

УДК 550.343.9:551.24:551.240

Гребенникова В.В., Фролова А.Г.  
Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СУУСАМЫРСКОМУ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЮ,  
19 АВГУСТА 1992 г. (по анализу записей сильных афтершоков)**

**Аннотация.** В статье дан краткий обзор публикаций, посвящённых Суусамырскому землетрясению 19 августа 1992 г. с  $K_p=17.0$ . Приведены результаты анализа записей этого события и трёх сильных его афтершоков приборами для регистрации сильных движений. Представлена 2D карта изосейст суммарного макросейсмического проявления землетрясения и афтершоков, при построении которой использовался новый методический приём.

**Ключевые слова:** землетрясение, эпицентр, афтершок, акселерограмма, ускорения, спектры, макросейсмические параметры, последствия землетрясения, изосейсты.

**СУУСАМЫР ЖЕР ТИТИРӨӨСҮ БОЮНЧА ЖАҢЫ МААЛЫМАТТАР,  
1992-ЖЫЛДЫН 19-АВГУСТУ (күчтүү афтершокторду жазып алууларга талдоо  
жүргүзүү боюнча)**

**Кыскача мазмуну. Кыскача мазмуну.** Макалада 1992-ж. 19-августундагы  $K_p=17.0$  болгон Суусамыр жер титирөөсүнө арналган басылмаларга кыскача баяндама берилген. Ушул окуяны жана анын күчтүү кыймылдарды каттоочу приборлор менен катталган үч күчтүү афтершокторун каттап алууларга жүргүзүлгөн талдоолордун жыйынтыктары келтирилген. Аны түзүү учурунда жаңы методикалык ыкма пайдаланылган, Суусамыр окуясынын жана афтершокторунун суммаланган макросейсмикалык көрүнүшүнүн изосейсттеринин 2D картасы берилген.

**Негизги сөздөр:** жер титирөө, афтершок, эпиборбор, акселерограмма, ускорения, спектры, макросейсмические параметры, последствия землетрясений, изосейсты.

**NEW DATA ON SUUSAMYR EARTHQUAKE,  
19 AUGUST 1992 (according to the analysis of strong aftershocks records)**

**Abstract.** The paper provides the brief overview of publications on the Sususamyr earthquake. The results of the analysis of this event records and strong motion records of its three strong aftershocks are presented. 2D map of the cumulative macroseismic effects of the earthquake and aftershocks is presented. A new methodical technique was used during map creation.

**Keywords:** earthquake, aftershock, epicenter, accelerogram, accelerations, spectra, macroseismic parameters, earthquake consequences, isoseism.

19 августа 1992 г. в 02 ч 04 м 36 с по Гринвичу (в 08 ч 04 м 36 с по местному времени) в Кыргызстане в западной части Суусамырской впадины (Панфиловский район Чуйской области) произошло землетрясение  $M=7.5$  с интенсивностью в эпицентре 9.5-10 баллов по шкале MSK-64 (рис. 1).

Это событие по размерам очага и выделенной энергии стало одним из сильнейших, наряду с Чаткальским землетрясением 1946 г.  $M=7.5$ , за весь период инструментальных наблюдений в Кыргызстане. Землетрясение ощущалось на всей территории Кыргызстана и прилегающих государств - Таджикистана, Узбекистана и Казахстана, с силой от 4.5 баллов и выше в зависимости от расстояния до эпицентра. Его эпицентр приурочен к узлу пересечения Восточно-Арамсуйского разлома северо-

западного простирания и предполагаемого под рыхлыми отложениями разлома (линеамента) субширотного простирания [1].

Суусамырское землетрясение произошло в зоне, так называемого сейсмического затишья (рис. 2). Однако в его эпицентральной зоне присутствуют приразломные палеоуступы, которые могли образоваться при аналогичных событиях в прошлом. Датировки образцов из сейсмопалеоуступа в долине р. Токойлу (западный борт длины) позволили сделать вывод, что образование данной деформации происходило во временном интервале, приблизительно, 2600-1600 лет назад [2]. Возраст другого палеоземлетрясения определён в диапазоне  $3100 \pm 17$ –  $2100 \pm 370$  лет (ВР) [3].



Рисунок 1. Обзорная карта района Суусамырского землетрясения 19 августа 1992 г., (фрагмент карты «Кыргызская Республика», Госкартография – 2016 г., масштаб 1:500 000).

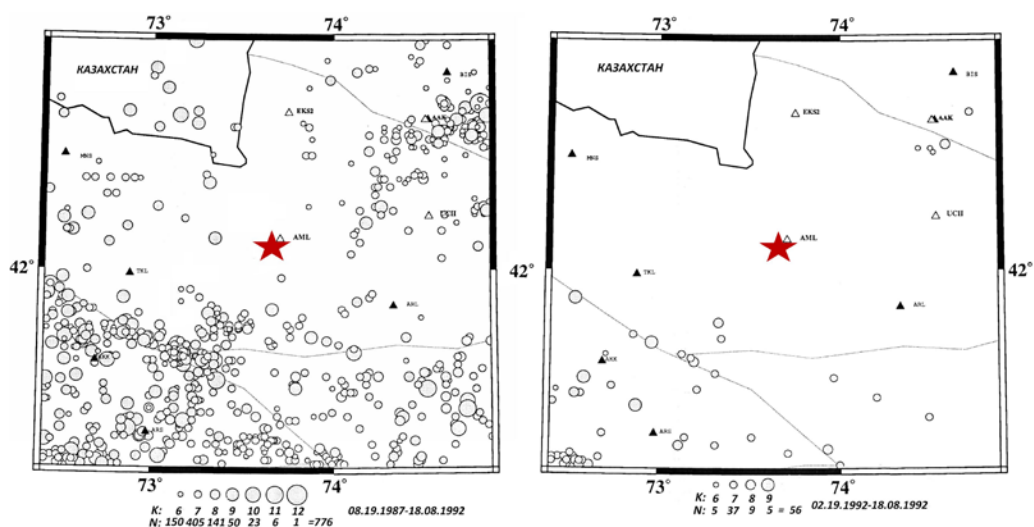


Рисунок 2. Карты эпицентров землетрясений: слева – за пять лет до Суусамырского события (18.08.1987 г. по 18.08.1992 г.), справа – за полгода до события (с 19.02.1992 г. по 18.08.1992 г.) [4]. Эпицентр Суусамырского землетрясения показан красной звездочкой (использованы материалы Т.П. Грина).

## Инструментальные наблюдения

Согласно бюллетеню ISC [5], Суусамырское землетрясение записали 1293 сейсмические станции Земного шара. Основные параметры главного толчка по материалам различных агентств представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры Суусамырского землетрясения 19 августа 1992 г. в 02<sup>h</sup>04<sup>m</sup> по данным различных сейсмологических центров.

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр			Магнитуда	Источ- ник	Страна
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км			
IS KR	02 04 36.0		42.07	73.63	25	$Kr=17,0$ ; $M_s=7.5$	[4]	Кыргызстан
MOS	02 04 37.4		42.24	73.59	29	$M_b=7.1/12$ ; $M_s=7$ .5/13	[5]	Россия
NAO	02 04 32		40.6	72.9	33		[5]	Норвегия
BJI	02 04 36.1		42.3	73.64	23	$m_b=6.1$ ; $M_s=7.7$	[5]	Китай
NEIC	02 04 37.4		42.142	73.575	27	$m_b=6.6/99$ ; $M_s=7.4/29$ ; $M_w=7.3$ ; $M_0=9.1 \cdot 10^{19}$ Н·м	[5]	США
ЕНВ	02 04 38.75		42.106	73.603	27		[5]	США
HFS	02 04 40		42.10	73.0		$m_b=6.8$	[5]	Швеция
HRVD	02 04 45.8	0.1	42.19	73.32	17	$M_0=7.68 \cdot 10^{19}$ Н·м	[5]	США, Гарвард
CENT	02 04 36.7		42.11	73.607	13		[5]	США
ISC	02 04 37.39	0.0 9	42.12	73.60	27	$m_b=6.5/143$ ; $M_s=7.3/57$	[5]	Велико- британия

Разброс данных по широте равен  $1.7^\circ$  ( $\varphi=42.3^\circ-40.6^\circ$ N), по долготе -  $0.74^\circ$  ( $\lambda=73.64^\circ-72.9^\circ$ ), по глубине - 20 км (33–13 км), по магнитудам - более устойчивы магнитуды  $M_s$ , по поверхностным волнам - на уровне 7.4.

