

УДК 550.34

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА

Михайлова Н.Н., Великанов А.Е.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

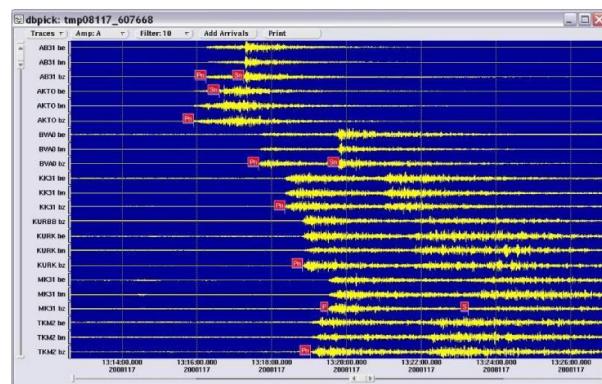
Анализируются сейсмические и инфразвуковые характеристики Шалкарского землетрясения, произошедшего в 2008 г. южнее г. Уральска в сопоставлении с историческими данными о сейсмичности Западного Казахстана. Приводятся геоморфологические, геологические и тектонические характеристики исследуемого района. Проведенный анализ позволил отнести Шалкарское землетрясение к естественным тектоническим явлениям, связанным с особенностями геологического строения района озера Шалкар, а именно, с карстовым процессом и активным соляным диапиризмом.

26 апреля 2008 г. 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 (г. Алматы) по результатам регистрации события станциями НЯЦ РК (рисунок 1, 2). Координаты эпицентра были помещены в сейсмическом бюллетене на веб-сайте Центра данных (www.kndc.kz) и переданы в Международные центры данных.

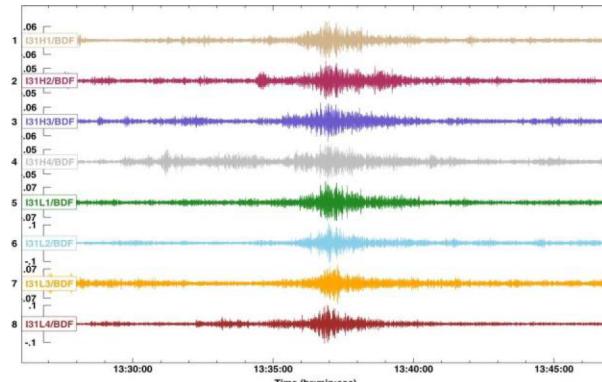
По оперативным данным эпицентр землетрясения определен в районе г. Уральск (рисунок 2). Уже этот факт привлек внимание сейсмологов, поскольку в этом районе землетрясения происходят очень редко. Поступившие вскоре сведения о том, что землетрясение ощущалось в г. Уральске [1], дали повод к детальному изучению произошедшего события. Были собраны сведения о параметрах землетрясения из различных источников (таблица 1): REB (Reviewed event bulletin) – обзорного сейсмического бюллетеня Международного центра данных Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, г. Вена; KNDC – Казахстанского национального центра данных (г. Алматы); EMSC – Европейского Средиземноморского сейсмологического центра, г. Париж; GSRAS – Центра данных Геофизической службы Российской Академии наук, г. Обнинск; NEIC (National Event Information Center) – каталога Геологической службы США).

Таблица 1. Шалкарское землетрясение 26.04.2008. Параметры события по различным оперативным данным

Дата	Время в очаге (GMT)	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	Магнитуда		Источник информации
					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



а – сейсмических (рисунок 2)



б – инфразвуковой IS31- Актюбинск

*Рисунок 1 Шалкарское землетрясение 26 апреля 2008 г.
Записи станций НЯЦ РК*

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА



1 – эпицентр Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 г.; 2 – сейсмические станции НЯЦ РК; 3 – инфразвуковая станция IS31-Актюбинск

Рисунок 2. Расположение станций НЯЦ РК и эпицентра Шалкарского землетрясения 26.04.2008г.

