

УДК 550.348

О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

(ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН, 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА)

Михайлова Н.Н., Великанов А.Е.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Алматы, Казахстан.

26 апреля 2008г. в 13:14:52 по времени Гринвича в Западном Казахстане произошло землетрясение. Эпицентр его был оперативно локализован в автоматическом режиме в Центре данных Института геофизических исследований Национального ядерного центра (ИГИ НЯЦ) РК в г.Алматы по данным станций НЯЦ РК (рис. 1, 2), координаты эпицентра помещены в сейсмическом бюллетене на веб-сайте Центра данных ИГИ НЯЦ РК и переданы в Международные центры данных. По оперативным данным эпицентр землетрясения оказался в районе г. Уральск (рис. 3). Сам по себе этот факт уже привлёк внимание сейсмологов, поскольку в этом районе землетрясения происходят очень редко. Поступившие вскоре сведения о том, что землетрясение ощущалось в г. Уральске [1], дали повод к детальному изучению этого события. Первым делом были собраны сведения об инструментальных параметрах этого землетрясения по данным разных международных центров и служб. Априори можно было утверждать, что их решения будут точнее, чем полученные в Центре данных ИГИ НЯЦ (KNDC), поскольку все станции НЯЦ РК имеют одностороннее расположение относительно эпицентра.

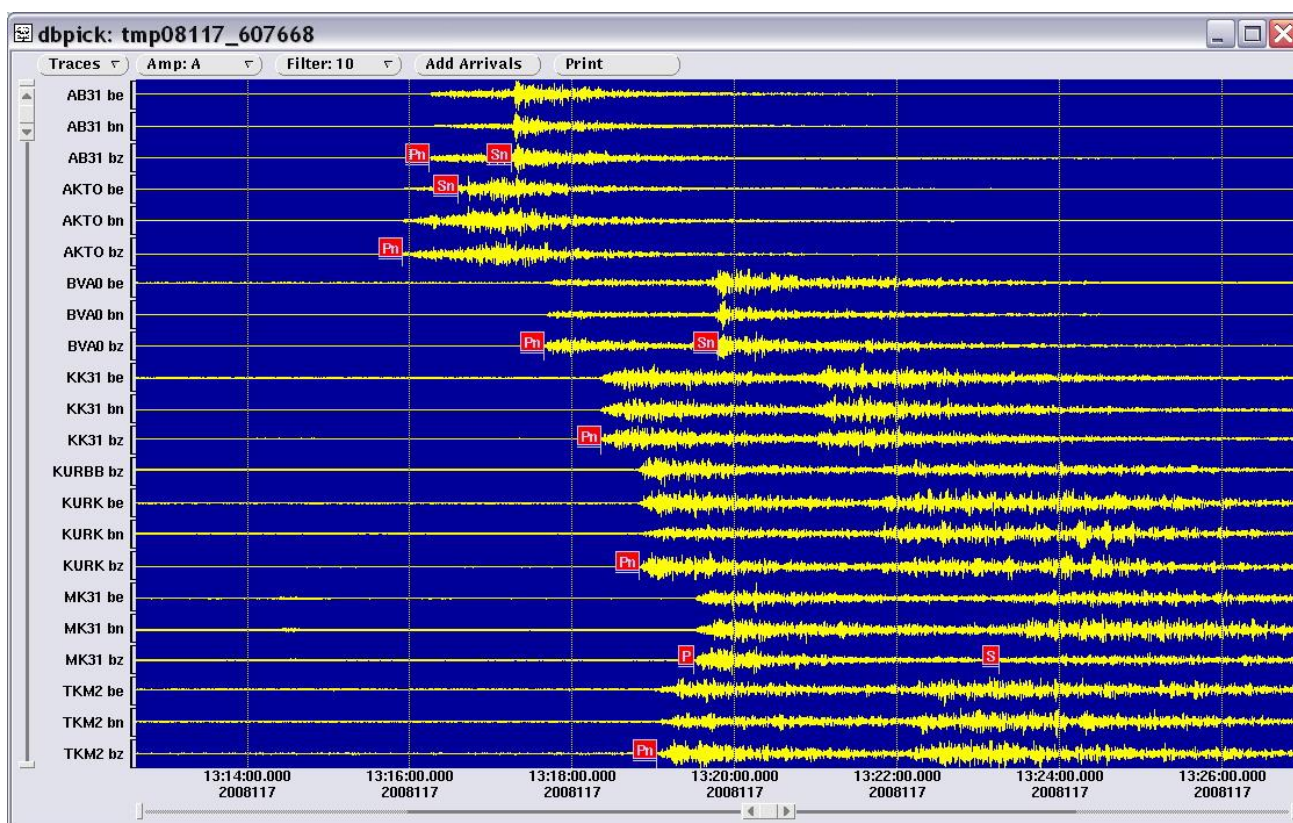


Рис. 1. Записи Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 года сейсмическими станциями НЯЦ РК