Перед Суусамырском землетрясением 1992 г., сейсмические станции Кыргызстана были оборудованы аналоговой аппаратурой. К сожалению, записей цифровая сети KNET этого уникального события не имеется. Практически все сейсмограммы Суусамырского землетрясения по записям приборов СКД ( $V_0=1000$ ) и СКМ ( $V_0=25000$ ) были «зашкалены» и можно было измерить только моменты первых вступлений.

Для определения основных параметров землетрясения были использованы записи приборов для регистрации сильных движений. Аналоговые приборы для регистрации сильных движений были трёх типов: сейсмографы механической регистрации СМР с увеличением  $V_0=7$  и с записью на закопчённую бумагу, велосиметры ИСО-II+S5S с двумя уровнями чувствительности  $V_0=0.1$ с и  $V_0=2.5$ с и акселерометры ССРЗ-М с порогом срабатывания 5 баллов. Записи велосиметров и акселерометров производились на фотоплёнку. Все приборы находились в режиме ожидания.

Авторами данной статьи, с помощью программы WaveTrack, оцифровано 13 записей Суусамырского землетрясения: 6 записей приборами СМР, 2 велосиметрами

ИСО-II+S5S и 4 – акселерометрами ССРЗ. Все записи акселерометров были на нижнем пределе регистрации: максимальные амплитуды колебаний не достигали 1 мм.

На рис. 3 показан пример оцифровки записей смещений, полученных на станциях «Аркит» и «Ош».

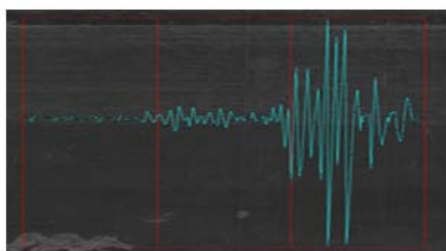
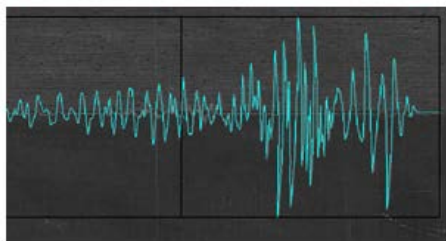


Рисунок 3. Оцифрованные сейсмограммы Суусамырского землетрясения 1992 г. по записям станций «Аркит» (а) и «Ош» (б).



Мы попытались перевести оцифрованные записи смещений в ускорения путем двойного дифференцирования и рассчитать спектры. Однако, в большинстве случаев получаются неоправданно большие значения ускорений. С меньшими погрешностями происходит переход от скоростей к ускорениям (рис. 4).

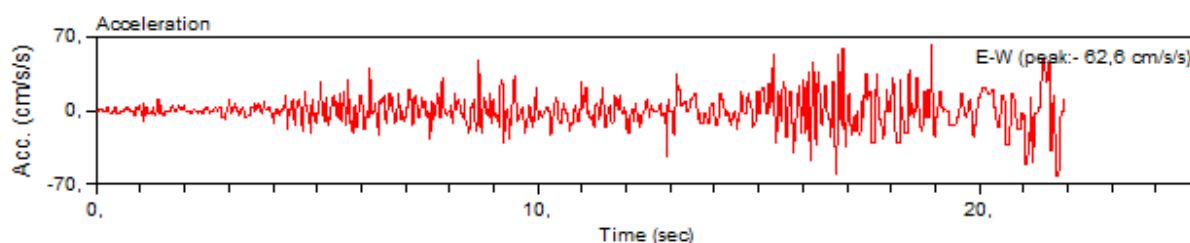


Рисунок 4. Ускорения колебаний грунта при Суусамырском землетрясении 1992 г. по записи велосиметра ИСО-II+C5C ( $V_0=2.5$ ) на станции Фрунзе ( $R=120$  км).

В таблице 2 приведены параметры записей смещений на шести сейсмических станциях при Суусамырском землетрясении:  $A_{max}$  – максимальные амплитуды,  $T$  – соответствующие им периоды и  $d$  – относительная длительность колебаний на уровне 0.5 от максимума.

Таблица 2. Параметры смещений по записям приборов СМР при Суусамырском землетрясении 19 августа 1992 г.

Станция	Грунтовые условия	$R$ , км	Параметры колебаний			
			компонента	$A_{max}$ , см	$T$ , с	$d$ , с
Арал	граносиениты	64	E-W	1.45	3.6	28
Фрунзе	галечник	120	N-S	1.30	5	30
			E-W	1.36	5	50
Аркит	галечник	141	E-W	1.26	4	28
Ош	известняк	184	N-S	0.38	3	40
			E-W	0.94	4.5	22
Суфи-Курган	галечник	230	E-W	0.38	3.8	15
Ананьево	граниты	343	N-S	0.27	3.2	40

Максимальные смещения были зарегистрированы на сейсмической станции «Арал» на расстоянии 64 км от эпицентра и составили 1.45 см.

По записям ускорений с помощью программы ViewWave были получены спектры реакции при 5%-ном затухании (рис. 5, 6).



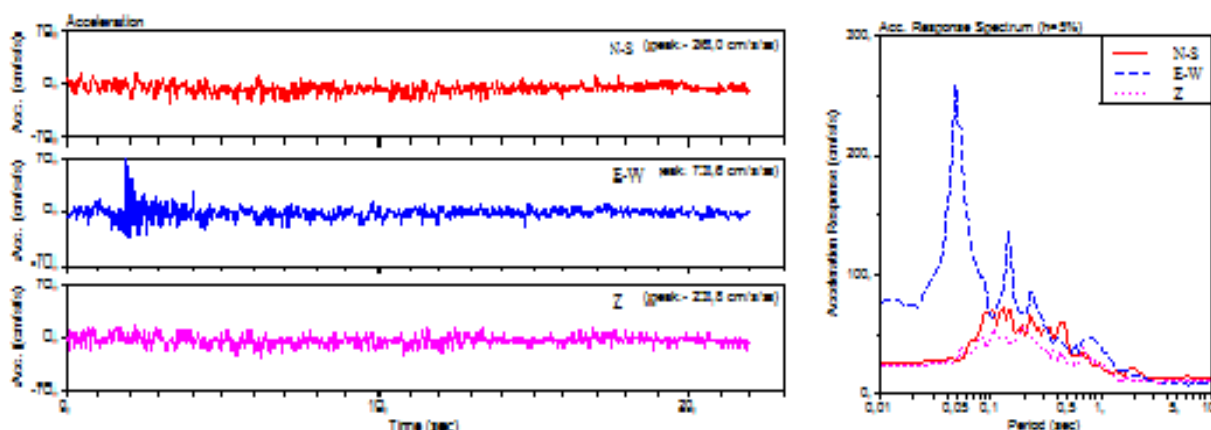


Рисунок 5. Акселерограммы Суусамырского землетрясения 1992 г. по станции «Фрунзе» (слева) и спектры реакции по трём компонентам (справа).

Максимальное ускорение - равное  $72.6 \text{ см/с}^2$ , зарегистрированное при Суусамырском землетрясении, наблюдалось на станции «Фрунзе» ( $R=120 \text{ км}$ ) по компоненте В-З, на второй секунде записи на частоте около 20 Гц (рис. 5, слева). По виду записи можно предположить, что это аппаратный эффект не связан с самим землетрясением. Более «правильные» записи ускорений получены на станции «Аркит», расположенной на расстоянии 141 км от эпицентра. Пиковые значения ускорений на этой станции  $57.7 \text{ см/с}^2$  зарегистрированы на компоненте С-Ю. Максимальные ускорения происходили в диапазоне периодов 0.1-0.32<sup>s</sup> (рис. 6).

