

ШАЛГИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ 22.08.2001 ГОДА.

Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В.

Институт геофизических исследований

В работе представлены результаты изучения землетрясения 22.08.2001 года, происшедшего в Центральном Казахстане – районе, традиционно считавшемся несейсмичным. Приведены инструментальные и макросейсмические характеристики гипоцентра, каталог афтершоков. Представлено геолого-тектоническое описание эпицентральной области землетрясения. Сделаны выводы о реальной точности оценок координат эпицентра различными центрами обработки данных.

22 августа 2001 года в 22 часа 58 минут местного времени в Центральном Казахстане, в 198 км юго-восточнее г. Жезказган, вблизи поселка Шалгинский, произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре примерно 6 баллов по шкале MSK-64. Землетрясение было зафиксировано сетью сейсмических станций ИГИ НЯЦ РК, ИС МОН РК, российскими сейсмическими станциями, станциями Международной сети мониторинга. Основные параметры главного толчка приведены в таблице 1.

Это событие вызвало большой резонанс в среде специалистов-сейсмологов, поскольку оно произошло в необычном в сейсмическом отношении районе, где проявление таких землетрясений нельзя было ожидать по имеющейся информации по сейсмическому районированию территории Казахстана [1,2]. На существующей карте сейсмического районирования, входящей составной частью в Сейсмические нормы и правила для Республики Казахстан [1], очаговая область этого землетрясения находится в так называемой асейсмичной зоне.

Для сейсмического мониторинга ядерных взрывов это событие представляло большой интерес с методической точки зрения. Во-первых, оно важно для отработки методики инспекции на месте, целью которой является выяснение точной природы события и уточнение места его локализации. Во-вторых, это событие дало возможность оценить реальную точность локализации эпицентра при обработке различной степени оперативности применительно к этому району, который ранее не был исследован в этом аспекте.

Для решения этих вопросов силами ИГИ НЯЦ РК была организована эпицентральная экспедиция. Её основными задачами были проведение макросейсмического обследования и регистрация афтершоков сетью полевых станций. Результаты полевых и камеральных работ по изучению этого землетрясения приведены в настоящей статье.

Таблица 1. Основные параметры главного толчка.

№ п/п	Дата	Время в очаге, T ₀	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	Магниту да, Ms	Энергетический класс	Автор определения
Главный толчок								
1.	22.08.01	15 58 01.82	47.16	70.20	З/К	5.0	-	NEIC
2.	22.08.01	15 57 59.24	47.112	69.950	0	4.7	-	REB
3.					(фикс.)			
4.	22.08.01	15 57 58.8	47.20	70.14	З/К	5.0	-	OBNINSK
5.	22.08.01	15 57 57.70	47.20	70.20	19	5.0 (M _{pv} =5.4)	13.2	KNDC
	22.08.01	15.57.59.0	47.13	70.33	15	5,4 (M _{pva} = 5,8)	14,2	ИС МОН

Историческая сейсмичность.

Территория Центрального Казахстана, как указано выше, по существующей нормативной карте сейсмического районирования Казахстана считается асейсмичной. Исторические сведения о сильных местных землетрясениях здесь отсутствуют. Поэтому в течение долгого времени этот регион не привлекал внимания сейсмологов Казахстана. На рисунке 1 изображена карта расположения эпицентров землетрясений по каталогу, составленному в Институте сейсмологии МОН с 250 г. до н.э. до 2000 г., согласно которой видно, что в районе расположения эпицентра Шалгинского землетрясения других эпицентров не отмечено.

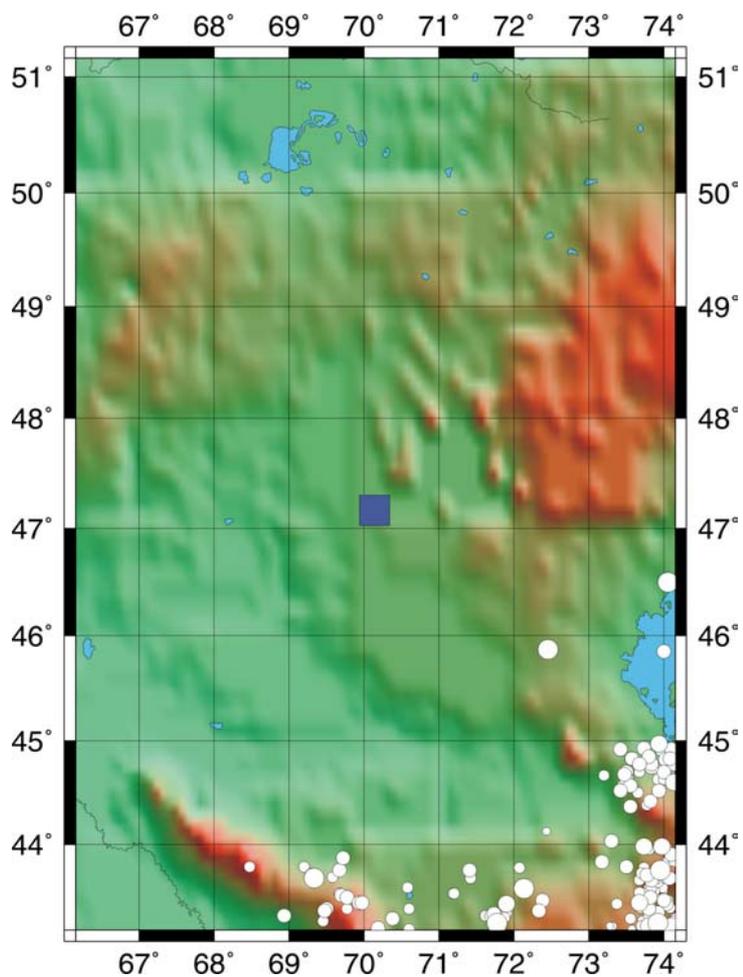


Рис.1. Карта эпицентров землетрясений с 250 г. до н.э. до 2000 г. по каталогу ИС МОН. Квадрат – эпицентральная зона Шалгинского землетрясения.

Анализируя каталоги Международного сейсмологического центра ISC (рисунок 2) и NEIC Геологической службы США (рисунок 3), мы установили, что в 1994 и 1996 г.г. близко друг к другу произошли два землетрясения в районе г. Жезказган (на расстояниях $\sim 2.5^\circ$ градуса от Шалгинского землетрясения).

По записям цифровых станций НЯЦ РК, начиная с 1994 года нам удалось в ретроспективе обнаружить четыре события из района Жезказгана, в таблице 2 приведены параметры очагов этих землетрясений. Таким образом, в этом районе существует естественная сейсмичность, не отраженная в каталогах землетрясений Казахстана.

Таблица 2. Параметры Жезказганских землетрясений по станциям сети НЯЦ РК.

№	Дата и время в очаге	Координаты		глубина	m_{PWL}	Энергетический класс, К.
		Широта, φ°	Долгота, λ°			
1.	8/01/1994 04:15:39.7	47.83	67.45	20	4.6	12.2
2.	7/17/1995 19:08:33.6	47.94	67.55	22	3.9	9.9
3.	6/23/1996 18:28:26.7	47.91	67.57	0-5	4.2	11.0
4.	8/01/1996 00:06:04.5	47.90	67.54	0-5	4.3	10.2

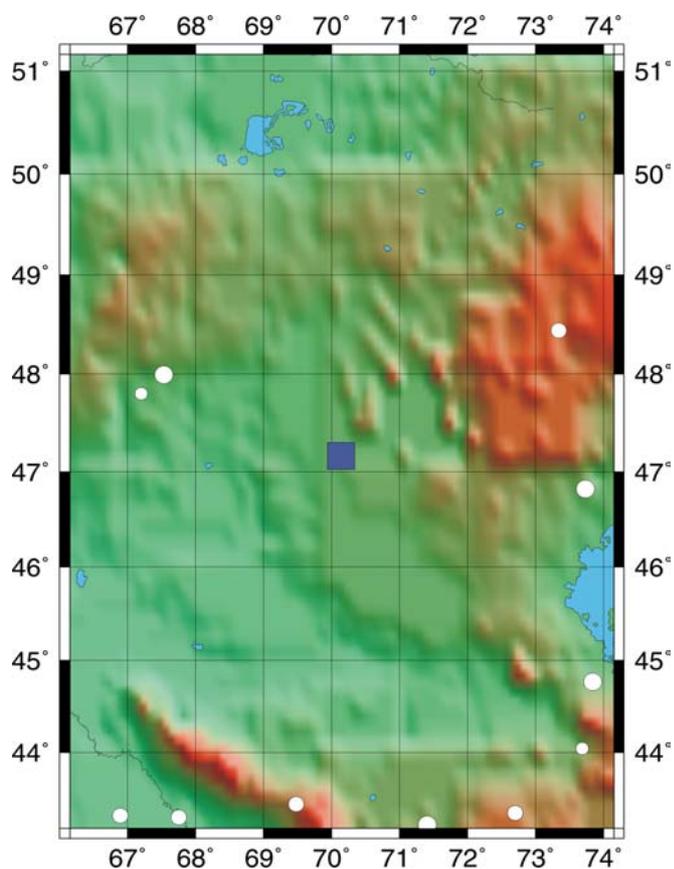


Рис. 2 Историческая сейсмичность Центрального Казахстана по каталогу ISC 1964-1998 г.г. Залитый квадрат на карте - эпицентральная зона Шалгинского землетрясения.

