-В. Чтобы удержаться, он ухватился за полу чин и широко раздвинул ноги. Сильно испугался ( $d_2$  - тип Н = 3).

В городской поликлинике, конструктивно возведенной из железобетонного каркаса с заполнением стенных проемов камнем гранита (тип С9), в обрамлении широкой входной двери в здание образовались тонкие трещины. Во внутренних стенах личебного корпуса № II, в нижней части простенка и в местах соединения стен с потолком были видны тонкие горизонтальные трещины, в дверных косяках возникли вертикальные трещины, оснастились мелкие кусочки известковой поблеки. ( $d = 1$ ).  
В небольшом удалении от здания морского вокзала паромной переправы (в 150-180 м), ближе к побережью морского залива, расположена металлическая емкость для жидкого топлива. Ее высота составляет 12 м, диаметр - около 20 м, объем 3,8 тыс. м<sup>3</sup>. Резервуар установлен на мощном фундаменте из железобетонной плиты толщиной 500 мм, смонтированном на 40-50 вертикальных металлических связях диаметром 300-400 мм, забитых в глубь земли на 15 м. Между фундаментом и днищем резервуара, сверх плиты, уложена "подушка" из обильно промазученного песка толщиной 100-150 мм. Во время землетрясения емкость была пустой. От сильных ее колебаний по всему периметру фундамента, выходящего из-под емкости на 1,2 м, образовалось множество трещин в земле, достигавших ширин 1,5-2 см, в отдельных местах выкорчевались бетон.

На пальце паромной переправы рассказал, что один из паромов, стоявший под погрузкой, был прицеплен мощными канатами к металлическому буру, забетонированному на первом этаже. В момент землетрясения корабль начнуло с такой силой, что вокруг буя растягивалась бетон, чего ни разу не происходило даже при 8-балльных штурмах.

Рис. 6. Разрушение фронтона и "обвал" кирпичей фасадной части здания (тип А2)



Geographische Karte des Kaspischen Meeres mit Angabe der Tiefen und des Seewasserangehalts									
Geographische Karte des Kaspischen Meeres mit Angabe der Tiefen und des Seewasserangehalts									
0 - 8	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
8	75	185	105	42	10	0,914	2,6	2,9	2,6
7	25	15	10	10	10	10	10	10	10
Geographische Karte des Kaspischen Meeres mit Angabe der Tiefen und des Seewasserangehalts									
6 - 15	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
5 - 6	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
4 - 5	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
3 - 4	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
2 - 3	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
1 - 2	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09
0 - 1	7	13	2,19	16	2,09	27	1,95	29	2,09

В дос. Уфра на причале, в результате сотрясения ее конструкции, у стыка насыпного полога дороги с бетонной площадкой образовалася разрыв бетона и возникла широкая крестообразная трещина в грунте.

Интересные сведения сообщили жители курортного поселка Азаза, расположенного на морском побережье близи Красноводска: на берегу наблюдалось движение нескольких змей, видели змеи и около дома, в городе.

Однажды землетрясение, как и в 1936 г., расположено в открытом море, где отсутствует возможность практического определения его силы I<sub>0</sub> в эпицентре. В процессе макротектонического обследования с использованием методики Г. Голинского и Ч. Муратова [1] проводился опрос команд морских паромов и рыбачих кораблей, находившихся при землетрясении в море, в районе очага или на определенном удалении от него – в зоне проявления сейсмических сопряжений. Капитан парома "Советский Казахстан" Иманов Джакар-оглы Забула-ольи рассказал, что корабль в 6-00 (по московскому времени) подходит к Баку. Во время плавания ничего не чувствовали, но жители города чувствовали землетрясение.

Паром "Советский Нахичевань" (капитан Эренчиев Райик Бахкул-оглы) шел из Красноводска в Баку. Находясь в море, в 80 км от Красноводска, капитан почувствовал сотрясение и позовом на мостик.

Другой корабль подходит к причалу. Во время швартования почувствовали сильные колебания и качку. Весь причал подрагивал и "ходил", судно "танцующее". Из палубных прожекторов "шли" искры. Вода вокруг замутилась.

На основе макроданных построена карта изобейст (см. рис. I), по которой, используя соотношения между  $M_0$ ,  $I_0$  и для землетрясений Туркмении [10], определили глубины очага:  $n_0 M = 18 \text{ km}$ ,  $n_1 I_0 = 25 \text{ km}$ , что хорошо соответствует инструментальному определению глубины очага  $n = 25 \text{ km}$ . Основные параметры макротектонического поля указаны в табл. 4, 5.

Сейсмотектоника. Очаговая зона Каспийского землетрясения I<sub>0</sub>.09 расположена в Ашхерено-Грибаджанская подвижной зоне поднятий, простирающейся с юга, параллельно Кельюкской зоне прогибов. Турукменская часть зоны, протяженностью 260 км при ширине 25–30 км, включает морские брахиентимильные складки Ливанова, Губкина и складки Западно-Туркменской низменности – Челекен, Бузун, Кум-Даг и др. Прибалхано-Ашхеронская зона прерывистых поднятий представлена собой внешний прибрежный пояс интенсивно дислокированных складок Юно-Каспийской мегавпадки и характеризуется резкой дифференциацией глубинного строения. Помимо в пределах Западно-Туркменской низменности образуют три линии: Ливаново-Каратепинскую – северо-западного, Кобек-Кызылумскую – широтного и Сыртланы – Эрдеклинскую – юго-западного направлений. Имяния соответствуют длине 250, 40 и 60 км. В строении складок зоны установлены отложения палеогенна суммарной максимальной мощностью более 6 000 м.