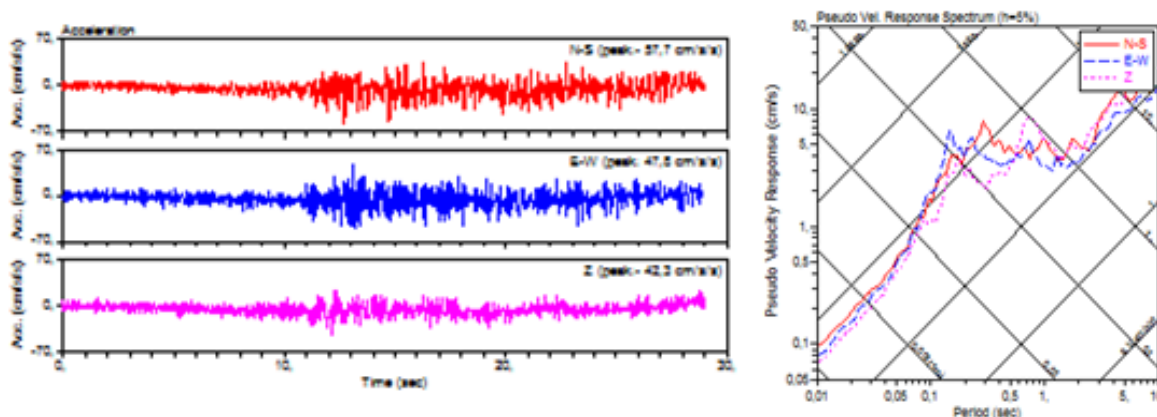


Рисунок 6. Акселерограммы Суусамырского землетрясения по станции «Аркит» (справа) и спектры реакции по трём компонентам (слева).

Параметры ускорений и спектров реакции по записям приборов ССРЗ на четырёх сейсмических станциях приведены в таблице 3.

Таблица 3. Параметры записей ускорений и спектров реакции.

Станция	Грунт. условия	Компонента	PG $A_m$	$S_{amax}$ , $\text{см/с}^2$	T, c	$S_a(T=0.1c)$ , $\text{см/с}^2$	$S_a(T=0.2c)$ , $\text{см/с}^2$	$S_a(T=0.5c)$ , $\text{см/с}^2$	$S_a(T=1c)$ , $\text{см/с}^2$
Фрунзе 120	галечник	NS	26	73	0.147	68	53	44	23
		EW	74	229	0.047	66	69	36	39
		Z	24	55	0.193	45	53	26	24
Юрьевка 135	галечник	NS	30	84	0.169	77	71	27	26

		EW	19	83	0.138	55	53	32	17
		Z	27	82	0.075	69	38	22	19
Аркит, R=141	галечник	NS	58	168	0.28	106	126	58	35
		EW	48	289	0.15	120	123	45	20
		Z	42	137	0.17	170	85	41	34
Ош R=184	извест- няк	EW	33	131	0.13	76	110	36	21
		NS	35	135	0.15	97	107	39	25
		Z	31	53	0.08	36	35	16	9

В таблице 3 PGAmax – пиковые ускорения колебаний грунта на акселерограмме, Samax – максимум спектра реакции ускорений при 5% затухании от критического, T – соответствующий этому максимуму период,  $S_a(T=0.1c)$ ,  $S_a(T=0.2c)$ ,  $S_a(T=0.5c)$  и  $S_a(T=1c)$  – уровни спектра реакции ускорений на соответствующих периодах колебаний.

### Афтершоки

Землетрясение сопровождалось большим количеством афтершоков, которые продолжались в течение несколько лет. За месяц после основного толчка было зарегистрировано более 470 повторных толчков, из них 15 имели интенсивность 4-6 баллов. С 18.08.1992 г. по 18.08.1993 г., т. е. за полгода после землетрясения, сейсмическими станциями Кыргызстана было зарегистрировано 1795 повторных толчков с  $K_p$  от 6.0 до 16.0 (рис. 7).

После главного толчка приборами СМР, примерно, в течение полтора часа были зарегистрированы три афтершока с  $M \geq 5.7$  (рис. 8, табл. 4).

Первый афтершок с  $M=5.7$  ( $I_0=6$  баллов) произошёл спустя 8 минут 22 секунд восточнее от эпицентра главного толчка на расстоянии 12.5 км - в Жайылском районе Чуйской области. Запись его удалось выделить на фоне колебаний от основного толчка только на станции «Фрунзе».

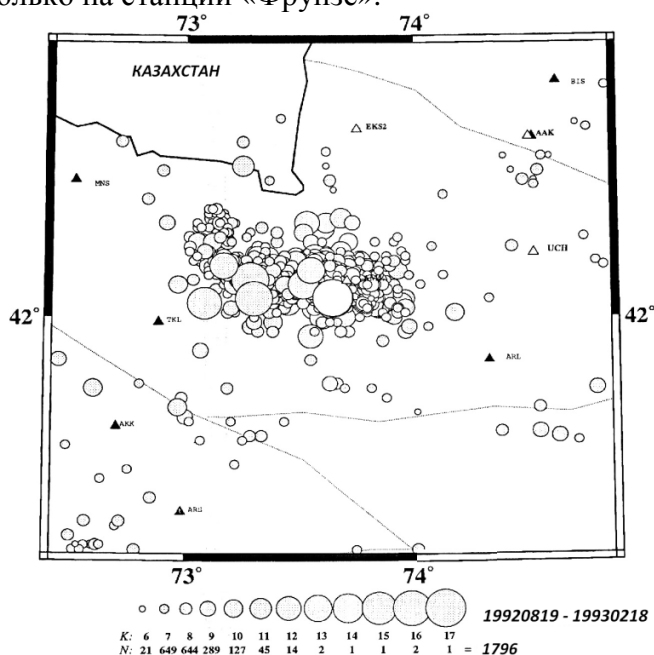


Рисунок 7. Карта эпицентров землетрясений за период с 18.08.1992 г. по 18.08.1993 г. [4] (использованы материалы Т.П. Грина).

Второй – с  $M=6.3$  ( $I_0=6.8$  баллов) произошёл через 1 час 8 минут северо-западнее эпицентра главного толчка на расстоянии 32.5 км - в Токтогульском районе Джалал-

Абадской области. Его запись выделена на станциях – «Фрунзе», «Арсланбоб», «Арал», «Ош» и «Суфи-Курган».

Третий, самый сильный за первые сутки афтершок с  $M=6.6$  ( $I_0=7.1$  баллов) был зарегистрирован через 1 час и 16 минут 34 секунд юго-западнее эпицентра главного толчка на расстоянии 30 км и в 6 км к юго-востоку от второго афтершока. Запись его удалось выделить на станциях «Фрунзе», «Арсланбоб» и «Ош».

В таблице 4 приведены основные и динамические параметры этих афтершоков: пиковая амплитуда смещений, резонансный период и относительная длительность колебаний на уровне 0.5 от максимума. Расстояния ( $R$ , км) от эпицентров афтершоков до станций и их интенсивность ( $I_0$ ) в эпицентре, рассчитаны с помощью программы «SEISMIC INTENSITY» [6].

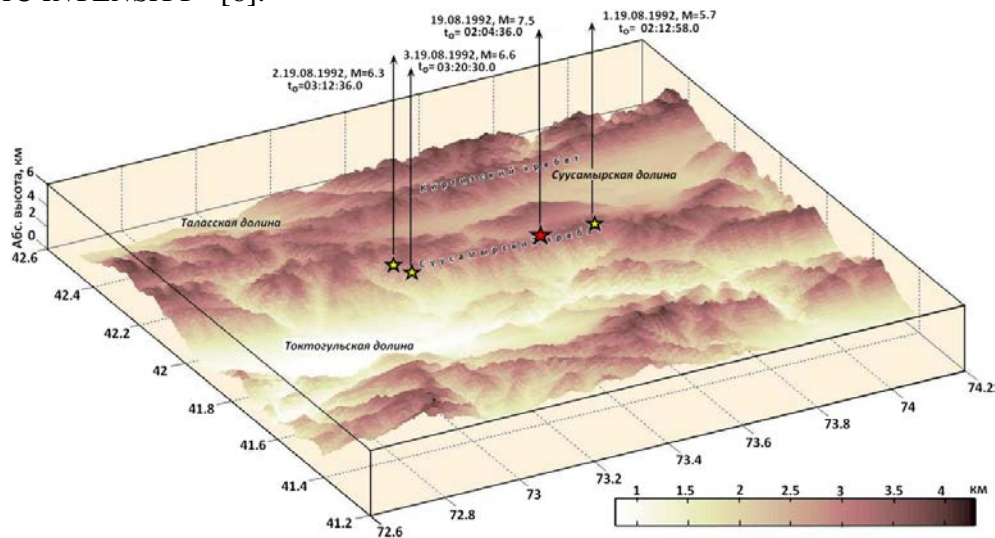


Рисунок 8. Орографическая 3D-схема с расположением эпицентра Суусамырского землетрясения (красная звездочка) и его трёх афтершоков (жёлтые звездочки) с  $M \geq 5.7$  [6].