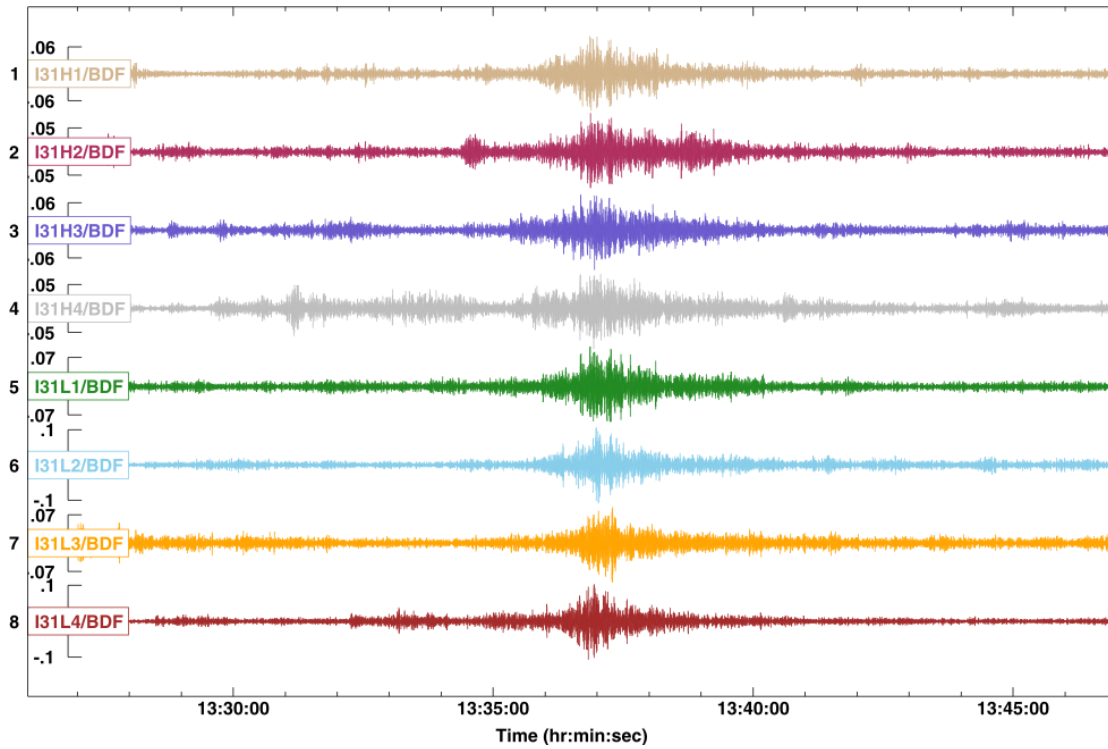


Рис. 2. Волновые формы инфразвукового сигнала от Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 г. на инфразвуковой станции IS31 Актюбинск

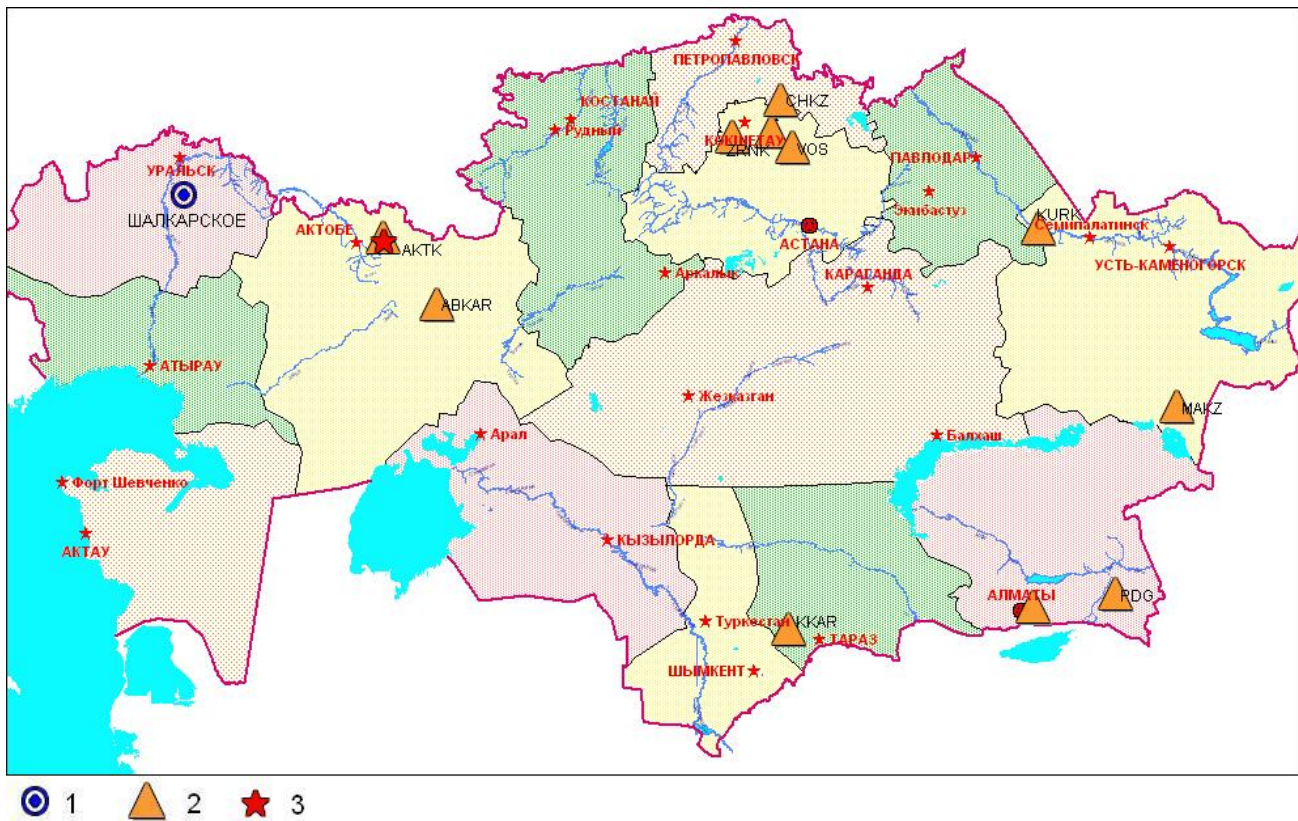


Рис. 3. Карта Казахстана с указанием эпицентра Шалкарского землетрясения и мест расположения инфразвуковой и сейсмических станций ИГИ НЯЦ РК: 1 – эпицентр Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 года; 2 – сейсмические станции ИГИ НЯЦ РК; 3 – инфразвуковая станция IS31-Актыубинск