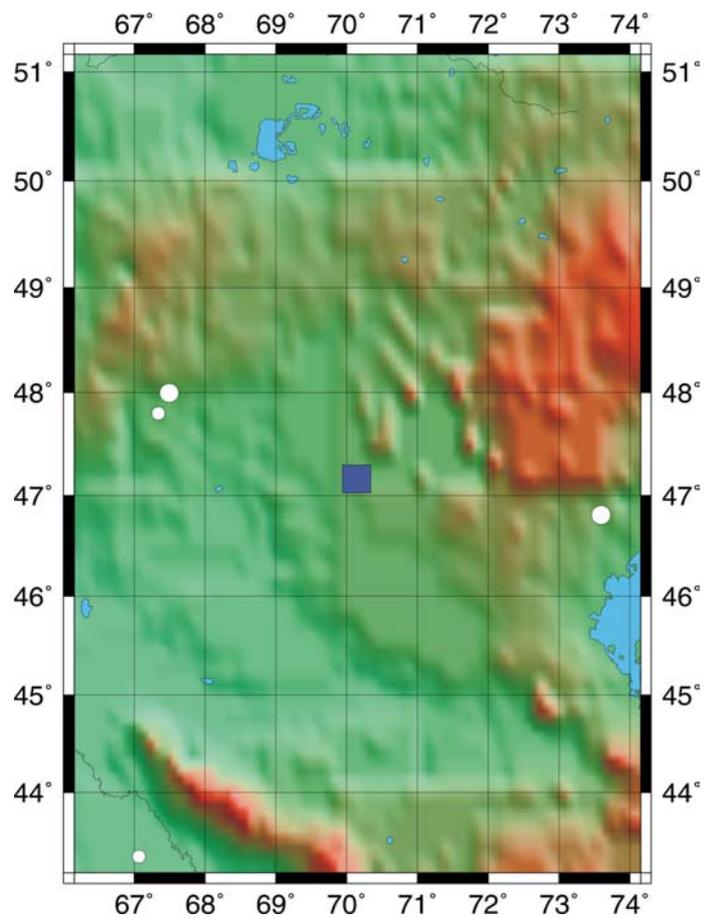


Рис. 3. Историческая сейсмичность Центрального Казахстана по каталогу NEIC 1638-2000 г.г. Залитый квадрат на карте - эпицентральная зона Шалгинского землетрясения

В подтверждение сказанного, на рис. 4 и 5 приведены фрагменты записей двух Жезказганских землетрясений 1994 и 1996 г.г.

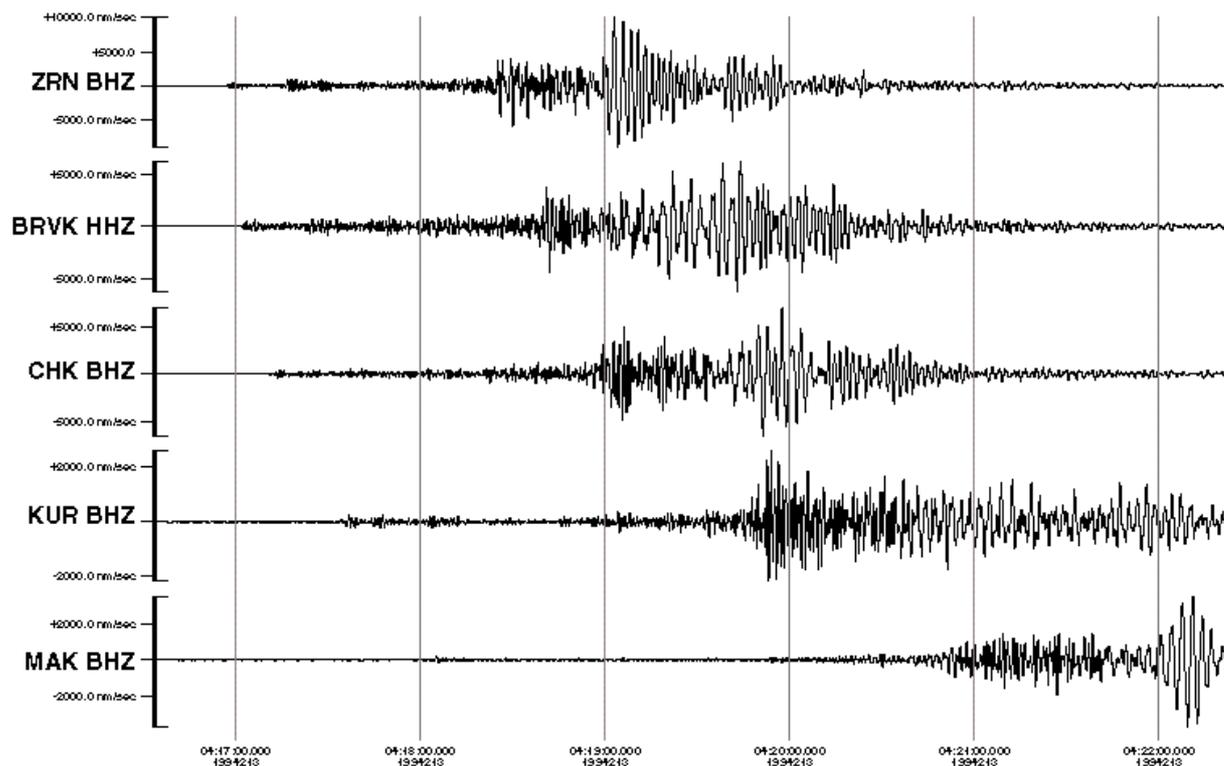


Рис. 4. Запись 1 августа 1994 г., 04-15-39.7.