Таблица 4. Параметры смещений по записям афтершоков Суусамырского землетрясения 1992 г. приборами СМР.

$t_0$ , ч мин с	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км	M	Станция	R, км	Параметры колебаний			
							компонента	$A_{max}$ , см	T, с	d, с
<b>02:12:58.0</b>	42.06	73.78	25	5.7	«Фрунзе»	113	С-Ю	0.11	5	15
							В-3	0.11	4	24
<b>03:12:36.0</b>	42.13	73.27	25	6.3	«Арсланбоб»	93	В-3	0.28	3	25
					«Арал»	94	С-Ю	0.45	0.8	16
					«Фрунзе»	138	С-Ю	0.19	2	21
							В-3	0.29	2	33
					«Ош»	182	С-Ю	0.17	3	24
							В-3	0.08	2.4	47
					«Суфи-Курган»	236	В-3	0.05	2.8	40
<b>03:20:30.0</b>	42.07	73.28	33	6.6	«Арсланбоб»	87	В-3	0.05	3	44
					«Фрунзе»	141	С-Ю	0.09	1,8	20
							В-3	0.19	1,8	30
					«Ош»	176	С-Ю	0.05	2	15
							В-3	0.04	2.2	18

Следует отметить, что в случае Суусамырского землетрясения имеются мнения о сопряжённом двойном толчке – 1-ый с  $M=7.3$  и 2-ой с  $M=6.7$ . В работе [7, стр. 20] отмечается «... имеется два изолированных очага (землетрясения) оконтуренных, изосейстами в 9 баллов... Принимая во внимание, что афтершок с  $M=6.7$  незначительно отстаёт (через 1 час и 8 минут после основного толчка) от основного толчка, в случае Суусамырского землетрясения следует говорить о сопряжённом двойном толчке, первый из которых привёл к подвижке по субширотному разлому, а второй – по северо-западному....» (рис. 9).

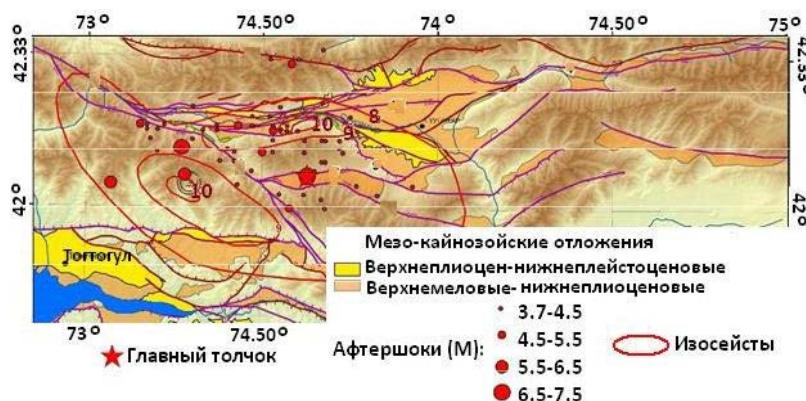


Рисунок 9. Упрощённая схема изосейст очаговой зоны Суусамырского землетрясения 1992 г.  $M=7.3$ ,  $I_0=9-10$  баллов [7].

Сделанный вывод авторами работы [7] заслуживает внимания и более детального анализа материалов по данному землетрясению. Однако, при таких выводах необходимо ссылаться на первоисточники, как в тексте, так и на рисунках (источник и временной интервал афтершоков на схеме, афтершок  $M=7.5$  выше, чем магнитуда главного толчка).

Интервал глубин гипоцентров афтершоков хорошо согласуется с глубиной главного толчка. Глубины повторных толчков западнее от главного толчка составляли 20-25 км, а на востоке отмечалось увеличение глубин гипоцентров с севера на юг [8, 9].

Анализ гипоцентров землетрясений с 01.01.1955 г. по 31.12.1998 г. в пределах координат,  $\varphi = 41.90-42.40^\circ N$ ,  $\lambda = 72.50-74.75^\circ E$  по [1], также показывает эти же интервалы глубин гипоцентров (рис. 10).

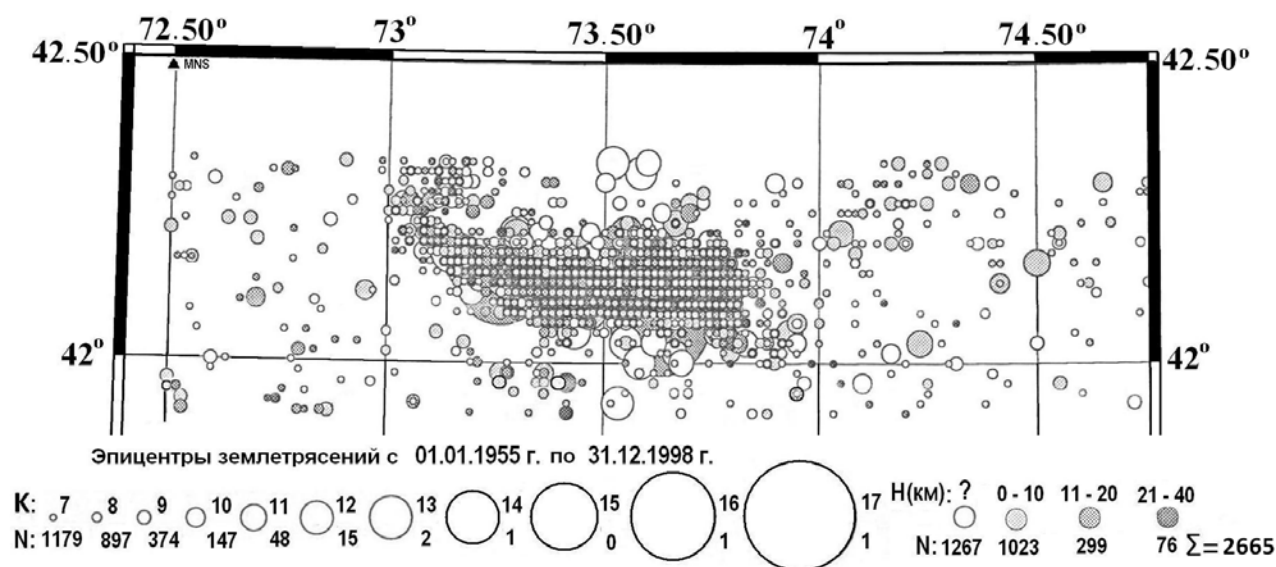


Рисунок 10. Изменение глубины гипоцентров землетрясений в пределах координат  $\varphi^\circ$ ,  $N = 41.90-42.40$ ,  $\lambda^\circ, E = 72.50-74.75$  по [1].

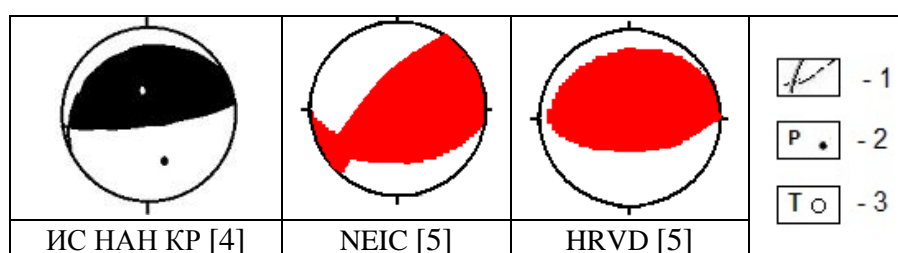


### Механизм очага землетрясения

Механизм очага землетрясения основного толчка определён различными агентствами: ИС НАН КР [4], NEIC [5], HRVD [5]. Их данные по параметрам приведены в таблице 5, стереограммы - на рис. 11.