В таблице 1 приведены результаты определений параметров землетрясения. Отметим, что во всех решениях, приведённых в таблице, в качестве исходных данных использовались, в том числе, и данные станций НЯЦ РК, передаваемые в мировые центры обработки, где к ним добавляются данные других станций глобальных сетей наблюдений. Наиболее точным является решение NEIC. Согласно ему, эпицентр находился в 80 км к юго-востоку от города Уральск с восточной стороны солёного озера Шалкар. Это заключение совпадает и с макросейсмическими данными: основные разрушения произошли в посёлке Рыбцех Теректинского района, где интенсивность сотрясений составляла 6 баллов [2]. По данным разных международных центров глубина очага землетрясения даётся до 10 км, в то же время оно было очень четко зарегистрировано инфразвуковой станцией IS31-Актюбинск, что может косвенно свидетельствовать о неглубоком близповерхностном положении очага (до 3 км).

Таблица 1

Параметры Шалкарского землетрясения 26.04.2008 по оперативным данным разных глобальных сейсмических сетей

Дата	Время в очаге (GMT)	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	Магнитуда		Источник
					m_b	M_s	
26.04.2008	13:14:51.40	50.785°	51.623°		4.7	4.6	REB(IDC)
	13:14:54.80	50.334°	52.497°		4.3		KNDC
	13:14:51.90	50.59°	51.86°	10	5.0		EMSC
	13:14:50.10	50.57°	51.79°	10	5.3		GSRAS
	13:14:52.00	50.46°	51.85°	10	5.0		NEIC

Примечание: REB (IDC) – обзорный сейсмический бюллетень Международного центра данных Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, г.Вена;

KNDC – Казахстанский национальный центр данных ИГИ НЯЦ РК, г. Алматы;

EMSC – Европейский Средиземноморский сейсмологический центр, г. Париж;

GSRAS – Центр данных Геофизической службы Российской Академии наук, г. Обнинск;

NEIC – Национальный центр данных о землетрясениях Геологической службы США.

Некоторые средства массовой информации сразу отнесли Шалкарское землетрясение к техногенным событиям и представили его как последствие интенсивной добычи углеводородов в Прикаспийской впадине. По мнению некоторых учёных-сейсмологов Казахстана «... землетрясение в Западно-Казахстанской области связано с работами, ведущимися на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении, которое находится в 140 км к СВ от озера Шалкар. Месторождение Карачаганак расположено на одном из разломов, который тянется из России через г. Аксай и озеро Шалкар, - отмечают они. - И, по нашим предположениям, изменение пластового давления привело к тому, что этот тектонический разлом начал «играть» [2]. Добыча на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении начата в 1984 г. с экспортом газа и конденсата по трубопроводу длиной 130 км на Оренбургский нефтеперерабатывающий завод в Российскую Федерацию.

Нами были собраны и проанализированы исторические данные по сейсмичности этого района по всем имеющимся источникам. Они позволили сделать вывод, что подобные землетрясения (только, может быть, более слабые) наблюдались в данном районе и ранее, в том числе и до начала добычи углеводородов на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении. Ранее в работах сотрудников ИГИ НЯЦ РК [3,4] уже приводились сведения о том, что здесь имели место редкие землетрясения. Их параметры приведены в таблице 2. Причём два события (№№ 6 и 9) – 26.06.1976 и 14.05.1989 с эпицентрами южнее г. Уральска оказываются близкими к эпицентру землетрясения 26.04.2008 в районе озера Шалкар (рис. 4).

Таблица 2

Сводный каталог исторических землетрясений Западного Казахстана по данным глобальных сейсмических сетей (ISC, NEIC, REB)

№	Дата GTM (м/д/г)	Время (t ₀) GMT	Координаты		Магнитуда (m _b)	Источник	Примечание
			φ N	λ E			
1	10/13/1974	9:56:07.0	48.41°	53.59°	4.1	ISC, Уломов и др.	Казахстан, Прикаспийская низменность
2	12/25/1975	22:09:13.0	50.37°	54.30°	-	ISC	Казахстан, северо-восточная часть Прикаспийской низменности
3	2/06/1976	14:50:18.0	47.32°	53.28°	-	ISC, Уломов и др.	Казахстан, Прикаспийская низменность
4	4/20/1976	9:02:28.0	46.13°	59.82°	-	ISC	Казахстан, север Арала
5	5/04/1976	8:56:25.0	42.66°	54.65°	-	ISC	Казахстан, Мангистау
6	6/26/1976	11:02:04.0	50.33°	51.02°	3.8	ISC	Казахстан, Прикаспийская низменность, южнее г. Уральска
7	11/05/1977	13:40:40.0	46.11°	51.64°	-	ISC	Казахстан, север акватории Каспия
8	4/19/1985	13:53:58.0	44.49°	57.83°	4.7	ISC, NEIC, Уло-	Узбекистан, западнее Арала

						мов и др.	
9	5/14/1989	11:46:56.0	50.87°	51.38°	4.5	ISC, NEIC	Казахстан, Прикаспийская низменность, южнее г. Уральска