Изначально следовало ожидать, что решения других Центров будут точнее, чем полученные в Центре данных KNDC, поскольку станции НЯЦ РК имеют одностороннее расположение относительно эпицентра Шалкарского землетрясения. Однако следует отметить, что во всех решениях, полученных другими Центрами данных, в качестве исходных использовались и переданные им данные станций НЯЦ РК. Наиболее точным является решение NEIC, согласно которому эпицентр землетрясения 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 Рыбец Теректинского района, где интенсивность сотрясений составляла 6 баллов [2]. 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. Еще о 50 домах предстояло принять решение о капитальном ремонте или сносе. Не подлежали восстановлению школа и мост. Глубина очага землетрясения по данным разных международных сейсмологических центров определена до 10 км. В то же время землетрясение было четко зарегистрировано инфразвуковой станцией IS31-Актюбинск, что может косвенно свидетельствовать о неглубоком близповерхностном положении очага (до 3 км).

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

гов Казахстана «...землетрясение в Западно-Казахстанской области связано с работами, ведущимися на Караганакском нефтегазоконденсатном месторождении, которое находится в 140 км к северо-востоку от озера Шалкар. Месторождение Караганак расположено на одном из разломов, который тянется из России через г. Аксай и озеро Шалкар»... «по нашим предположениям, изменение пластового давления привело к тому, что этот тектонический разлом начал «играть» [2]. Добыча на Караганакском нефтегазоконденсатном месторождении начата в 1984 г., газ и конденсат экспортировались по трубопроводу длиной 130 км на Оренбургский нефтеперерабатывающий завод в Российскую Федерацию.

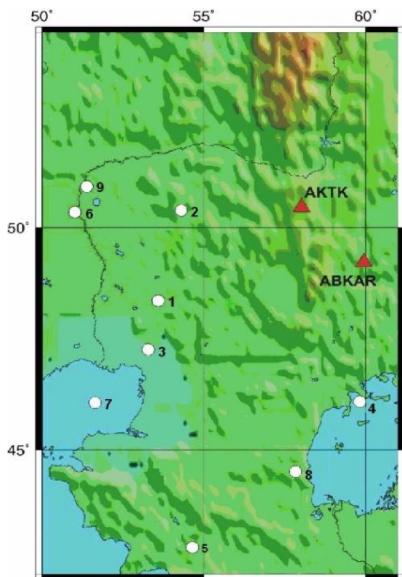
Для изучения ситуации были собраны и проанализированы исторические данные по землетрясениям в регионе из всех доступных источников. Данные позволили сделать вывод, что подобные землетрясения (только, может быть, более слабые) наблюдались в изучаемом районе и ранее, в том числе и до начала добычи углеводородов на Караганакском нефтегазоконденсатном месторождении. В [3,4] уже приводились сведения о том, что здесь имели место редкие землетрясения (таблица 2, рисунок 3).

Два события из приведенных в таблице 2: п. 6 (26.06.1976) и п. 9 (14.05.1989) имеют эпицентры, близкие к эпицентру землетрясения, произошедшего 26.04.2008 в районе озера Шалкар (рисунок 3). Для последних по времени землетрясений - 14.05.1989 и 26.04.2008 гг., - удалось собрать достаточное количество сейсмических записей и выполнить по ним определение механизма очагов (рисунок 4). Определения по совокупности данных станций разных сетей выполнены Н.Н.Полешко.