Таблица 5. Параметры механизма очага землетрясения 19 августа 1992 г. в 02ч 04м 36,0с МТС с энергетическим классом  $K_p=17.0$ .

Агентство, источник	$t_0$ , ч мин с	h км	MS mos	Mw	$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						Т		В		Р		NP1			NP2		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
ИС НАН КР[4]	02:04:36,0	25			17.0	59	352	03	258	31	165	78	76	93	242	14	76
NEIC [5]	02:04:37.41	27.4	7.4	7,2		57	86	29	232	16	331	95	39	140	218	66	59
HRVD[5]	02:04:45.8	17.0		7.2		73	21	8	263	14	171	88	60	99	250	31	74



1 – нодальные линии; оси главных напряжений: 2 – сжатия, 3 – растяжения; закрашена область волн сжатия

Рисунок 11. Стереогаммы механизма очага Суусамырского землетрясения по данным разных источников (в проекции нижней полусферы).

Отмечается незначительный разброс в азимутальной направленности простираения нодальных плоскостей ( $STK_1=78^\circ-95^\circ$ ;  $STK_2=218^\circ-250^\circ$ ) в решениях различных центров, но при этом углы падения существенно разнятся ( $DP_1=39^\circ-76^\circ$ ;  $DP_2=14^\circ-66^\circ$ ).

Значения угла погружения оси растяжения близки к вертикали ( $PL_T=57^\circ-73^\circ$ ) во всех решениях, но азимутальное её направление варьирует. Значения угла погружения оси сжатия - близгоризонтальные ( $PL_P=14^\circ-31^\circ$ ) во всех решениях, с азимутальной направленностью в северо-западном и южном направлениях.

Согласно приведённым выше данным тип подвижки в очаге этого землетрясения соответствует взбросу по всем решениям.

### Геолого-тектоническая обстановка

Суусамырская впадина квалифицируется как сложная грабен-синклиналь, ограниченная с севера и юга, соответственно, Каракольским и Суекским разломами вертикального заложения [10, 11]. Киндыктаской горст-антиклиналью мегасинклиналь делится на две части: Предкиргизский и Предсуусамырский прогибы с глубиной залегания домезозойского консолидированного фундамента ниже нулевого уровня. Прогибы, в свою очередь, содержат ряд морфоструктур III порядка, оконтуренных разломами [12, 13] (рис. 12).

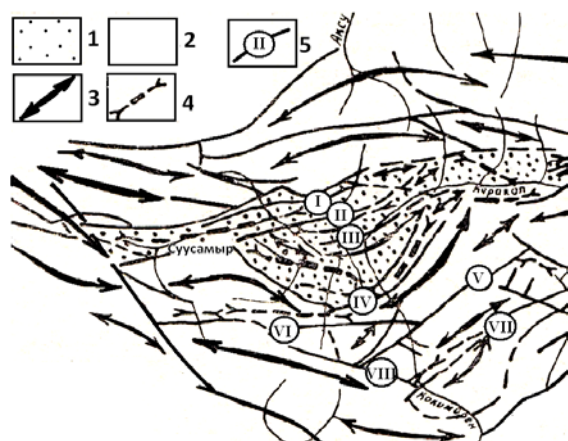


Рисунок 12. Схема новейших структурных форм Суусамырской впадины [10]: 1 – Суусамырская мегасинклиналь, 2 – мегантиклинали горного обрамления, 3 – оси горст-антиклинальных структур, 4 – оси грабен-синклинальных структур, 5 – разломы: I – Каракольский, II – Айгырджальский, III – Киндыкский, IV – Суекский, V – Ойгаингский, VI – Кичи-Бообекский, VII – Сарысуйский, VIII – Чонсуйский.

Впадина имеет очень мощный и протяжённый четвертичный покров, который маскирует осадки палеогена и неогена в её центральной части (рис. 13). Наибольшая мощность кайнозойского покрова, достигающая более 1600 м, приурочена к нескольким небольшим прогибам, образующих цепочку северо-восточного направления от устья р. Корумды до среднего течения р. Ирису [2, 14, 15].

Фундамент сложен породами каледонской эры тектогенеза, покров образован континентальными кайнозойскими накоплениями (палеогеновые, неогеновые и четвертичные породы), которые дислоцированы новейшими движениями.

Горные хребты, окружающие её, выполнены в основном ордовикскими гранитными батолитами. В центральной части впадины наблюдаются молодые антиклинальные хребты, сложенные неогеновыми породами. К одному из таких хребтов – Чет-Корумды расположенному в западной части впадины, вблизи Восточно-Арамсуйского разлома, приурочен очаг Суусамырского землетрясения с  $K_p=17.0$ . Здесь, произошел наиболее наглядный поверхностный разрыв земной поверхности с максимальной вертикальной подвижкой 2.7 м [2].

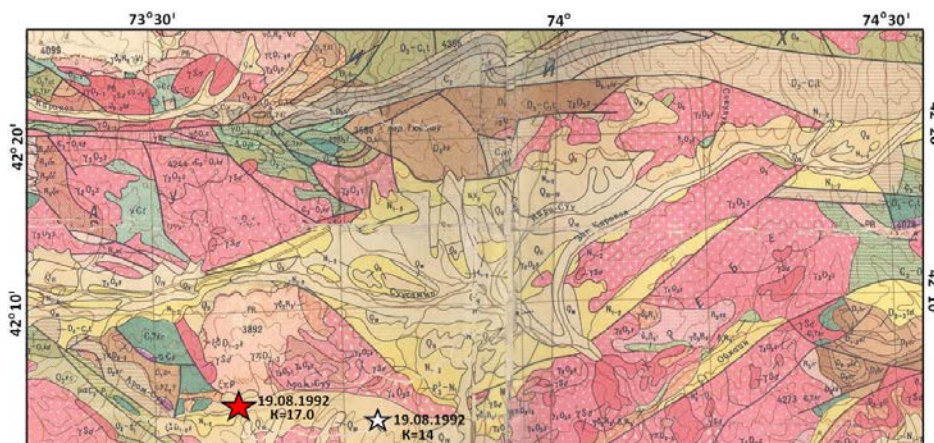


Рисунок 13. Геологическая карта Суусамырской впадины на фрагменте Геологической карты Киргизской ССР масштаба 1:500000, 1980 [16]. Звёздочками обозначены эпицентры: Суусамырского землетрясения (красным цветом) и 1-го афтершока в 02ч 12м 58с.

### Макросейсмические данные наблюдений

Для исследования Суусамырского землетрясения Институтом сейсмологии АН (Институт сейсмологии НАН КР) были оперативно организованы: три группы (сейсмологическая, геологическая и тектонофизическая) для проведения

макросейсмического обследования, камеральная группа и две группы для проведения магнитометрических и сейсмологических наблюдений в плейстосейстовой области землетрясения. Кроме того, было организовано несколько полетов на вертолёте над очаговой (эпицентральной) зоной. Первый полёт был осуществлён через 3 часа после главного толчка. Макросейсмическая информация о проявлении Суусамырского землетрясения, была отражена в научных отчётах [1, 14, 23] и опубликованных работах [2, 3, 7-15, 17-22, 24 и др.].

С помощью программы «SEISMIC INTENSITY» [6] мы рассчитали интенсивность сотрясения от трёх указанных выше афтершоков, расчёты которых приведены в табл. 6.

Таблица 6. Фрагменты расчётной интенсивности ( $I_i$ ) в пунктах Кыргызстана при афтершоках [6].