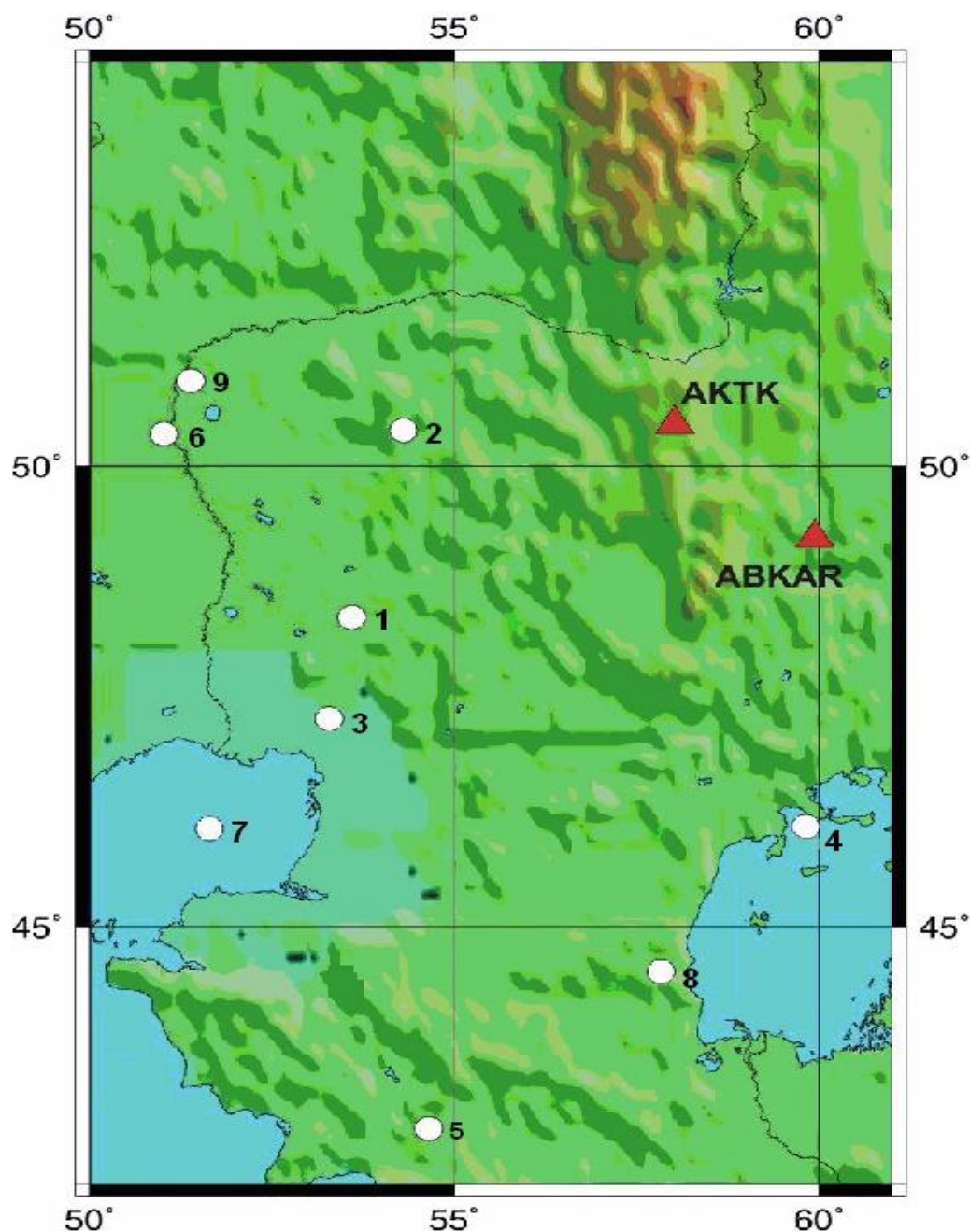
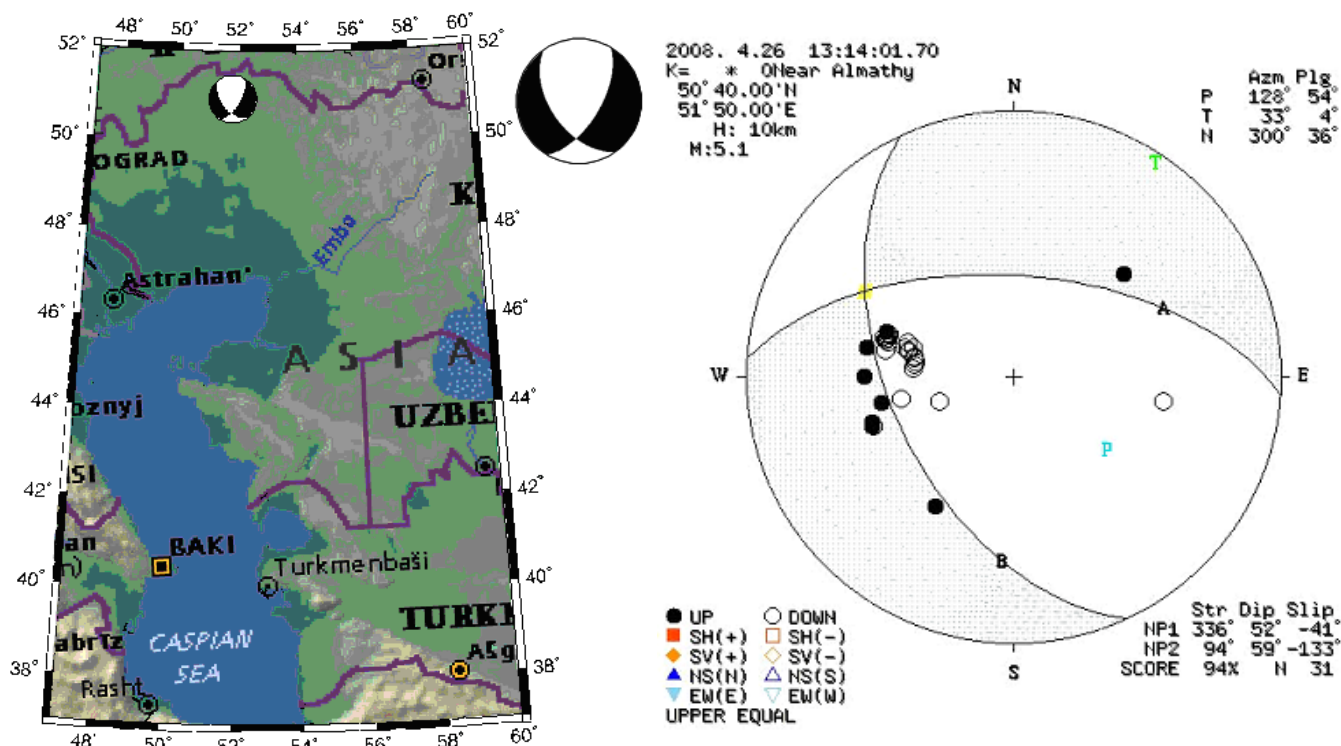