**К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ,
ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА**

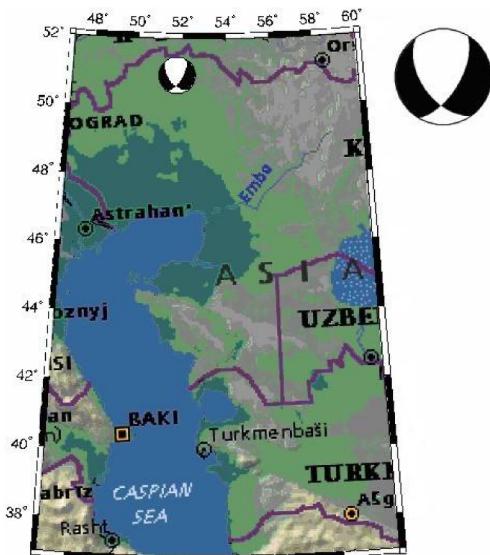
Таблица 2. Западный Казахстан. Исторические землетрясения по данным ISC, NEIC, REB

№№	Дата GTM (м/д/г)	Время (t_0) GMT	Координаты		Магнитуда (мв)	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, Уломов и др.	Узбекистан, западнее Арала
9	5/14/1989	11:46:56.0	50.87°	51.38°	4.5	ISC, NEIC	Казахстан, Прикаспийская низменность, южнее г. Уральска



Номер у кружка соответствует номеру события в таблице 2

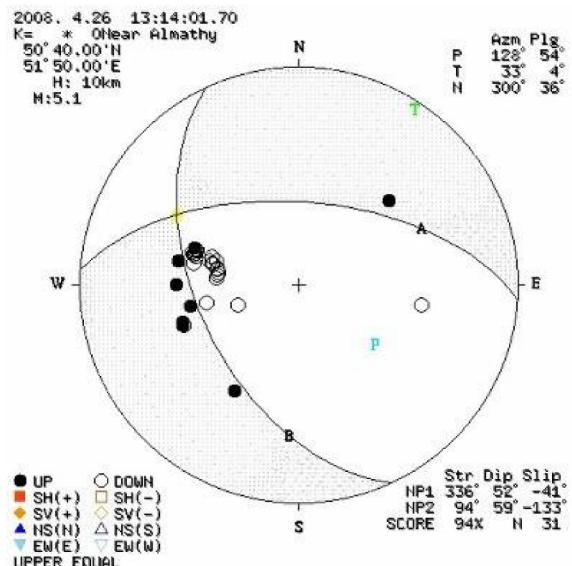
Рисунок 3. Западный Казахстан. Эпицентры исторических землетрясений (1974 – 1985 гг.)



a – 14.05.1989

Тип подвижек в очагах обоих землетрясений оказался одинаковым – сдвигово-сброс. Близки между собой и другие характеристики механизмов, что может свидетельствовать об одинаковой природе этих событий. При рассмотрении геоморфологических, геологических и тектонических характеристик исследуемого района выявлены факты, которые могут пролить свет на происхождение озера Шалкар и природу Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 г.

Озеро Шалкар занимает обширную круглую котловину в центре соляного массива длиной 18 км и шириной 15 км. Средняя глубина озера 7 м, наибольшая - 12 м. Озеро как бы зажато с севера и юга двумя остроконечными 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. Слоны горы хорошо задернованы [5].



б – 26.04.2008

Рисунок 4. К определению механизма очага землетрясений, произошедших южнее г. Уральска