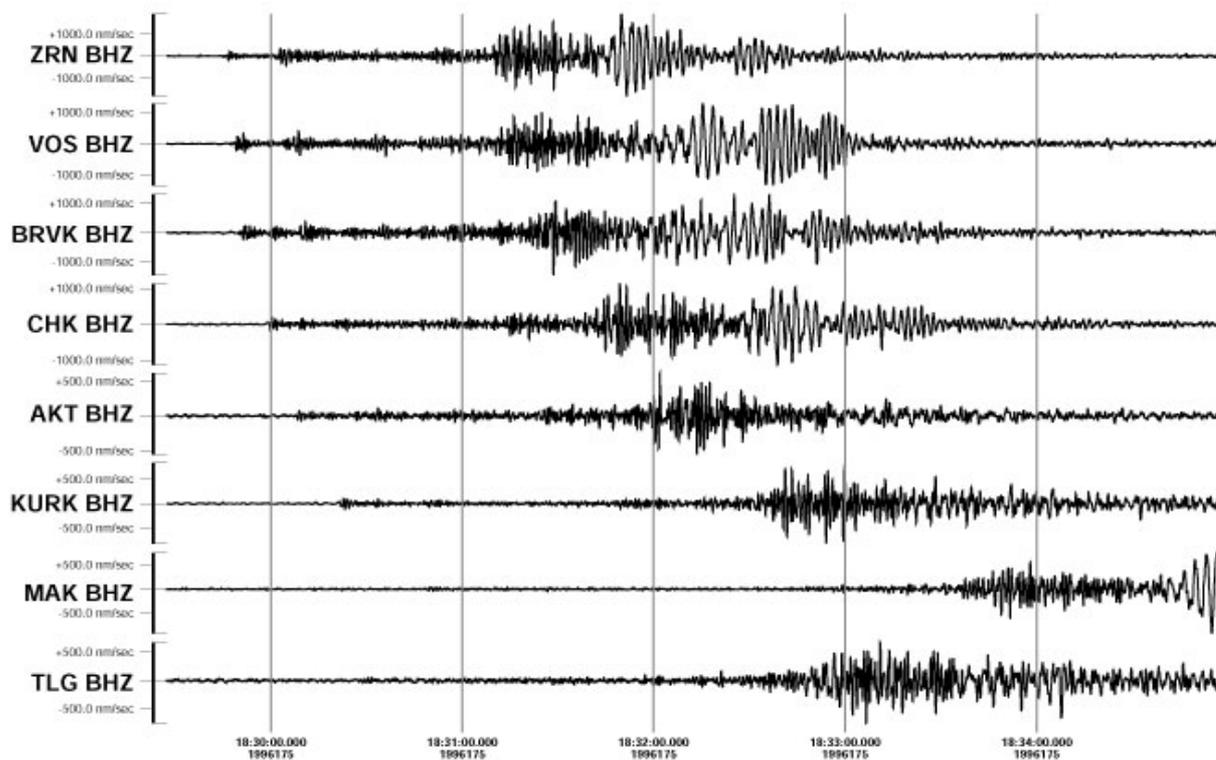


Рис. 5. Запись 23 июня 1996, 18-28-26.7.

Шалгинское землетрясение явилось следующим в этой цепи событием в Центральном Казахстане, возможно не последним. Такое количество землетрясений с энергетическим классом выше 10 в небольшом по существу районе свидетельствует о его высокой сейсмической активности, сопоставимой с активностью наиболее сейсмичных зон Северного Тянь-Шаня.

Определение координат гипоцентра Шалгинского землетрясения.

Самые первые сведения о местоположении эпицентра главного толчка были получены на основании автоматического определения в Центре данных ИГИ НЯЦ РК через несколько минут после землетрясения по информации, поступающей в реальном времени только с двух станций - Курчатова и Маканчи (сейсмическая группа МКАР). Эти результаты приведены в таблице 3 (вариант 1). По этим данным эпицентр землетрясения получился в Центральном Казахстане на юг от г. Жезказган примерно в 130 км, что сразу вызвало интерес к этому событию. Затем эти данные были пересмотрены оператором. Использовались также только данные, поступающие в Центр в реальном времени (Курчатова, Маканчи, Боровое). Было установлено, что при автоматической обработке машиной очень точно были выделены вступления волны Pn и определены времена вступлений этой фазы. Однако фазы Sn и Lg в автоматическом режиме были выделены неправильно с ошибкой приблизительно в 20 с (практически на максимумах этих волн). После введения корректировок в интерпретацию сейсмических волн была проведена перелокализация эпицентра. Для этого использованы два имеющихся в Центре программных пакета –DATASCOPE (dbloc 2) и Geotool. Были получены новые результаты (вариант 2 в таблице 3). Положение эпицентра в результате интерактивной обработки, проведенной в тот же день, изменилось (рисунок 6). Он сдвинулся почти на 150 км на северо-восток по определениям обеих программ. Но между решениями существовала большая разница – примерно 20 км. Она обусловлена использованием разных вариантов годографов IASPEI, заложенных в программы, разной детальностью задания этих годографов, различием алгоритмов определений.

Срочная обработка, проведенная Информационным сейсмологическим Центром Российской геофизической службы (г.Обнинск) с использованием данных двух казахстанских станций, дала результаты: эпицентр находился примерно в 20 км от варианта «Datascop», но в другую сторону от варианта Geotool (вариант 3). Такой большой разброс между разными данными обусловлен отсутствием в районе эпицентра сейсмических станций. Ближайшей в этих вариантах была станция Боровое на расстоянии около 700 км от очага. В таких условиях хорошее решение может быть получено при достаточном азимутальном окружении эпицентра станциями.

В последующие дни был проведен сбор данных других станций НЯЦ РК (Kaznet) и по Internet со станций сети KNET [3], расположенной в Киргизии. Вновь была проведена обработка этого события с интерпретацией всех записей оператором. Результаты новой локализации приведены в таблице 3, варианты 5 и 6. В новых определениях участвовало 9 трехкомпонентных станций и одна сейсмическая группа сети Kaznet и 10 станций KNET. Результаты получились довольно близкими между собой и практически совпадающими с оперативным определением КНЦД по данным DATASCOPE.

Примерно через две недели был получен вариант решения Международного центра данных в Вене – бюллетень REB. Его решение (вариант 4) совпадало с оперативным определением Обнинска, но существенно отличалось от наших решений (на 30 км). В решении участвовало 36 станций Международной сети сейсмического мониторинга (IMS).

В более поздний период спустя несколько месяцев нами были получены уточненные данные Российской геофизической службы (каталог и сейсмологический бюллетень) и Геологической службы США. В них участвовали данные около 100 станций мира. Результаты приведены в таблице 3 (варианты 7 и 8). Они достаточно близки между собой и находятся примерно в 15 км от решения КНЦД. Именно эти решения, по нашему мнению, наиболее близки к истинному эпицентру, который был уточнен нами по данным регистрации афтершоков, о результатах которой речь пойдет ниже.

Таким образом, все определения с участием человека по разным службам лежат в области с апертурой 30 км (± 15 км от истинного эпицентра), что, по всей видимости, является реальной точностью определений для этого района.

Магнитуда этого события по разным источникам $m_b=4.6 - 5.8$, $M_s=4.7 - 5.4$, $K=13.6 - 14.2$.

В таблице 4 приведены полные данные об использованных временах вступлений региональных фаз на станциях НЯЦ РК и KNET для Шалгинского землетрясения.

Таблица 3 Параметры эпицентра Шалгинского землетрясения.

№ варианта	Способ определения или источник	φ	λ	h
1	Автоматическое определение NDC (2 станции)	46.46	68.21	
2	Интерактивное определение (3 станции) dbloc2	47.18	70.36	0 (фикс.)
3	Оперативное определение ИСЦ «Обнинск»	47.11	69.93	з/к
4	Международный Центр Данных REB	47.11	69.95	28
5	Определение КНДЦ по сети Kaznet	47.22	70.38	26
6	Определение КНДЦ по сети Kaznet и KNET	47.22	70.41	19
7	ИСЦ «Обнинск» (сейсм. Бюллетень)	47.20	70.14	10
8	Геологическая служба США бюллетень NEIC	47.16	70.20	33
9	Макросейсмический эпицентр	47.22	70.30	
10	Окончательные координаты	47.20	70.20	19

Эллипсы ошибок, рассчитанные по данным станций IMS в Международном Центре данных (REB), и в КНДЦ по данным станций НЯЦ и KNET (KNDC) показаны на рисунке 7. Звездочкой показано положение реального эпицентра.

Таблица 4. Времена вступлений основных региональных фаз.

Станция	Δ , км	Вступления основных сейсмических фаз						
		Pn	P2	Pg	Sn	Lg1	Lg	Rg
USP	552	15:59:14.523	15:59:26.619		16:00:11.795		16:00:31.967	
EKS2	577	15:59:18.351			16:00:18.548	16:00:38.341	16:00:43.752	
CHM	588	15:59:19.112		15:59:33.133			16:00:42.108	
AAK	610	15:59:22.225		15:59:40.061	16:00:24.760		16:00:46.932	
VOS	621	15:59:23.382	15:59:27.075	15:59:44.622	16:00:25.783		16:00:57.924	
AML	626	15:59:25.006	15:59:29.953		16:00:31.814		16:00:52.819	
KBK	628	15:59:24.689		15:59:43.734		16:00:50.782	16:00:58.446	
TKM2	638	15:59:24.707		15:59:39.206		16:00:49.227	16:00:58.782	
UCH	649	15:59:27.877			16:00:34.717		16:01:01.534	
ZRNK	649	15:59:27.032	15:59:30.686	15:59:47.372	16:00:32.984		16:01:02.062	16:01:27.321
BRVK	656	15:59:27.913			16:00:33.672		16:01:03.803	16:01:37.216
KZA	695	15:59:34.627			16:00:47.585			
TLG	706	15:59:33.428			16:00:43.067		16:01:17.981	
CHKZ	725	15:59:36.282		15:59:58.789	16:00:49.246		16:01:21.224	16:01:58.955
ULHL	729	15:59:38.292		16:00:00.057		16:01:22.793	16:01:26.139	
KURK	735	15:59:36.784	15:59:40.210	16:00:01.636	16:00:47.940		16:01:24.108	16:01:52.704
PDG	848	15:59:50.450					16:01:55.954	
MAKZ	900	15:59:55.996			16:01:26.354		16:02:09.595	
MK05	924	15:59:59.138						
MK06	924	15:59:59.157						
MK31	924	15:59:59.163			16:01:30.304		16:02:18.122	16:03:27.654
MK01	925	15:59:59.176						
MK04	925	15:59:59.100						
MK02	926	15:59:59.270						
MK07	927	15:59:59.270						
AKTK	964	16:00:05.106			16:01:40.734		16:02:32.591	16:03:17.619