Рис. 4. Карта эпицентров исторических землетрясений Западного Казахстана (номера кружочков соответствуют номерам в таблице 2)

Для последних по времени землетрясений 14.05.1989 и 26.04.2008 г.г. удалось собрать достаточное количество сейсмических записей и определить механизмы очага. Тип подвижек в обоих очагах оказался одинаковым – сдвиго-сброс. Близки и другие характеристики механизмов, что может свидетельствовать об одинаковой природе этих событий (рис. 5).



А – стереограмма очага землетрясения 14.05.1989

Б – стереограмма очага землетрясения 26.04.2008

Рис. 5. Механизмы очагов землетрясений, произошедших южнее г. Уральска 14.05.1989 (А) и 26.04.2008 (Б)

При рассмотрении геоморфологических, геологических и тектонических характеристик исследуемого района выявляются интересные факты, которые могут пролить свет на происхождение озера Шалкар и природу Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 года.

Озеро Шалкар занимает обширную круглую котловину длиной 18 км и шириной 15 км в центре соляного массива. Средняя глубина озера 7 м, наибольшая -12 м. Озеро как бы зажато с севера и юга двумя островерхими меловыми горками Сантас и Сасай, являющимися приподнятыми бортами соляного купола. Гора Сасай возвышается над озером почти на 80 м. В своем основании гора сложена мощной соляной толщей кунгурского возраста (P_{1k}). На западном склоне горы имеются выходы песчаников. В ее окрестностях рассеяны многочисленные карстовые воронки округлой формы, заполненные водой. Склоны горы хорошо задернованы [5].

На Прикаспийской низменности встречаются и другие большие озера, например Эльтон, Баскунчак, Индерское. Такие озера, в силу засушливости климата, являются естественными испарителями; многие из них отличаются высокой минерализацией своих вод. Озера Эльтон и Баскунчак, с их колоссальными запасами солей, издавна используются для соледобычи. Их происхождение связано с карстовыми процессами, когда образование озерных котловин происходит в местах неглубокого залегания легкорастворимых горных пород (известняков, гипса, каменной соли и других). Необходимым условием для образования карстовых пустот на глубине в легкорастворимых породах является наличие тектонических разломов и их пересечений, а также циркуляция подземных вод по ним. Характерными признаками озерных котловин карстового происхождения являются их округлая форма и высокая минерализация солей в воде.

Солёное степное озеро Шалкар само по себе является загадкой для учёных. Его уровень повышается и понижается одновременно с Каспийским морем [6]. Это может говорить о связи подземных трещинных вод в проницаемых зонах тектонических разломов, соединяющих акватории озера Шалкар и Каспийского моря.

Район Шалкарского землетрясения расположен в северной части Прикаспийской впадины (рис. 6), где общая мощность чехла осадочных пород до кристаллического фундамента достигает 15 -18 км. Важная особенность разреза чехла – наличие мощной (до 3 – 4 км в первичном залегании) соленосной толщи кунгурского возраста (P_{1k}), разделяющей чехол на подсолевой и надсолевой структурно-формационные комплексы. Подсолевой комплекс пород включает вулканогенно-осадочные, терригенные и карбонатные отложения Венда-Рифея и нижнего палеозоя, а также преимущественно терригенно-карбонатные отложения верхнего палеозоя. Породы кристаллического фундамента представлены гранитоидами к периферии и базальтоидами ближе к центральной части Прикаспийской впадины (рис. 7).