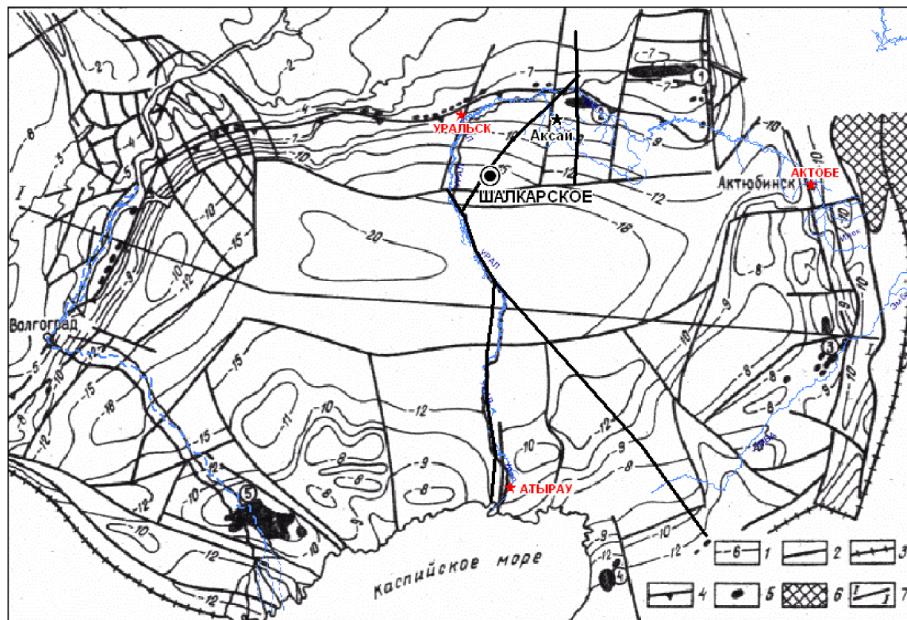
**К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ,
ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА**

На Прикаспийской низменности встречаются и другие большие озера, например, Эльтон, Баскунчак, Индерское. Такие озера, в силу засушливости климата, являются естественными испарителями; вода многих из них отличается высокой минерализацией. Озера Эльтон и Баскунчак с их колоссальными запасами солей издавна используются для соледобычи. Их происхождение связано с карстовыми процессами, происходящими в местах неглубокого залегания легкорастворимых горных пород (известняков, гипса, каменной соли и других пород). Необходимым условием для образования карстовых пустот на глубине в легкорастворимых породах является наличие тектонических разломов, их пересечений, а также циркуляция подземных вод по ним. Характерными признаками озёрных котловин карстового происхождения являются округлая форма и высокая минерализация солей в воде. Солёное степное озеро Шалкар до сих пор является загадкой для учёных. Его уровень повышается и понижается одновременно с Каспийским морем [6], что может говорить о связи подземных трещинных вод в проникаемых зонах тектонических разломов, соединяющих акватории озера Шалкар и Каспийского моря.

Район Шалкарского землетрясения расположен в северной части Прикаспийской впадины (рисунок 5), где общая мощность чехла осадочных пород, залегающих на кристаллическом фундаменте, достигает 15 - 18 км. Важной особенностью разреза

чехла является 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 (рисунки 5, 6).

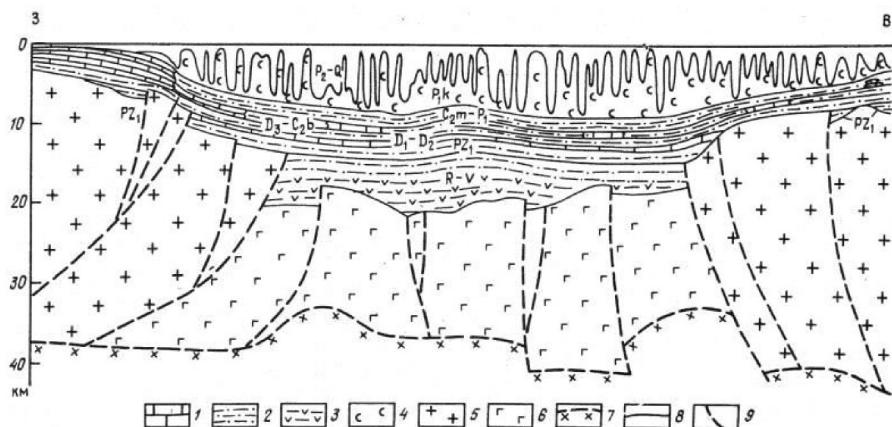
Пластичная во времени соленосная толща имеет изменчивую мощность в связи с развитием в ней выдавливаемых крутых диапировых складок (диапиров и соляных куполов), протыкающих и раздвигающихся надсолевой комплекс пород. Надсолевой комплекс пород включает осадочные образования – песчаники, алевролиты, мел, 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.