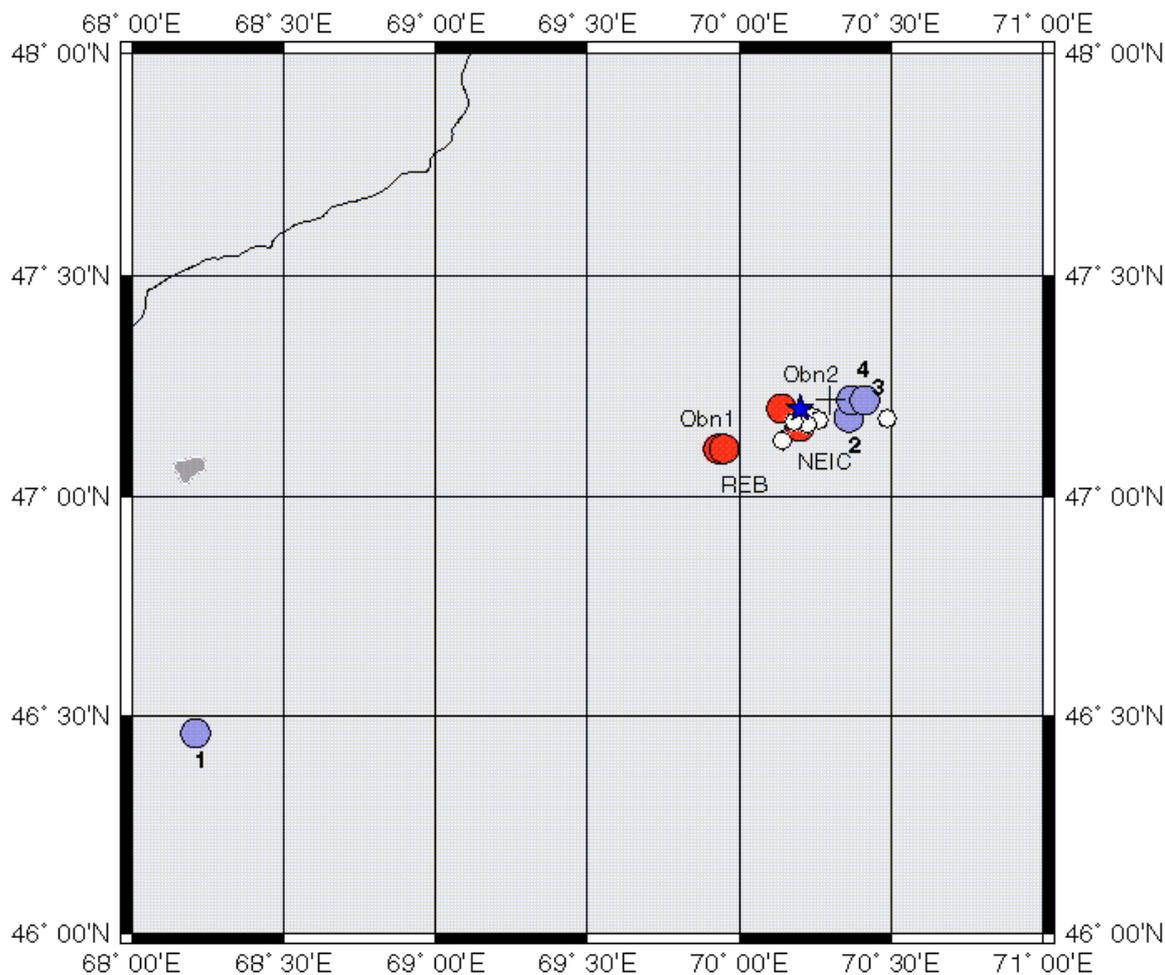


Рис. 6 Результаты определения эпицентров главного толчка и афтершоков.

1. КНДЦ – автоматическое определение;
 2. КНДЦ – определение оператором по данным, поступившим в реальном времени;
 3. КНДЦ – по сети станций НЯЦ РК;
 4. КНДЦ – по сети станций НЯЦ РК и КНЕТ;
- Obn1 – срочная обработка в ИСЦ «Обнинск».
- Obn2 – окончательное определение ИСЦ «Обнинск».
- REB – определение Международного сейсмологического Центра (IDC).
- NEIC – определение Геологической службы США.
- Крестик – макросейсмический эпицентр;
- Незалитые кружки – афтершоки Шалгинского землетрясения.

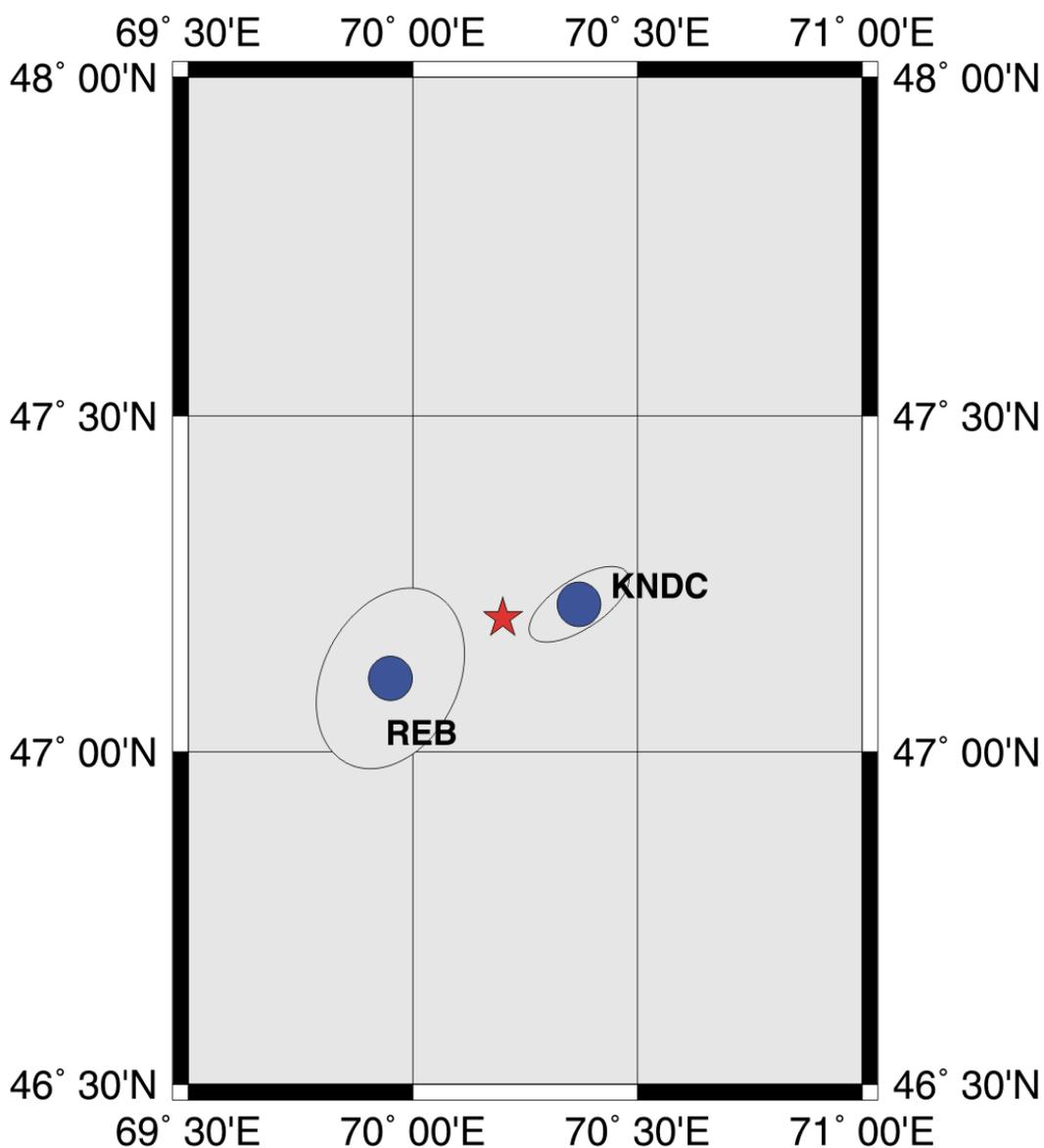


Рис. 7 Эллипсы ошибок определения эпицентра Шалгинского землетрясения по данным IDC (REB) и КНДЦ.