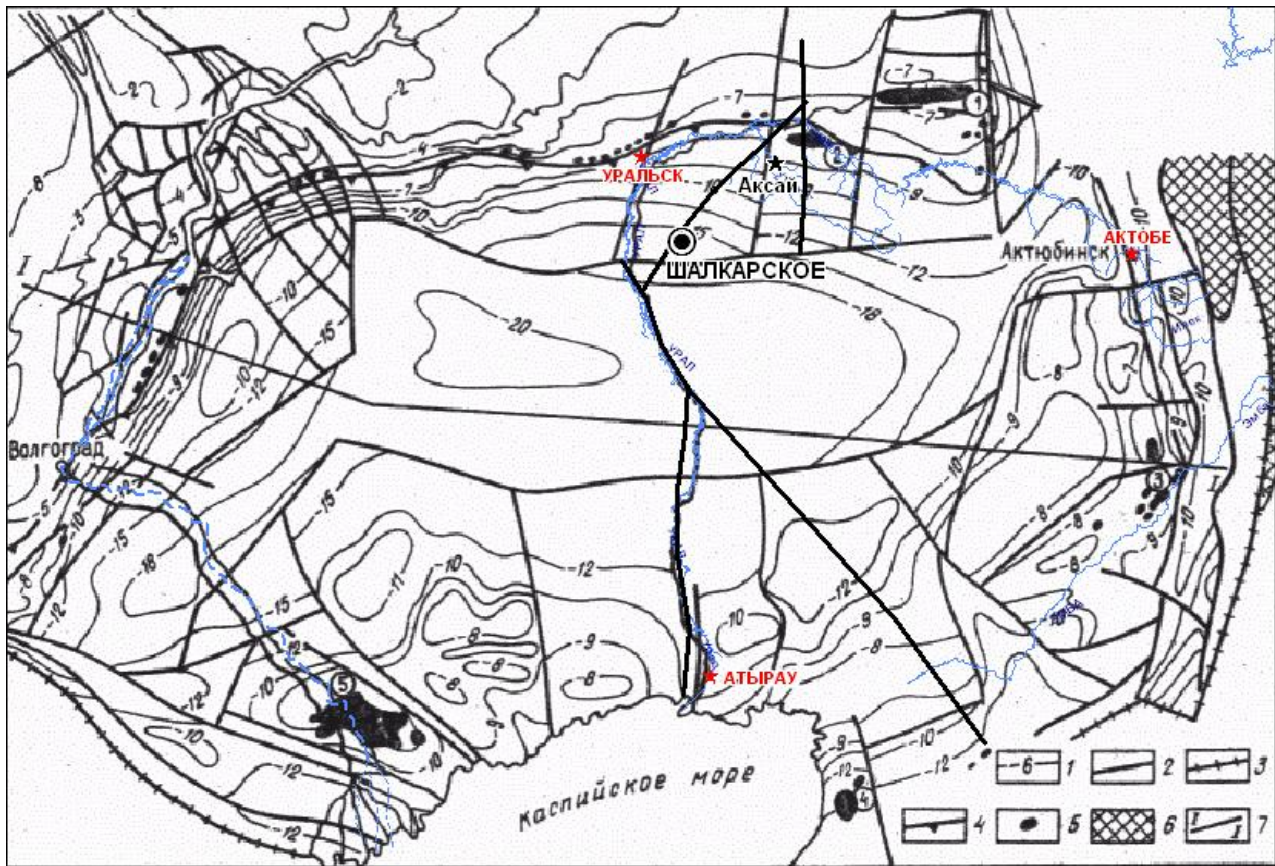


Рис. 6. Положение эпицентра Шалкарского землетрясения на схеме поверхности фундамента Прикаспийской впадины, составленной по Н. В. Неволину с дополнениями Б. А. Соловьёва [7]: 1 – изогипсы поверхности фундамента, км; 2 – разломы; 3 – тектонические швы; 4 – нижнепермский бортовой уступ; 5 – месторождения УВ (цифры в кружках): 1 – Оренбургское, 2 – Карачаганакское, 3 – Жанажольское, 4 – Тенгизское, 5 – Астраханское; 6 – выходы складчатых пород Урала; 7 – линия геологического профиля

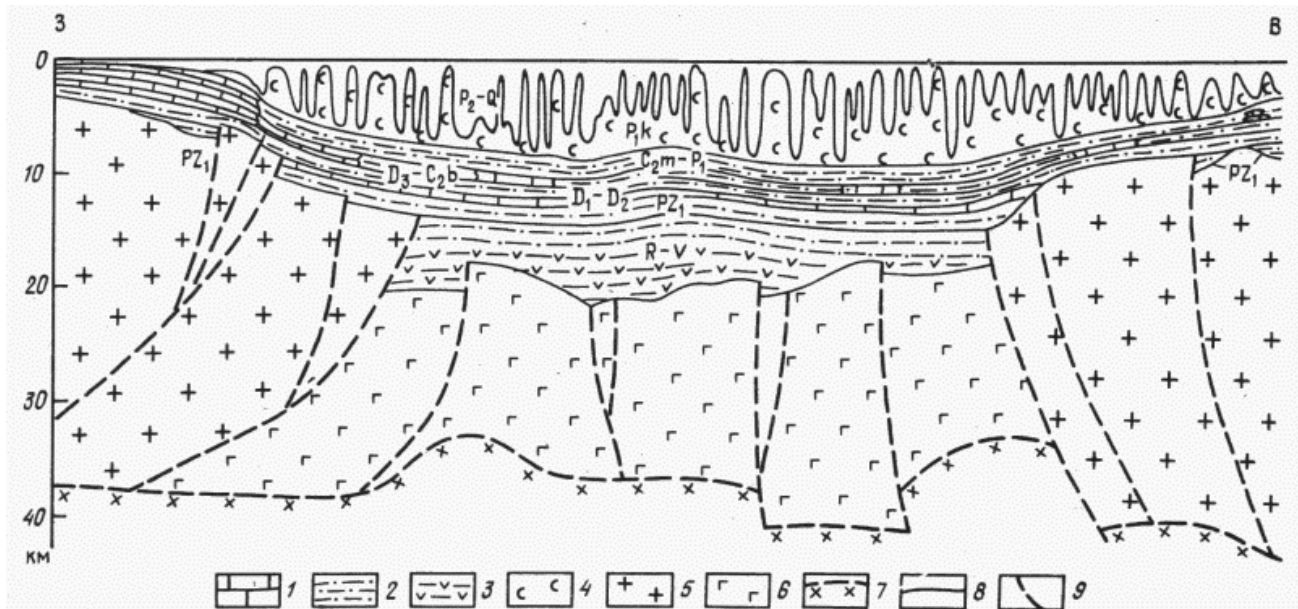


Рис. 7. Геологический профиль через Прикаспийскую впадину (по Б. А. Соловьёву [7]): Отложения: 1 – карбонатные, 2 – терригенные, 3 – эффузивно-терригенные, 4 – соленосные; комплексы пород: 5 – с граничной скоростью 6,2–6,5 км/с в гранитоидах, 6 – с граничной скоростью 6,7–7,1 км/с в базальтоидах; 7 – поверхность МОХО; 8 – геологические границы; 9 – глубинные разломы