1 – изогипсы поверхности фундамента, км; 2 – разломы; 3 – тектонические швы; 4 – нижнепермский бортовой уступ;
5 – месторождения УВ (цифры в кружках); 1 – Оренбургское, 2 – Карабаганак; 3 – Жанажол; 4 – Тенгиз;
5 – Астраханское; 6 – выходы складчатых пород Урала; 7 – линия геологического профиля (рисунок 6)

Рисунок 5. Положение эпицентра Шалкарского землетрясения на схеме поверхности фундамента Прикаспийской впадины, составленной по Н. В. Неволину с дополнениями Б. А. Соловьёва [7]

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ,
ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА



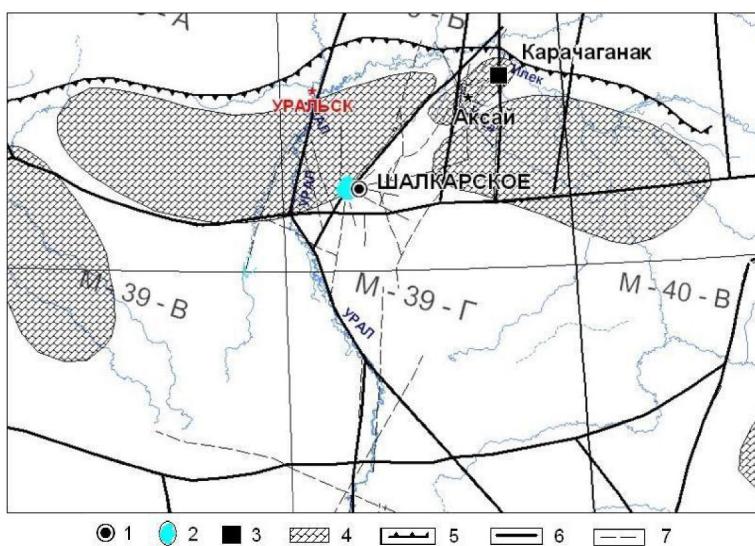
Отложения: 1 – карбонатные; 2 – терригенные; 3 – эфузивно-терригенные; 4 – соленосные; комплексы пород с граничной скоростью:
5 – (6,2 – 6,5 км/с) в гранитоидах, 6 – (6,7 – 7,1 км/с) в базальтоидах; 7 – поверхность МОХО;
8 – геологические границы; 9 – глубинные разломы

Рисунок 6. Геологический разрез через Прикаспийскую впадину (по Б. А. Соловьёву [7])

По имеющимся геолого-геофизическим материалам прямого тектонического разлома, проходящего через озеро Шалкар, город Аксай и месторождение Караганак, не обнаружено. При дешифрировании космических снимков LANDSAT установлен тектонический разлом, простирающийся через озеро Шалкар в северо-восточном направлении, но проходящий в 20 км к северо-западу от месторождения Караганак. На схеме размещения верхнепалеозойских карбонатных массивов в северной части Прикаспийской впадины, составленной Б. А. Соловьёвым (1992 г.), видно, что озеро Шалкар с эпицентром землетрясения и район нефтегазоконденсатного месторождения Караганак 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 (рисунок 7).

Ещё 7 мая жители посёлка Рыбец отмечали, что толчки повторяются [2]. Летом этого же года, 18 июля, в том же месте произошло повторное землетрясение, но 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 г.