Геолого-тектоническая характеристика района эпицентра Шалгинского землетрясения.

В описании геологического строения района использованы материалы исследований Чу-Илийского региона, проведенных под руководством А. А. Абдулина, В. М. Волкова и Г. Н. Щербы.

Эпицентры Шалгинского землетрясения и его афтершоков пространственно располагаются в северо-западной части Бурунтауского антиклинория, входящего в северо-восточное, Прибалхашское крыло Чу-Илийского мегантиклинория (рисунок 8). Прибалхашское крыло протягивается от южного края Жайильминской синклинали до Заилийского Алатау на 750 км. Оно ограничено системой глубинных региональных разломов – на юге и западе Сарытумским разломом, переходящим на западе в северную ветвь Жалаир-Найманского разлома, на востоке – Атасу-Балхашским (Атасуйским), простирающие разломов северо-западное, падение северо-восточное.

Глубинное строение земной коры Прибалхашского крыла сложное, включает юго-западные склоны двух региональных структур – Центрально-Казахстанского минимума и Балхашского выступа (переходная Моинтинская седловина). Оно сложно сочленяется на севере с Успенским трогом, а на юге с Северо-Тянь-Шаньским.

Мощность земной коры резко колеблется от 40 до 52 км. В районе эпицентра Шалгинского землетрясения её мощность составляет примерно 50 км.

Прибалхашское крыло расчленено на отдельные блоки системой продольных, поперечных и диагональных разломов, составляющих ортогональную систему. Многие разломы являются естественными границами между геологическими структурами разного порядка.

Бурунтауский антиклинорий на западе граничит с Жалаир-Найманским синклиниорием, по крупному региональному Сарытумскому разлому (северная ветвь Жалаир-Найманского разлома). На северо-востоке по Атасуйскому (Атасу-Балхашскому) разлому граничит с Атасу-Моинтинским антиклинорием. В строении Бурунтауского антиклинория принимают участие смятые в сложные складки различной ориентировки метаморфические сланцы, кварциты, мраморы и яшмы, основные вулканиты до палеозоя и кембрийского периода, относящиеся к ранним каледонидам и вулканогенные образования нижнего, среднего и первой половины верхнего девона, на которых несогласно залегают карбонатные отложения фаменского яруса и нижнего карбона. Вулканогенные толщи образуют систему крупных линейных и куполовидных поднятий и пологих прогибов. Эти отложения прорываются гранитоидными интрузиями девона и нижней перми. Бурунтауский антиклинорий делится на две более мелкие тектонические структуры, Приатасуйский прогиб, который занимает северную часть антиклинория и Каиб-Жалгызский антиклинорий, занимающий южную часть Бурунтауского антиклинория. Эти две структуры граничат между собой по Бектаутинскому региональному разлому северо-восточного простирания.

Структуры Бурунтауского антиклинория разбиты разрывными нарушениями различной ориентировки. Выделяются несколько систем разломов. Первая – генеральная система северо-западного простирания (Жалаир-Найманский (Сарытумский), Атасу-Балхашский, Шалгия-Караобинский, Мунлинский и другие параллельные им разломы). Вторая - поперечная система разломов северо-восточного простирания (Пстанский надвиг, Бектаутинский и ряд других параллельных им разломов). Эти разломы создают ортогональную систему разломов. Много встречается диагональных субширотных и запад-северо-западных разломов, которые опережают Жалаир-Найманскую зону разломов (рисунок 9).

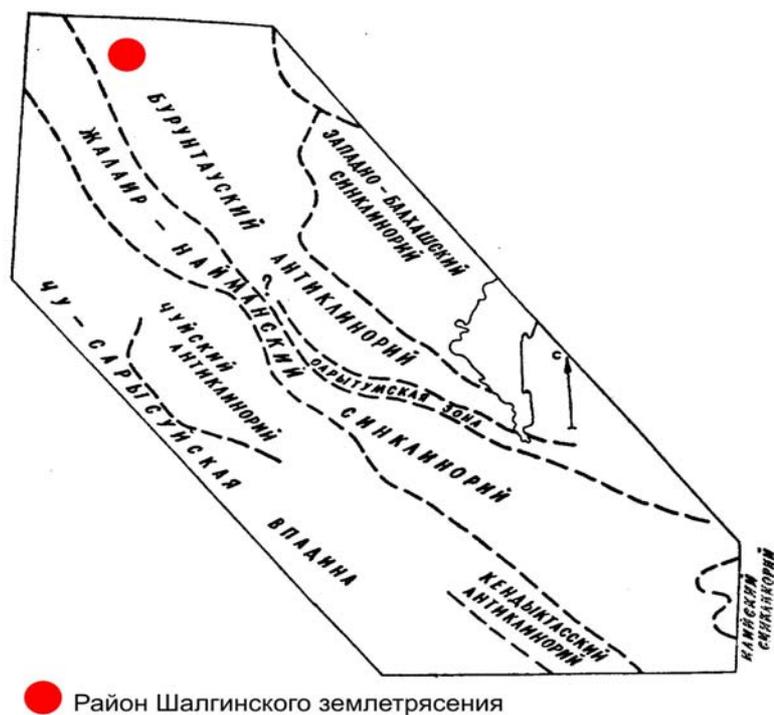


Рис.8. Схема районирования ЧУ-Илийского региона (геологические структуры I порядка).

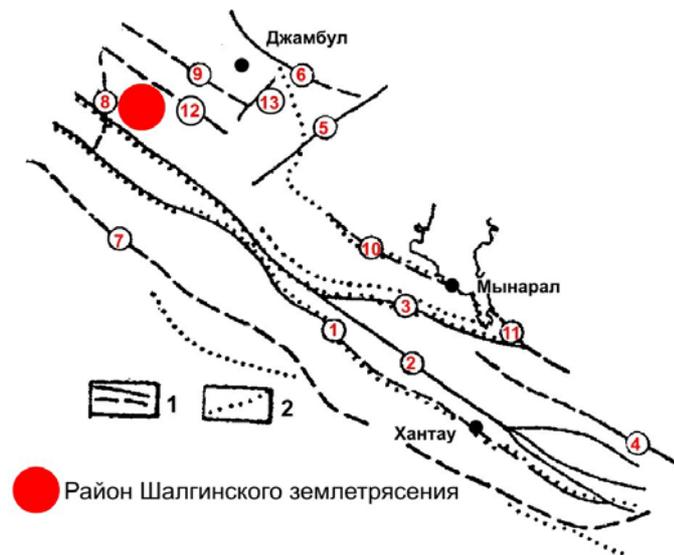


Рис.9.Схема основных разломов Чу-Илийского региона (составили: Паталаха Е.И., Абдулин А. А. и другие)

1 – сплошная линия – достоверные разломы, пунктир – по геофизическим данным; 2- контуры основных структур. Разломы (цифры в кружочках): 1,2 – Жалаир–Найманский (1-южная, 2-северная ветви), 3-Сарытумский, 4-Анархайский, 5-Бектаутинский, 6-Атасуйский, 7-Чуйский, 8-Костарыкский, 9-Шалгинский, 10-Западно-Балхашский, 11-Балхашский, 12-Мунлинский, 13-Пстанский.

Непосредственно район эпицентра Шалгинского землетрясения (рисунок 10) характеризуется следующими крупными разломами: Сарытумским (2) (северная ветвь Жалаир-Найманского (1) разлома), Мунлинским (4), Шалгия-Караобинским (Шалгинским) (5) разломами северо-западного генерального направления, поперечным разломом северо-восточного направления,(8) параллельным Пстанскому (6) и Бектаутинскому разломам, а также разломами близмеридионального направления (Костакырским (3), Ушкольским и другими (7)). Ниже приводится краткая характеристика наиболее крупных разломов этого района (по данным Т. А. Акишева, С. Б. Абулгазина и А. Ф. Метленкова).