Пластичная во времени соленосная толща имеет изменчивую мощность в связи с развитием в ней выдавливаемых крутых диапировых складок (диапиров и соляных куполов), протыкающих и раздвигающих надсолевой

комплекс пород. Надсолевой комплекс пород включает осадочные образования – песчаники, алевролиты, мел, гипсы и ангидриты, а также глинистые отложения. Надсолевой комплекс имеет сложное геологическое строение в связи с активным соляным диапиризмом [7]. Эпицентр Шалкарского землетрясения непосредственно совпадает с выходом на поверхность соляного купола с двумя малыми диапирами по краям с северной и южной стороны озера Шалкар в виде островерхих горок Сантас и Сасай высотой до 80 м.

Надо отметить, что по имеющимся геолого-геофизическим материалам прямого тектонического разлома, проходящего через озеро Шалкар, город Аксай и месторождение Карачаганак нет. При дешифрировании космических снимков LANDSAT устанавливается тектонический разлом, простирающийся через озеро Шалкар в СВ направлении, но проходящий в 20 км к северо-западу от месторождения Карачаганак. На схеме размещения верхне-палеозойских карбонатных массивов в северной части Прикаспийской впадины, составленной Б. А. Соловьёвым (1992 год), видно, что озеро Шалкар с эпицентром землетрясения и район нефтегазоконденсатного месторождения Карачаганак с близрасположенным городом Аксай приурочены к различным карбонатным массивам, между которыми проходит вышеотмеченный тектонический разлом. В районе эпицентра землетрясения наблюдается разнонаправленная сеть мелких тектонических нарушений второго порядка, сходящаяся к озеру Шалкар (рис. 8).

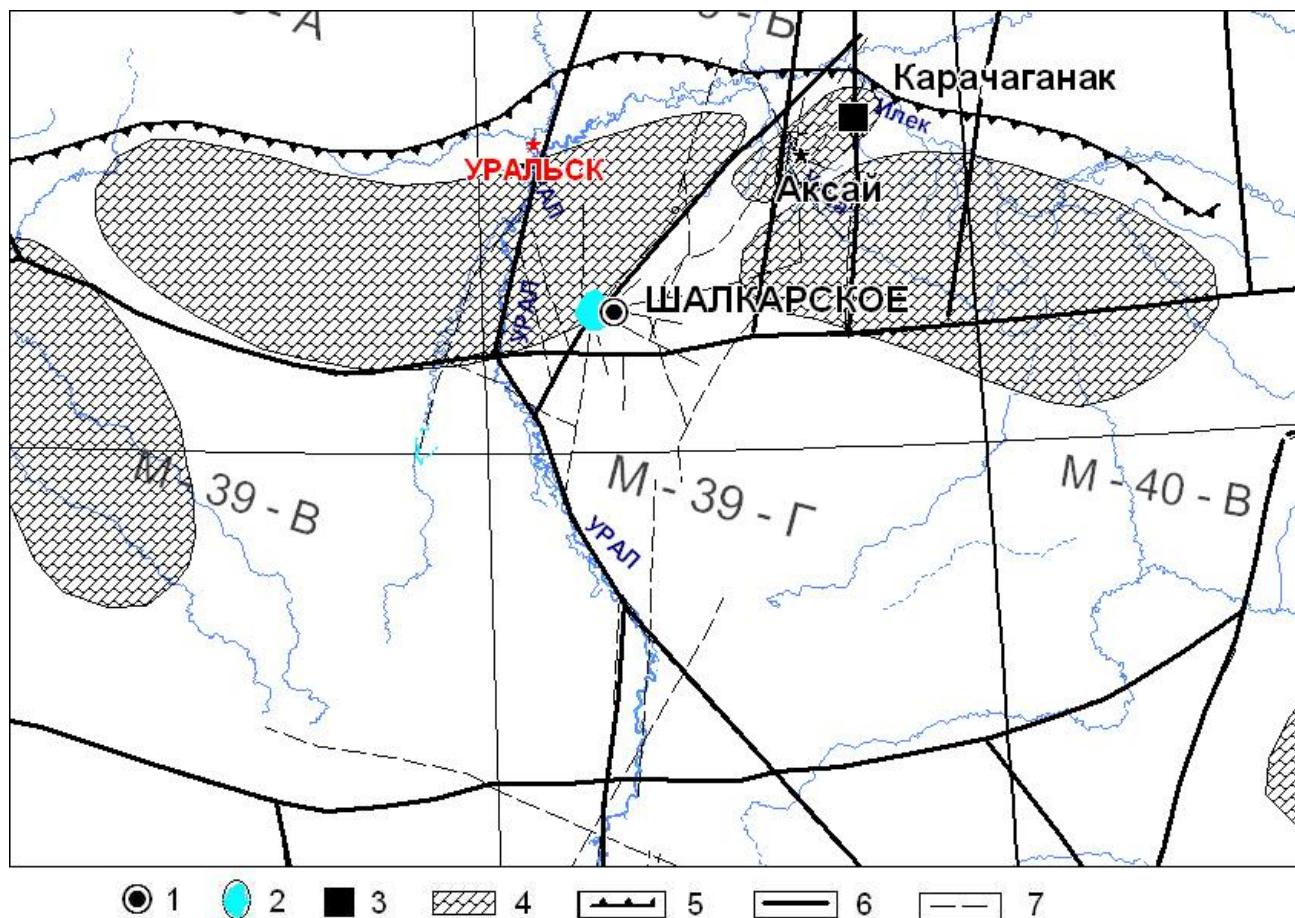


Рис. 8. Структурно-тектоническая схема северной части Прикаспийской впадины с размещением карбонатных массивов верхнего палеозоя (по Б. А. Соловьёву с дополнениями А. Е. Великанова по локальной тектонике в районе Шалкарского землетрясения): 1 – эпицентр землетрясения; 2 – озеро Шалкар; 3 – месторождение Карачаганак; 4 – карбонатные массивы; 5 – северный борт Прикаспийской впадины; 6 – тектонические разломы; 7 – мелкие тектонические нарушения