<i>1-ый афт. 19.08.1992 г., в 02:12:58, M=5.7, <math>\varphi^\circ, N=42.06</math>; <math>\lambda^\circ, E=73.78</math>, H=25 км, <math>I_{min}=6</math> баллов</i>							
№	Населённые пункты	Область	Район	Шир.	Долг.	R, км	I, балл
1	Каракол	Чуйская	Жайылский	42.13	73.94	15.39	6
2	Кайсар	Чуйская	Жайылский	42.18	73.89	16.15	6
3	Беш-Терек	Чуйская	Жайылский	42.05	73.99	17.47	6
4	Первое Мая	Чуйская	Жайылский	42.15	73.97	18.67	6
5	Суусамыр	Чуйская	Жайылский	42.18	73.96	20.02	6
6	Тунук	Чуйская	Жайылский	42.2	73.95	20.99	6
7	Чаар-Таш	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.9	73.62	22.18	6
8	Кожомкул	Чуйская	Жайылский	42.12	74.08	25.78	6
9	Ноот	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.88	73.58	25.98	6
10	Толук	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.89	73.57	25.69	6
<i>2-ой афт. 19.08.1992 г., в 03:12:36, M=6.3, <math>\varphi^\circ, N=42.13</math>; <math>\lambda^\circ, E=73.27</math>, H=25 км, <math>I_{min}=6,4</math> баллов</i>							
№	Населённые пункты	Область	Район	Шир.	Долг.	R, км	I, балл
1	Коргон	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.95	73.25	20.1	6.8
2	Бель-Алды	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.92	73.28	23.3	6.7
3	Сары-Сөгөт	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.92	73.25	23.4	6.7
4	Алмалуу	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.9	73.55	34.5	6.4
5	Кётөрмө	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.85	73.08	34.9	6.4
6	Торкент	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.83	73.15	34.8	6.4
7	Талды-Булак	Таласская	Токтогульский	42.38	73	35.7	6.4
8	Толук	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.89	73.57	36.5	6.4
<i>3-ий афт. 19.08.1992 г., в 03:20:30, M=6.6, <math>\varphi^\circ, N=42.07</math>; <math>\lambda^\circ, E=73.28</math>, H=33 км, <math>I_{min}=6,6</math> баллов</i>							
№	Населённые пункты	Область	Район	Шир.	Долг.	R, км	I, балл
1	Коргон	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.25	73.25	13.6	7.1
2	Бель-Алды	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.28	73.28	16.7	7.1
3	Сары-Сөгөт	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.25	73.25	16.8	7.1
4	Торкент	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.15	73.15	28.7	6.8
5	Алмалуу	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.55	73.55	29.3	6.8
6	Кётөрмө	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.08	73.08	29.5	6.8
7	Толук	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.57	73.57	31.3	6.8
8	Кара-Джыгач	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.27	73.27	32.2	6.7

9	Ноот	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.58	73.58	32.6	6.7
10	Чаар-Гаш	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.62	73.62	34	6.7
11	Комсомол	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.98	72.98	34.9	6.7
12	им. Куйбышева	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.92	72.92	35.3	6.7
13	Кызыл-Туу	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.93	72.93	35.9	6.7
14	Уч-Терек	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.2	73.2	36.1	6.7
15	Арал	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.9	72.9	36.2	6.7
16	г. Токтогул	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.93	72.93	36.6	6.7
17	Джаны-Джол	Джалал-Абадская	Токтогульский	72.91	72.91	37.9	6.6
18	Саргата	Джалал-Абадская	Токтогульский	73.2	73.2	38.3	6.6

Принимая во внимание факт, что макросейсмическое обследование пунктов проводилось не ранее, чем через три часа после основного толчка, интенсивность сотрясения в эпицентральной и плейстосейстовой области уже представляла суммарный эффект от главного толчка и трёх афтершоков с  $M \geq 5.7$ , произошедших в течение 1 часа 16 минут 34 секунды после главного толчка (таблице 7).

Таблица 7. Суммарный эффект от 7.5 до 10 баллов макросейсмического проявления в пунктах Кыргызстана по [22].

№	Название пункта	Область	Район	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	R,км	I, балл
0	Инструмент. эпицентр	Чуйская	Панфиловский	42.07	73.63	0	10
1	ЭУ-9, 162 км от г. Бишкека	Чуйская	Панфиловский	42.13	73.63	10	9.5
2	Дол.р. Джал-Паксу	Чуйская	Панфиловский	42.18	73.62	12.5	9.5
3	Дол. р. Ирибулак	Чуйская	Панфиловский	42.07	73.52	12	9
4	Дол. р. Суусамыр	Чуйская	Панфиловский	42.2	73.65	16	9
5	Долина р. Арам-Суу Вост.	Чуйская	Панфиловский	42.07	73.73	16	9
6	Меркенский чаб. пост	Чуйская	Панфиловский	42.13	73.55	17.5	9
7	Штаб	Чуйская	Панфиловский	42.12	73.52	18	9
8	Талас-штаб	Чуйская	Панфиловский	42.2	73.27	35	9
9	Муз-Тёр перевал			42.12	73.22	35	9
10	Дол. р. Джар-Корумду	Чуйская	Панфиловский	42.18	73.23	33	9
11	Дол. р. Корумду	Чуйская	Панфиловский	42.23	73.68	21	8.5
12	Казияр (стриг. пункт)	Чуйская	Панфиловский	42.23	73.37	27	8.5
13	Суусамыр пос.	Чуйская	Жайылский	42.18	73.96	31	8.5
14	Долина р. Джайсан	Чуйская	Панфиловский	42.23	73.32	35	8.5
15	Тунук с.	Чуйская	Жайылский	42.2	73.95	30.23	8
16	Бурлыкя пос.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.92	73.32	31	8
17	Дол.р. Бельалды	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.9	73.25	33.51	8
18	Бель-Алды клх.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.93	73.27	33.48	8
19	Сары-Сөгёт пос.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.97	73.23	35.67	8
20	Пер. Алабель			42.25	73.06	53	8
21	Толук пос.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.89	73.57	20.59	7.5
22	Токойл (стриг. пункт)	Чуйская	Панфиловский	42.27	73.73	24	7.5



23	Суусамыр (МЭКС)	Чуйская	Жайылский	41.89	73.95	29.99	7.5
24	Токтогон	Чуйская	Жайылский	42.2	73.97	30	7.5
25	1 Мая с.	Чуйская	Жайылский	42.23	73.98	34	7.5
26	Дол.р. Торкент	Джалал-Абадская		41.89	73.22	37	7.5
27	Орго (зим.)	Джалал-Абадская		41.8	73.9	37	7.5
28	Совет клх.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.92	73.15	40	7.5
29	Торкент г.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.83	73.15	45	7.5
30	Дол.р. Чон-Кошой	Таласская	Таласский	42.37	73.13	49	7.5
31	Дол.р. Чичкан-1	Таласская	Таласский	42.13	72.85	56	7.5
32	Дол.р. Чичкан-1	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.98	72.88	55	7.5
33	Токтогул г.	Джалал-Абадская	Токтогульский	41.87	72.93	62.2	7.5

На основе данных таблицы 7 построена 2D карта изосейст Суусамырского землетрясения (рис. 14), с помощью подпрограммы «SEISMIC ISOSEIST».