Жалаир-Найманский глубинный (мантийный) разлом (1) северо-западного направления протяженностью более 500 км от гор Койжарылган простирается на юго-востоке через весь Чу-Илийский регион, примыкая на северо-западе к Чуйскому разлому. Жалаир-Найманский разлом был заложен в байкальскую эпоху тектогенеза и неоднократно подновлялся. В отношении направления падения Жалаир-Найманского разлома существуют разные точки зрения, наиболее вероятным направлением падения признано крутое юго-западное с возможным изменением на северо-восточное в пределах глубин 1-5 км.

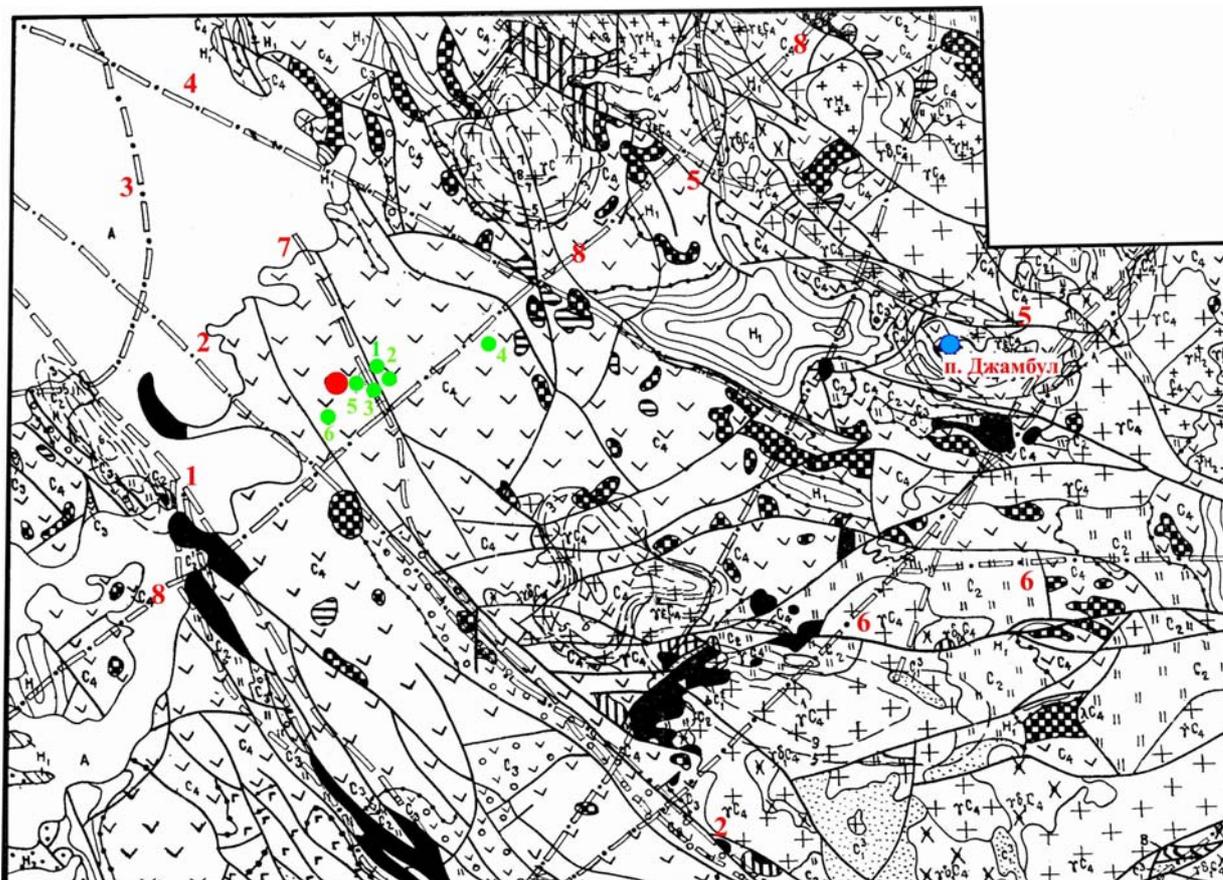
Сарытумский глубинный разлом (2) протягивается в северо-западном направлении более, чем на 500 км, от южного окончания озера Балхаш до гор Шибанды (район эпицентра Шалгинского землетрясения), где он примыкает к Жалаир-Найманскому разлому, и отделяет Приатасуйский прогиб от Жалаир-Найманского синклиория. Сарытумский разлом имеет крутое падение, близкое к вертикальному. Вертикальная амплитуда перемещения пород по разлому составляет около 3 км.

Шалгия-Караобинский глубинный разлом (5) прослеживается в северо-западном направлении на 170 км от гранитного массива Матуртубек через Шалгинский массив габброидов, затухая в районе крупного гранитного массива, не выходящего на дневную поверхность за пределы описываемого района. Имеет крутое юго-западное падение плоскости сместителя. Вертикальная амплитуда перемещения пород по разлому составляет около 3 км. Разлом затухает в базальтовом слое. Все эти разломы имеют надвиговый характер (Г. Н. Щерба).

Как видим из рисунка 10, зона эпицентра Шалгинского землетрясения приурочена к пересечению поперечного разлома (8) северо-восточного направления и разлома (7), имеющего близмеридиональное направление. Разлом близмеридионального направления южнее в 20-25 км сочленяется с Сарытумским (2) разломом, и, скорее всего, является одним из ответвлений Сарытумского глубинного разлома и относится к генеральной системе разломов северо-западного направления. Поперечный разлом (8) северо-восточного направления параллелен Пстанскому (6) и Бектаутинскому глубинным разломам и относится к другой главной системе разломов региона. Поперечный разлом пересекается с крупными глубинными разломами:

юго-западнее района эпицентра с Жалаир-Найманским (1) и Сарытумским (2), северо-восточнее с Мунлинским (4) и Шалгинским (5).

Эпицентр главного толчка и большинства афтершоков, о которых речь пойдет ниже, располагаются с северной стороны поперечного (8) разлома, что может указывать на то, что этот разлом имеет северо-западное направление падения плоскости сместителя под углом приблизительно в 50 градусов. Предположительный угол падения разлома рассчитан в соответствии с координатами и глубинами толчков (главного и афтершоков). Близмеридиональный разлом имеет, скорее всего, более крутое юго-западное падение (примерно 70 градусов), что согласуется с направлением падения разломов генерального направления (Жалаир-Найманского, Сарытумского и других).



Цифрами на схеме показаны следующие разломы: 1 - Жалаир-Найманский, 2- Сарытумский (северная ветвь Жалаир-Найманского разлома), 3-Костакырский (Ушкольский), 4- Мунлинский, 5-Шалга-Караобинский (Шалгинский), 6-Станский, 7 - Близмеридиональное ответвление Сарытумского разлома, 8 - Региональный глубинный разлом северо-восточного направления.

● Эпицентр Шалгинского землетрясения, определенный по данным сейсмических станций ИГИ НЯЦ РК.

● Эпицентры афтершоков Шалгинского землетрясения

● Населенный пункт Джамбул

Рис. 10. Геолого-структурная схема северо-восточной части Чу-Илийского региона.

Макросейсмические исследования.

Макросейсмическое обследование было начато спустя 6 суток после землетрясения из г. Алматы. Маршрут обследования следующий: г. Алматы – г. Сарышаган – г. Балхаш – п. Акчатау – п. Агадырь – п. Кызылтау – п. Атасу – г. Каражал – п. Шалгинский – место расположения эпицентра – г. Жайрем. Всего обследовано более 10 населенных пунктов. Малое количество обследованных населенных пунктов объясняется тем, что эпицентр события находится в малонаселенном районе Казахстана. Наиболее близко к эпицентру расположен поселок Шалгинский – 43 км.

Интенсивность сотрясений определялась по шкале MSK-64. Макросейсмические данные приведены в таблице 5 (таблица «пункты – баллы»).