1 – эпицентр землетрясения; 2 – озеро Шалкар; 3 – месторождение Караганак; 4 – карбонатные массивы;
5 – северный борт Прикаспийской впадины; 6 – тектонические разломы; 7 – мелкие тектонические нарушения

Рисунок 7. Структурно-тектоническая схема северной части Прикаспийской впадины с карбонатными
массивами верхнего палеозоя (по Б. А. Соловьёву, с дополнениями локальной тектоники
в районе Шалкарского землетрясения по А. Е. Великанову)

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ШАЛКАРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ПРОИЗОШЕДШЕГО В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ 26 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА

*Таблица 3. Район озера Шалкар в Западном Казахстане Сравнение
уточнённых параметров основного и повторного землетрясений*

Дата	Время (GMT)	Широта	Долгота	Магнитуда, мв	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

Проведенный анализ материалов по сейсмическим и инфразвуковым характеристикам Шалкарского землетрясения, геологическому строению и тектоническим структурам района озера Шалкар позволили сделать вывод о его естественной тектонической природе. Установлено, что очаг землетрясения находился на небольшой глубине. Локальная система напряжений по данным о механизме очага свидетельствует о преобладающих напряжениях растяжения, поскольку тип подвижки в очаге определен как сдвигосброс. Эти напряжения растяжения могут быть вызваны выпирианием диапировых структур соленосной толщи кунгурского возраста, сопровождаемым карстовыми процессами: вымыванием 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 в объеме нижних горизонтов обломочных пород мощного осадочного чехла Прикаспийской впадины, который также приводит к постепенному общему вздыманию 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 происходить в сторону его кратковременного понижения, а при активизации соляного диапиризма – наоборот, в сторону его кратковременного повышения. К сожалению, непосредственно вблизи озера Шалкар сейсмические станции отсутствуют, они не были выставлены также и после землетрясения для регистрации афтершоков и изучения процессов в очаговой области. Сейсмические наблюдения желательны здесь для регистрации сейсмического фона с одновременным наблюдением за изменением уровня воды в озере Шалкар.

ЛИТЕРАТУРА

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В соответствии с приведёнными сейсмическими, геологическими и тектоническими характеристиками исследуемого района авторы считают, что произошедшее 26 апреля 2008 г. 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 Караганакском 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 г. в районе озера Шалкар свидетельствуют о том, что в исследуемом районе Западного Казахстана существует реальная сейсмическая опасность. 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.

**2008 Ж. СӘУІРДІң 26-СЫНДА БАТЫС ҚАЗАҚСТАНДА БОЛҒАН
ШАЛҚАР ЖЕРСІЛКІНУІНІң ТЕГІ МӘСЕЛЕСІНЕ**

Михайлова Н.Н., Великанов А.Е.

КР ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Алматы, Қазақстан

Уральск қаласынан оңтүстікке қарай 2008 ж. болған Шалқар жерсілкінуінің сейсмикалық және инфрадыбыстық сипаттамалары Батыс Қазақстанның сейсмикалығы туралы тарихи деректерімен салыстыра талданылған. Зерттелудегі ауданның геоморфологиялық, геологиялық және тектоникалық сипаттамалары келтірілген. Жұргізілген талдауы, Шалқар жерсілкінуін Шалқар көлінің геологиялық құрылышының ерекшелітерімен, атап айтқанда, карст процесстерімен және белсенді тұзды диапоризімен, байланысты табиғи тектоникалық оқиғаларына жатқызуына мүмкіндік берген.

**TO THE ISSUE OF THE NATURE OF SHALKAR EARTHQUAKE
HAPPENED IN THE WEST OF KAZAKHSTAN IN APRIL 26, 2008**

N.N. Mikhailova. A.Ye. Velikanov

Institute of Geophysical Research NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

Seismic and infrasound features of Shalkar earthquake dated 2008 to the south of Uralsk city in comparison with background information on western Kazakhstan seismicity are analyzed. Geomorphology, geology and tectonic characteristics of the instigated area are used. Conducted analysis allowed referring Shalkar earthquake to natural tectonic phenomena, related to the peculiarities of geology structure of Shalkar lake, namely karst processes and active salt diapirism.