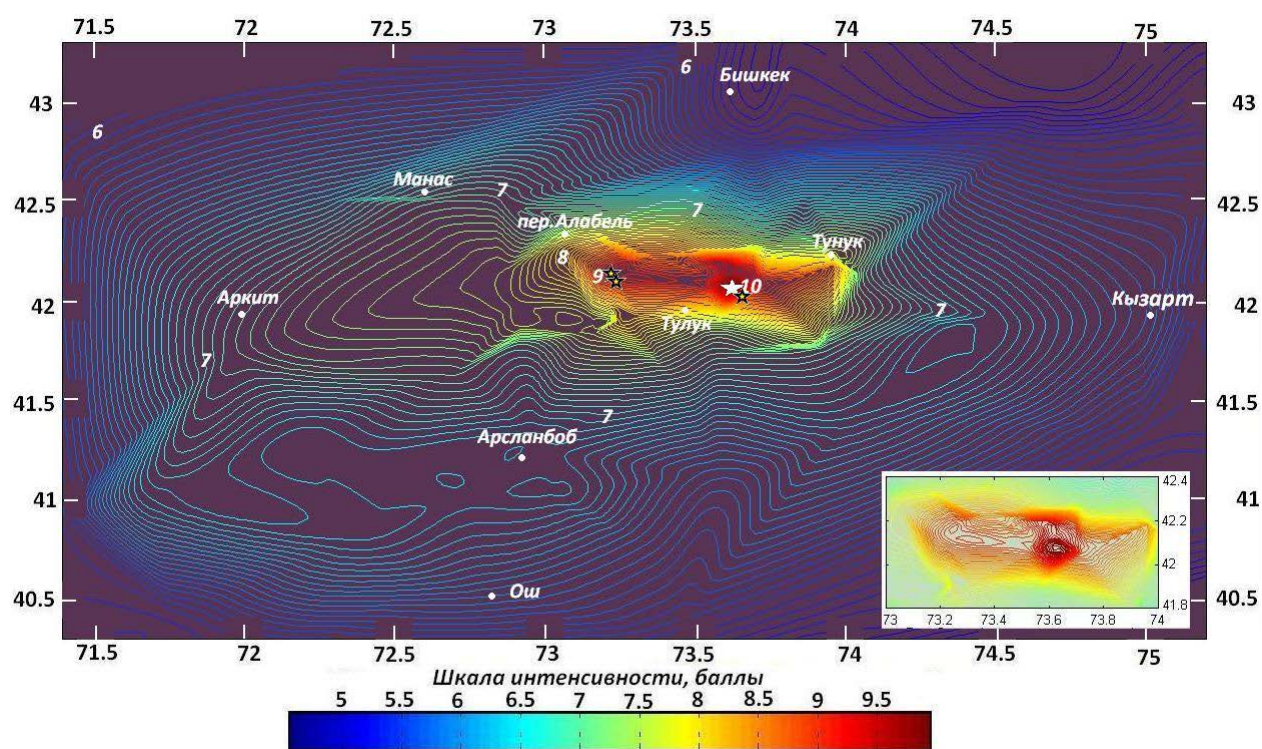


Рисунок 14. 2D карта изосейст Суусамырского землетрясения 19 августа с  $M=7.5$ ,  $I_0=9.5-10$  в пределах зоны 6 – 10 баллов.

Согласно результатам опроса жителей селений, расположенных в 7.5-8 балльной зоне – Толук ( $R=21$  км), Бель-Алды ( $R=33$  км), Сары-Сөгёт ( $R=36$  км) и Совет ( $R=40$  км), землетрясение началось с сильного подземного гула, как будто произошел взрыв. Гул, шум, треск были настолько сильными, что не было слышно, как падали домашние вещи, дымоходные трубы, печи, развалились стены и крыши домов. По словам жителей, в момент землетрясения по земле пробегали «волны», как будто поверхность почвы становилась бугристой, а затем распрямлялась [1, 18, 21].

**I= 9.5 – 10 баллов.** Изосейста высшего балла на рис. 14 соответствует  $I_0=10$  баллам, что согласуется с данными макросейсмического обследования (таблица 7).

Разрывы земной поверхности наблюдались в двух местах эпицентральной области. В 10 км к востоку от эпицентра, близ дорожного столба с отметкой 162 км, произошёл «восточный» разрыв земной поверхности. Он обнажается вдоль предгорий Арамсуйского хребта, вблизи Арамсуйского разлома, разрывая голоценовую террасу реки Суусамыр (фото 1-2). Максимальная вертикальная компонента сейсмогенной подвижки составила 2.7 м [2].

**I= 9 баллов.** Область имеет форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована в субширотном направлении. В пределах этой зоны населённые пункты отсутствуют за исключением отдельных построек типа – А, Б, расположенных вдоль дороги Бишкек-Ош, которые были разрушены полностью, за исключением зданий типа-В (фото 3).

На склоне хребта Арамсу, вблизи Суусамырского краевого разлома, произошёл «западный» разрыв земной поверхности. Он прослеживается на расстояние около 3.4 км вдоль Суусамырского хребта, обрамляющего по западной периферии Суусамырскую впадину (фото 4-5).



Фото 1.



Фото 2.

Фото 1. Эскарп сейсморазрыва Суусамырского землетрясения на правом берегу реки Суусамыр. Фото 2. Близкий вид уступа, показывающий разрыв фронтального (крутого) крыла. (А.М. Корженков [2]).

**I= 9 баллов.** Область имеет форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована в субширотном направлении. В пределах этой зоны населённые пункты отсутствуют за исключением отдельных построек типа – А, Б, расположенных вдоль дороги Бишкек-Ош, которые были разрушены полностью, за исключением зданий типа-В (фото 3).



Фото 3. 9-балльный эффект на 162 км дороги Бишкек – Ош. Развалины здания из жжёного кирпича с тяжёлым бетонным перекрытием [1].





Фото 4.



Фото 5.

Фото 4-5. Сейсморазрыв Суусамырского землетрясения на склоне хребта Арамсу (А.М. Корженков [2]).

Землетрясение оставило широкий спектр вторичных поверхностных дислокаций (рис. 15), как в эпицентральной зоне, так и вокруг её [20]. Большинство из них наблюдалось вдоль шоссе Бишкек-Ош.

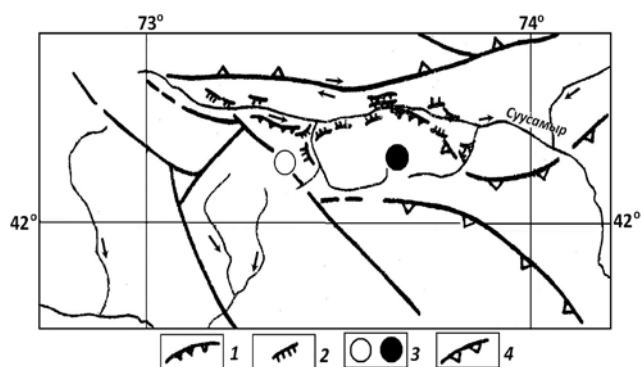


Рисунок 15. Сейсмодислокации Суусамырского землетрясения 1992 г. [20]. 1 – первичные сеймотектонические деформации типа взбросов и надвигов; 2 – вторичные дислокации (трещины отрыва и др.); 3 – эпицентры (главного толчка – залитый кружок) и наиболее сильного афтершока; 4 – новейшие разломы и их кинематика.

Наиболее обычными поверхностными нарушениями в этой зоне были оползни и земляные потоки. Среди других вторичных нарушений встречались обвалы, грязевые извержения (*через 1-3 дня после главного толчка*), камнепады, развитие трещин на субгоризонтальных поверхностях и на склонах хребтов, появление новых родников вдоль трещин, особенно в районах, затронутых оползнями (фото 6-7) и грязевыми извержениями [1, 2, 18, 21].



Фото 6.



Фото 7.

Фото 6. Последствия оползня, который обрушил вниз на 8 м полотно шоссе Бишкек – Ош (А.М. Корженков [2]). Фото 7. Грабены глубиной 2 м и шириной до 10 м сформированы в гребневой части хребта Чет-Корумды (средняя высота 2600 м над ур. моря). Вид на восток (А.М. Корженков [2]).

**I = 8 баллов.** Область 8-балльного сотрясения, непосредственно окружающая плейстосейстовую зону, также имеет форму эллипса, вытянутого с востока на запад. В её пределах в селах: Толук (фото 8), Бельалды, Сарсогут, Совет и на перевале Ала-Бель, многие постройки типа-А и Б разрушены полностью, некоторые сильно повреждены (выпали стены, разрушены крыши), а уцелевшие были разбиты крупными сквозными трещинами. Здесь также имели место крупные нарушения земной поверхности, иногда охватывающие значительные площади. На южном подножии Суусамыртау, около с. Бельалды и вдоль дороги Токтогул – Толук, зафиксированы срывы покровных суглинков протяженностью несколько десятков метров при ширине 80-100 м и глубине 10-15 м [1, 2, 17, 18].



Фото 8. 8-ми-балльный эффект. Глинобитный дом в селе Толук [1, 2, 17, 18, 21].

**I = 7 баллов.** Зона охватывает большую площадь, чем 8-балльная, и вытягивается в юго-западном направлении. В пределах 7-балльной зоны, в сёлах, расположенных в северо-западной части Кетмень-Тюбинской впадины, сильно пострадали лишь старые постройки – сараи. В новых – образовались крупные трещины. В г. Таш-Кумыр упало большое количество труб, отмечены повреждения зданий с образованием трещин и даже разрушения отдельных старых построек [1, 2, 17, 18, 21].