Землетрясение вызвало 6 - балльные колебания в эпицентральной области. В 43 км на северо-запад от инструментального эпицентра в поселке Шалгинский землетрясение ощутили большинство жителей, находившихся как в помещениях, так и вне них. Большинство построек в поселке представлено

деревянными сборно-щитовыми, рубленными, шлакоблочными одноэтажными домами. В помещениях ощущалась сильная вибрация, качалась мебель, звенела посуда, качались люстры, в некоторых домах качались стены, полы, на крышах некоторых домов стучал шифер. В некоторых постройках образовались трещины, как правило, на стыке двух стен. Вибрация была сильной, сопоставимой с работой тяжелого грузовика, толкающего дом. Вибрация длилась 5-15 секунд. Люди слышали гул, который сопровождал вибрацию и прекратился с окончанием колебаний. Гул и колебания, по словам очевидцев, пришли в поселок с юго-западного направления. Люди, находившиеся во дворе дома, видели волну, распространявшуюся по земле, высотой 5-6 см, также пришедшую с юго-западного направления.

В ряде населенных пунктов (Агадырь, Кызылтау, Каражал) землетрясение вызвало 5 балльные колебания. Землетрясение ощутили многие жители поселков. В помещениях ощущалась вибрация. Качались люстры, вибрировала мебель, оконные стекла, звенела посуда. Вибрация сопоставима с движением тяжелого транспорта. Вибрация длилась от нескольких секунд до минуты. В поселках присутствуют постройки различных конструкций. В большей степени колебания ощущались на верхних этажах 5 этажных домов. В постройках повреждений не наблюдалось. Многие перед колебаниями слышали гул. В г. Каражал опрошенные люди указывали, что колебания и гул пришли с южного, юго-западного направления. В п. Агадырь в магазинах с полок падали полные пластиковые бутылки.

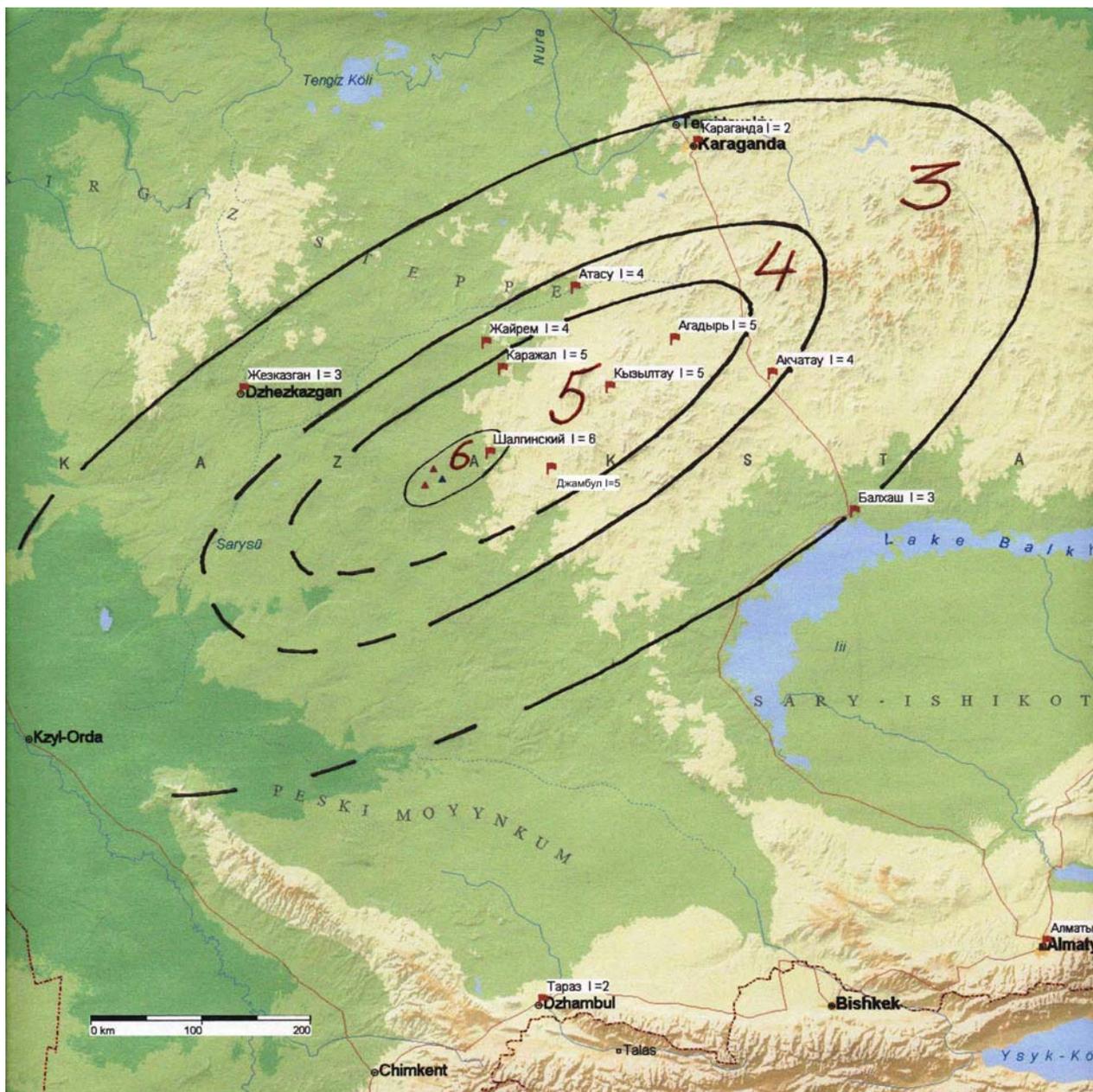
В населенных пунктах Акчатау, Атасу, Жайрем землетрясение вызвало 4-х балльные колебания. В этих населенных пунктах преобладают одно-двухэтажные каменные постройки. В п. Жайрем колебания особенно ощущали люди, находящиеся в 5-ти этажных домах, в п. Акчатау колебания ощущали люди, находившиеся на 2-3 этажах. Вибрация длилась меньше минуты, качались люстры, позвякивала посуда. В п. Атасу вибрацию ощутили многие люди, находящиеся в помещении (качались люстры, у некоторых покачивались предметы мебели, звенела посуда). Повреждения в домах и хозяйственных постройках отсутствуют.

В г. Балхаш землетрясение вызвало 3 - балльные колебания. В городе преобладают пятиэтажные дома. В г. Балхаш землетрясение ощутили многие люди, живущие выше 2-3 этажа. Ощутили слабую вибрацию, длившуюся короткое время. Люстры, посуда, мебель оставались в покое. Люди, находящиеся на улице, вибрации и колебаний не ощутили.

Таблица 5. Макросейсмические данные о землетрясении 22.08.2001 г.

№ п/п	Пункт	Δ, км
6 баллов		
1	Шалгинск	43.244
5 баллов		
2	Агадырь	238.126
3	Кызылтау	165.879
4	Каражал	107.742
4 балла		
5	Акчатау	302.604
6	Атасу	202.016
7	Жайрем	122.417
3 балла		
8	Балхаш	367.379
9	Жезказган	198.078
2 балла		
10	Алматы	685.519
11	Тараз	483.640
12	Астана	458.095

Хотя обследованных пунктов было немного, мы попытались построить карту изосейст этого землетрясения (рисунок 11). Наблюдается четкая вытянутость изосейст в северо-восточном направлении. Это направление согласуется с направлением разлома северо-восточного простираения (рисунок 10), который является ортогональным к разломам главного северо-западного направления в Чу-Илийском регионе, да и для всей Казахстанской складчатости. В результате макросейсмического обследования примерное положение макросейсмического эпицентра может быть описано следующими координатами: 47.17° северной широты и 70.30° восточной долготы.



○ - Линии изосейст
 3–6 - Баллы по шкале MSK – 64

Рис. 11 Карта изосейст Шалгинского землетрясения 22.08.2001 года

Афтершоки Шалгинского землетрясения.

Через три часа после основного толчка автоматическим детектированием в Центре данных по сейсмической группе Маканчи было обнаружено ещё одно сейсмическое событие из района эпицентра Шалгинского землетрясения. Это был первый афтершок. Его основные параметры представлены в таблице 7. Наличие афтершока позволило, во-первых, надеяться на регистрацию других последующих толчков полевыми станциями, а, во-вторых, с большей уверенностью утверждать, что произошедшее сейсмическое событие является землетрясением.