Помимо явились глубоко погруженными под морским (новокаспийским) и континентальными) современными отложениями. Мощность неспецифических пород составляет от 2 500 м на востоке до 5 000 м и более – на западе.

На подводном склоне дна Каспийского моря к З-С – З от полуострова Челекен обнаружен ряд выходов коренных пород, приуроченных к грядовым вулканам: Липанова, Губкина, Джанова, Новый грядовой вулкан и банка Дам. Самым крупным из этой группы подводных вулканов является банка Ливанова, открыта после сильного газового извержения во время Узун-Адинского землетрясения в 1895 г., когда над морем (именем здесь до этого глубину свыше 100 м) поднялся значительный остров соленой брекции [15]. Вскоре этот остров был размыт, но глубина моря

3. Раутян Т.Г., Халтурин В.М., Закиров М.С. и др. // Экспериментальные исследования сейсмической зоны. М.: Наука, 1981. С. 142.
4. Раутян Т.Г., Кунакова О.Н. и др. Озаповы сектры и параметры землетрясения Средней Азии, Колпетдага, Северного Тянь-Шаня // Науч. сборник. С. 221.
5. Раутян Т.Г. Определение параметров суб颤атов землетрясений и их интерпретации // Вопросы инженерной сейсмологии. М.: Наука, 1988. Вып. 29. С. 21-29.
6. Сейсмический блоген (секундный). II-20 сентября 1989 г. Обинск: ОИЭЗ АН ССР. 1989. С. 15, 27.
7. Ершов И.А., Шедалин Н.В. Проблема конструции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологии. // Вопросы инженерной сейсмологии. М.: Наука, 1984, вып. 26. С. 84-98.
8. Голинский Г.Л. и др. Каталог землетрясений Западного Туркменистана // Каталог сильных землетрясений на территории ССР. М.: Наука, 1977. С. 177-197.
9. Голинский Г.Л., Тарасова Л.М. и др. О Каспийском землетрясении 6 марта 1986 г. // Изв. АН ССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, 1987, № 1. С. 98-100.
10. Голинский Г.Л. Уравнения макросейсмического поля землетрясений // Изв. АН ССР. Сер. физич., 1977, № 1. С. 69-74.
11. Голинский Г.Ф., Соловьев В.Ф. Тектоническая схема восточного побережья Енгото Каспия // ДАН ССР. Т. 96, № 3, 1954.
12. Мицюнченко В.П. Схема тектоники мелководной зоны Каспийского моря // Туркменского побережья // Труды лаборатории аэрометров АН ССР, Т. 6. 1958.
13. Смолко А.И. Структура Прибалханского района (по геологическим данным) // Геология ССР, Т. 22, ч. 1. С. 408-420.

УДК 550.348.436 (235.132)

Г.Л. Голинский, Т.А. Аннаоравова, А.Р. Рахимов

\* Землетрясение Копетдата

Структура региональной сети сейсмических станций Туркменской ССР, ведущий регистриацию землетрясений в Колпетдагском регионе, не изменилась по сравнению с предыдущим годом [1]. Обработка сейсмологического материала проводилась преимущественно по программе "Locas" на основе скоростных разрезов земной коры [2]. Энергетические характеристики землетрясений определялись по стандартной методике Г.Г. Раутяна, для части землетрясений определена магнитуда в ближней зоне мира [1].

[3]. Схема деления региона на районы осталась прежней [1].

За прошедший год в пределах Колпетдагского региона зарегистрировано 4422 землетрясения 2-16 класса, среди которых 741 землетрясение имело энергетические классы  $K_p > 8.6$  (табл. 1, рис. 1). При этом выделилась суммарная энергия  $E = 11022 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ , что более чем на порядок превосходит уровень всей сейсмической энергии, выделяющейся в течение последних 15 лет ( $1009, 3 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ ). Подобная ситуация впервые отмечается после Ашхабадского землетрясения 5-го октября 1948 г. и связана с возникновением Каспийского землетрясения 16 сентября 1948 г. и связана с возникновением Каспийского землетрясения, составившим суммарную энергию, выделявшуюся в озере Каспийского землетрясения, составившим  $11009 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ . Если же эту энергию исключить из годового объема, то на весь Колпетдагский регион приходится лишь  $12,6 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ , что является самым минимальным количеством за последние 15 лет.

Непосредственно в регионе произошло 1547 землетрясений с  $K = 2-13$ . Число землетрясений и сейсмическая энергия текущего года ( $E = 12,6 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ ) сопоставимы с данными, как предыдущего года, так и за период наблюдений прошлых трех лет. Распределение сейсмичности по месяцам и глубинное залегание очагов показаны на

\* Ом. примечание на с. 277 настоящ. сборника.

Л и т е р а т у р а

- Голинский Г.Л., Кондратьев Н.В. Землетрясение в ССР в 1986 г. М.: Каспийское землетрясение 6 марта // Землетрясения в ССР в 1986 г. М.: Наука, 1989. С. 58-77.
- Голинский Г.Л., Аннаоравова Т.А., Рахимов А.Р. Землетрясения Колпетдага // Настоящий сборник. С. 61-67.

60