**I = 6 баллов.** Изосейсты 6-ти баллов имеют неправильную овальную форму, вытянутую с северо-востока на юго-запад. В городах и населённых пунктах отмечены отдельные небольшие трещины и падение штукатурки в зданиях. Некоторые ветхие постройки типа-А получили значительные повреждения, вплоть до разрушения [1, 2, 17, 18, 21].

На карте видно, что изосейсты 8, 7 и 6-балльных зон имеют неправильную овальную форму, вытянутую с северо-востока на юго-запад. Форма расположения изосейст позволяет предположить, что сейсмическая энергия, выделившаяся при землетрясении, распространилась беспрепятственно вдоль и с большими потерями в крест простирания структур. Такое простирание изосейст возможно связано с пересечением зон глубинных разломов (сближение высоко балльных изосейст на северном и северо-восточном направлении) и влияние глубины очага, его размеры, характер подвижки в очаге и направленность излучения.

## Выводы

Результаты изучения каждого крупного землетрясения вносят важный вклад в понимание его природы и способствуют уточнению оценок сейсмической опасности исследуемой территории. Суусамырское землетрясение было самым сильным за инструментальный период наблюдений в Кыргызстане и произошло оно в 7-балльной зоне действующей в то время карты сейсмического районирования Кыргызстана. Это событие ещё раз показало, что у природы свои законы. Более поздние детальные исследования эпицентральной зоны выявили наличие следов сильных событий и позволили по-новому оценить сейсмическую опасность Суусамырской впадины.



Опираясь на многочисленные публикации специалистов не только из Азии, но и из дальнего зарубежья, посвящённые Суусамырскому землетрясению, мы попытались внести свой вклад в информационную базу об этом уникальном событии. Были заново пересмотрены и оцифрованы аналоговые записи основного толчка землетрясения и трёх его сильных афтершоков приборами для регистрации сильных движений, выполнен анализ этих записей. По записям скоростей и ускорений рассчитаны спектры реакции. К сожалению, в ближней зоне не было сейсмических станций. Максимальные зарегистрированные смещения при этом землетрясении наблюдались на станции «Арал» ( $R=63$  км) и составили 1.45 см. Записи ускорений были получены на более удаленных станциях на пределе чувствительности приборов.

С помощью подпрограммы «SEISMIC ISOSEIST» была построена 2D карта изосейст, которая основана на макросейсмических данных, полученных во время обследования последствий Суусамырского землетрясения. Программа находится в стадии опытной проверки алгоритма для создания единого Банка макросейсмических данных и его обработки.

### Литература

1. Юдахин Ф.Н., Джанузаков К.Д., Ильясов Б. И., Муралиев А.М. Суусамырское землетрясение 19 августа 1992 г. Отчёт. Бишкек: Фонды ИС НАН КР. 1992.
2. Корженков А.М. Сейсмология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). Бишкек: Илим. 2006. 289 с.
3. Абдрахматов К.Е. Новая карта районирования территории Кыргызской Республики. //Тезисы Пятого Международного Симпозиума «Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов». Бишкек, 19-24 июня, 2011. – С. 12-13.
4. Каталог землетрясений Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики за 1992 - 1993 гг.
5. International Seismological Centre. On-Line Bulletin // International Seismological Centre [сайт]. [1992] – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
6. Гребенникова В.В., Миркин Е.Л. Метод оперативного расчёта интенсивности сейсмических сотрясений в населённых пунктах Кыргызстана при сильных землетрясениях. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 495-501.
7. Кальметьева З.А., Миколайчук А.В., Молдобеков Б.Д., Мелешко А.В., Жантаев М.М., Зубович А.В. Атлас землетрясений Кыргызстана. Бишкек: ЦАИИЗ. 2009. – С. 18-20.
8. Богачкин Б. М., Плетнёв К. Г., Рогожин Е. А. Суусамырское землетрясение 1992 г.: Материалы геологического и сейсмологического изучения в ближней зоне // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии / Под ред. Уломова В. И. М.: ИФЗ РАН. 1993. Вып.1. – С.143-147.
9. Богачкин Б. М., Корженков А. М., Мамыров Э. и др. Структура очага Суусамырского землетрясения 1992 г. на основании анализа его геологических и сейсмологических проявлений.// Физика Земли . 1997, №11. – С. 3-18.
10. Леонов А.В., Литанишвили Л.Г., Недовизин А.А. Геологическое строение и полезные ископаемые листа К-43-65. Фрунзе: Фонды УГ КР. 1957 (отчет).
11. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе. Илим. 1986. 314 с.
12. Лемзин И.Н., Чаримов Т.А. Новейшие складки покрова и разломы (на примере Тянь-Шаньского орогена) // Наука и новые технологии. Бишкек. 2010. № 2. – С. 60-65.

13. Чедия О.К., Трофимов А.К., Удалов Н.Ф. Новейшая тектоника Суусамырской впадины и её обрамления. // Материалы по новейшему этапу геологического развития Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим. 1971. – С. 83-94.
14. Фортуна А.Б. Палеогеновые и неогеновые отложения Суусамырской впадины и окружающих территорий. // Отчёт «Разработка количественных методов оценки сейсмической опасности территории Кыргызской Республики на основе методов комплексного анализа геологических, геофизических и сейсмологических данных». // Институт сейсмологии НАН КР. – Бишкек, 1992. – Т.2. – С. 206-217.
15. Байкулов С.К. Геология кайнозоя и сейсмичность Суусамырской впадины и её горного обрамления. // Сборник материалов IX Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях». НС РАН, 27-28 марта 2017 года, г. Бишкек. – С. 8-16.
16. Геологическая карта Киргизской ССР. АН Кирг. ССР и Мин-во Геологии СССР, 2 лист, масштаб 1: 500 000, 1980.
17. Корженков А. М., Омуралиев М. Формы рельефа, сформированные во время Суусамырского землетрясения 1992 г. в Северном Тянь-Шане. // Геоморфологический риск. II Лекции, посвящённые памяти Н.А. Флоренсова: Сб. Ноябрь, 1993. – С. 105-106.
18. Джанузаков К., Ильясов Б., Муралиев А.М., Юдахин Ф.Н. Суусамырское землетрясение 19 августа 1992 года. // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – Москва: Геоинформмарк, 1997. – С. 49-54.
19. Ghose, S., R.J. Mellors, A.M. Korjenkov, M.W. Hamburger, T.L. Pavlis, G.L. Pavlis, M. Omuraliev, E. Mamyrov, and A.R. Muraliev, The Ms = 7.3, 1992 Suusamy, Kyrgyzstan, earthquake in Tien Shan: 2. Aftershock focal mechanism and surface deformation, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 87, 1997. pp. 23-38.
20. Абдрахматов К.Е., Томпсон С., Уилдон Р., Дельво Д., Клеркс Я. Активные разломы Тянь Шаня. // Наука и новые технологии, № 2, Бишкек, 2001. – С. 22-28.
21. Корженков А.М., Бауман Д., Мамыров Э.М. и др. О б отклонениях дренажной сети, обусловленной современной тектоникой в Суусамырской впадине, Северный Тянь-Шань. // Русское Географическое общество. 2003. Т. 135. Вып. 2. – С. 49-61.
22. Джанузаков К.Дж., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б.И., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии). – Бишкек: Илим, 2003. – С. 95-101.
23. Результаты работ Опытной-методической сейсмологической экспедиции за 1991-1992 г.г. Кн. I. Текст отчёта. Фонды Института сейсмологии НАН КР, Бишкек, 1993. – 251 с.
24. Абдрахматов К.Е., Лемзин И.Н., Чедия О.К. Сейсмическая опасность Суусамырской Внутригорной впадины. // Отчёт «Разработка количественных методов оценки сейсмической опасности территории Кыргызской Республики на основе методов комплексного анализа геологических, геофизических и сейсмологических данных» / Институт сейсмологии НАН КР. – Бишкек, 1992. – Т.2. – С. 186-195.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Международного научно-технического центра (грант МНТЦ ISTC KR# 2398).*

*Рецензент: канд. физ.-мат. наук Фортуна А.Б.*