Для уточнения основных параметров главного толчка и регистрации возможных афтершоков в район эпицентра выехала экспедиция с полевой сейсмической аппаратурой. Было установлено 5 сейсмических

станций «Карс» по ортогональной сети с расстоянием 10 км между центральной станцией и радиальными. Координаты мест установки полевых сейсмостанций приведены в таблице 6. Регистрация афтершоков осуществлялась трехкомпонентными сейсмоприемниками. Продолжительность одного цикла наблюдений составила 5 суток. Всего было отработано два цикла: с 30.08.01 по 03.09.01 и с 04.09.01 по 09.09.01. Положение площадок и мест расстановок сейсмических станций показаны на рисунке 12.

Таблица 6. Координаты полевых сейсмических станций.

№ пункта	№ станции	Название пункта	Северная широта	Восточная долгота
1	91	С1	47°25'12"	70°27'36"
2	28	Ю1	47°14'24"	70°27'36"
3	95	31	47°19'48"	70°19'15"
4	32	В1	47°19'48"	70°35'57"
5	77	Ц1	47°19'48"	70°27'36"
6	77	С2	47°12'00"	69°55'48"
7	91	Ю2	47°01'12"	69°55'48"
8	32	32	47°06'36"	69°47'27"
9	28	В2	47°06'36"	70°04'09"
10	95	Ц2	47°06'36"	69°55'48"

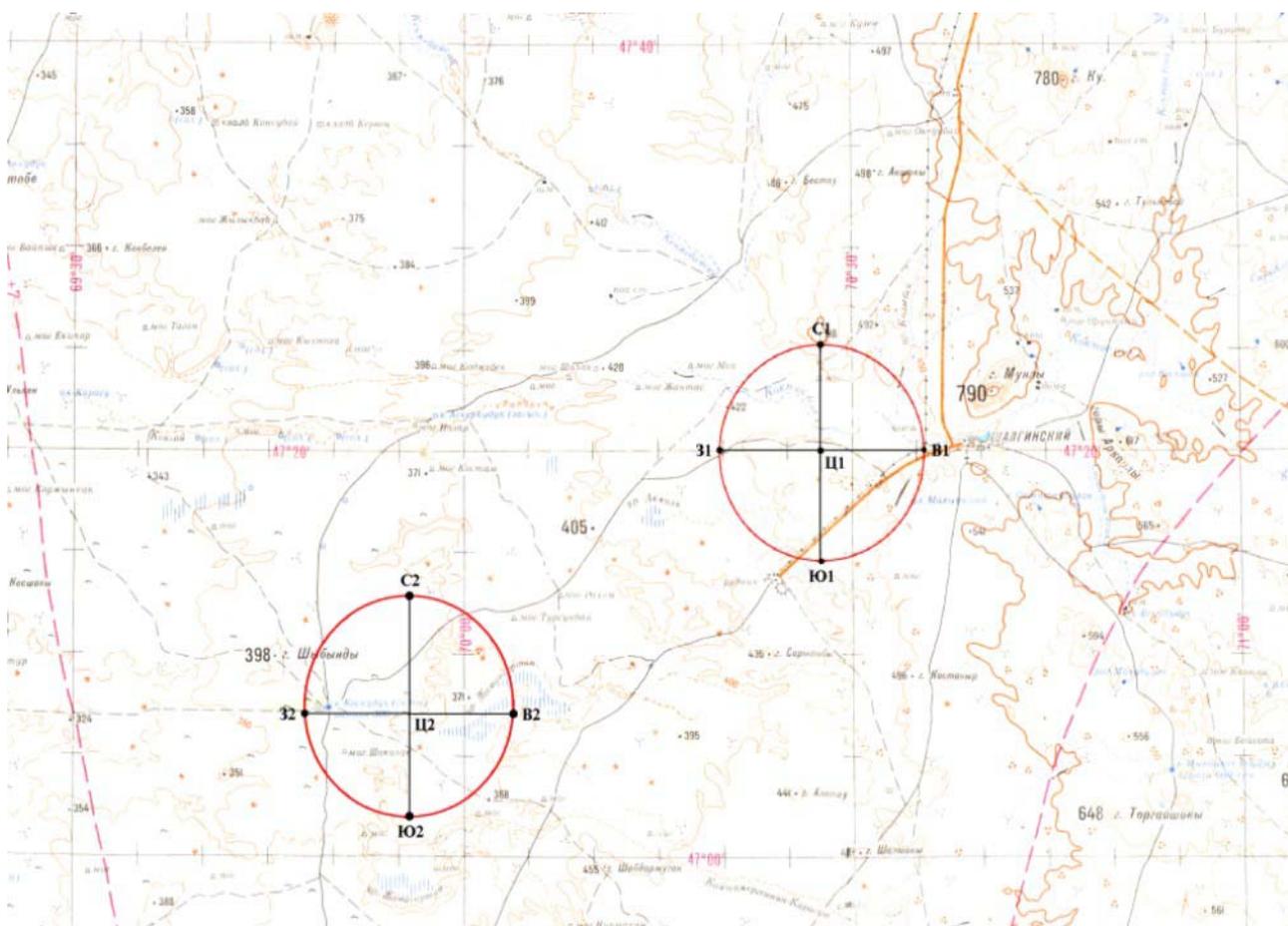


Рис. 12. Положение площадок наблюдения на топографической карте и места расстановок сейсмических станций.

Всего за время работы полевых станций было зарегистрировано 5 афтершоков. Их очаги находились в непосредственной близости от станций регистрации. В таблице 7 приведены координаты гипоцентров. Афтершок № 4 расположен отдельно от группы других афтершоков. В целом же направление облака афтершоков совпадает с направлением от инструментального к макросейсмическому эпицентру, с направлением разлома, с которым связывается разрыв в очаге этого землетрясения. Диапазон глубин составляет от 5 до 15 км.

Энергетические характеристики афтершоков определить не удалось. Можно лишь сказать, что энергетический класс самого сильного из афтершоков, который единственный был зарегистрирован стационарной станцией сейсмической группы Маканчи, составил 6.8. Остальные афтершоки существенно слабее его, не были записаны стационарной сетью, следовательно их энергетические классы <6.8

Карта эпицентров афтершоков показана на рисунке 6 (незалитые кружки).

Координаты афтершоков определены очень точно, поскольку сеть станций расположена в непосредственной близости от их очагов. S-P на некоторых станциях составляет 1.65 с – 2.5 с, т.е. станции практически находятся над гипоцентрами. Это позволяет предположить, что гипоцентр Шалгинского землетрясения расположен именно в этой области концентрации афтершоков. Эти координаты близки к определенным в окончательных каталогах NEIC и ISC «Обнинск», несколько дальше находятся эпицентры по данным КНЦД и REB.

Таким образом, с помощью полевых наблюдений удалось более точно определить координаты эпицентра, сопоставить с ними решения разных центров и служб, сделать вывод о реальной точности оценок.

Таблица 7. Основные параметры афтершоков Шалгинского землетрясения.

#	Дата, мес., дата, год	Время в очаге	Широта φ° с.ш.	Долгота λ° в.д.	Глубина км	mpva	К
1	8/22/2001	18-37-01.0	47.18	70.24	15	3.0	6.8
2	8/31/2001	05-18-21.4	47.1754	70.2631	11.5		
3	8/31/2001	22-53-59.8	47.1648	70.2264	5		
4	9/01/2001	19-53-47.6	47.1782	70.4873	15		
5	9/04/2001	22-35-56.4	47.1711	70.1780	7		
6	9/07/2001	08-53-24.8	47.1273	70.1393	10		

Литература.

- 1) Строительство в сейсмических районах (СНиП РК В. 1.2-4.48). Комитет по жилищной и строительной политике Министерства энергетики, индустрии и торговли РК. Алматы, 1998, 39 с.
- 2) Сейсмическое районирование Республики Казахстан. Изд-во «Эверо». Алматы., 2000. 219 с.
- 3) Vernon F. Kyrgyzstan seismic telemetry network. IRIS Newslett. 1992, Vol. 11, № 1, p. 7-9.

Shalginsk Earthquake in Central Kazakhstan of August 22 2001.

Mikhailova N. N., Nedelkov A.I., Sokolova I.N., Kazakov E. N., Belyashov A.V.

Institute of Geophysical Research

The results of study of earthquake, which occurred in Central Kazakhstan on August 22 2001 in the region which traditionally was considered to be aseismic, are presented in the paper. Instrumental and macroseismic hypocenter parameters and a catalog of aftershocks are given. Geological and tectonic description of the earthquake epicentral region is shown. The conclusions were made about the actual accuracy of epicenter coordinates estimates by different data processing centers.