Посёлок Рыбцев, находившийся в эпицентре землетрясения 26.04.2008 с восточной стороны озера Шалкар, довольно серьёзно пострадал. В саманных домах образовались трещины в стенах, частично разрушены печи, осыпалась штукатурка и известь с потолков. 34 здания из 123 пострадавших строений признаны непригодными для жилья и подлежат сносу. О 50 домах следовало принять решение относительно капитального ремонта, либо сноса. Не подлежат восстановлению школа и мост... Ещё 7 мая жители посёлка Рыбцев отметили, что толчки повторяются до сих пор [2]. В связи с тем, что казахстанские сейсмологи сразу не смогли дать ответ относительно причин землетрясения и прогноза на будущее, администрация Западно-Казахстанской области решила не восстанавливать посёлок, жителей переселить в другие населённые пункты.

Летом этого же года 18 июля в том же месте произошло повторное землетрясение меньшей силы, которое также было зарегистрировано станциями НЯЦ РК и обработано совместно с другими станциями мира. В таблице 3 приведены уточненные параметры двух Шалкарских землетрясений 2008 года.

Сравнение уточнённых параметров основного и повторного землетрясений в районе озера Шалкар в Западном Казахстане

Дата	Время (GMT)	Широта	Долгота	Магнитуда, м б	Класс	Источник уточнённый
26.04.2008	13:14:58.7	50.56°	51.81°	5,1	11,1	NEIC - GS RAS - EMSC
18.07.2008	19:36:38.6	50.65°	51.79°	4,1	9,6	NEIC - KNDC

Приведённые материалы по сейсмическим и инфразвуковым характеристикам Шалкарского землетрясения, геологическому строению и тектоническим структурам района озера Шалкар свидетельствуют о его естественной тектонической природе. Установлено, что очаг землетрясения находился на небольшой глубине. Локальная система напряжений по данным о механизме очага говорит о преобладающих напряжениях растяжения, поскольку тип подвижки в очаге определен как сдвиго-сброс. Эти напряжения растяжения могут быть вызваны выпиранием диапировых структур соленосной толщи кунгурского возраста, сопровождаемым карстовыми процессами вымывания легкорастворимых пород на глубине в зоне тектонических разломов, насыщенных подземными водами. Общим региональным источником действующих напряжений, создающих давление окружающих пород на соленосную толщу, является постепенный длительный процесс метаморфизма, раскристаллизации и увеличения объёма нижних горизонтов обломочных пород мощного осадочного чехла Прикаспийской впадины, который также приводит к постепенному общему воздыманию дневной поверхности, включая и поверхность дна Каспийского моря. При активизации карстового процесса с образованием пустот и проседанием вышележащих толщ пород колебания уровня воды озера Шалкар должны осуществляться в сторону его кратковременного понижения, а при активизации соляного диапиризма – наоборот, в сторону его кратковременного повышения. Поэтому, при землетрясении и в последующий период проявления афтершоковой деятельности интересно было бы исследовать наряду с регистрацией сейсмического фона и изменение уровня воды в озере Шалкар.

Заключение

1. В соответствии с приведёнными сейсмическими, геологическими и тектоническими характеристиками исследуемого района авторы считают, что произошедшее 26 апреля 2008 года Шалкарское землетрясение является естественным тектоническим явлением, связанным с карстовым процессом и активным соляным диапиризмом. Данные по историческим землетрясениям, происходившим в этом районе, в том числе и до начала добычи углеводородов на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении, и имеющим сходные сейсмические характеристики механизмов очагов, также говорят в пользу естественной природы Шалкарского землетрясения.

2. Историческая сейсмичность и два последних события 2008 года в районе озера Шалкар свидетельствуют о том, что в исследуемом районе Западного Казахстана существует сейсмическая опасность, т.е. и в будущем здесь также могут происходить подобные землетрясения. Эта сейсмическая опасность должна быть детально изучена и учтена в картах сейсмического районирования Казахстана.

3. Вполне возможно влияние таких естественных тектонических землетрясений на возникновение техногенной сейсмичности на месторождениях добычи углеводородов, расположенных в том же районе, и наоборот. Для мониторинга сейсмической ситуации в Западном Казахстане необходимо создать дополнительную сеть стационарных сейсмических станций, особенно вблизи крупных объектов разработки углеводородного сырья.

Литература

1. <http://www.kz-today.kz>
2. ЛИТЕР - республиканская ежедневная газета РК за 7 мая 2008.
3. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Султанова Г.С. О сейсмической опасности Западного Казахстана // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: тез. докл. / Четвертая Международная конференция, Боровое, 14-18 августа 2006 г. - Курчатов: НЯЦ, 2006. С. 80 – 81.
4. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Султанова Г.С. Новые данные о сейсмичности Западного Казахстана // Тез. докл. на Седьмых геофизических чтениях им. Федынского В.В. Москва., 2005.
5. Шевченко К. Шалкарский контраст: Озеро Шалкар // Пульс.-2006.-6 июля.-с.7.
6. Киянский В. Шалкар – брат Каспия // Приуралье.-1994.-10 марта.
7. Соловьев Б. А. Этапы эволюции и нефтегазоносность осадочного чехла Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа 08'1992.