

УДК 550.343.9:551.24:551.240

Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А.,  
Камчыбеков Ы.П., Чаримов Т.А.  
Институт сейсмологии НАН КР,  
г.Бишкек, Кыргызстан

### ДЖУМГАЛЬСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 9 АПРЕЛЯ 2011 ГОДА

**Аннотация:** В работе приведены данные по геолого-тектонической ситуации Джумгальской впадины, исторической сейсмичности района исследования, результаты макросейсмического обследования эпицентральной области Джумгальского землетрясения.

**Ключевые слова:** землетрясение, сейсмичность, эпицентральной зона, интенсивность землетрясения.

### 2011-ЖЫЛДЫН 9-АПРЕЛИНДЕГИ ЖУМГАЛ ЖЕР ТИТИРӨӨСҮ

**Кыскача мазмуну:** Аталган иште Жумгал ойдуңундагы геология-тектоникалык кырдаал боюнча, изилдөө районунун тарыхый сейсмикалуулугу, Жумгал жер титирөөсүнүн эпиборбордук областын макросейсмикалык изилдөөнүн жыйынтыктары боюнча маалыматтар келтирилген.

**Негизги сөздөр:** жер титирөө, сейсмикалуулук, эпиборбордук зона, жер титирөөнүн интенсивдүүлүгү.

### ZHUMGAL EARTHQUAKE OF APRIL, 9, 2011

**Abstract:** The data on geological and tectonic conditions of the Zhumgal cavity, historical seismicity of its area, and results of the macroseismic investigation of the Zhumgal earthquake epicentral zone are presented in the paper.

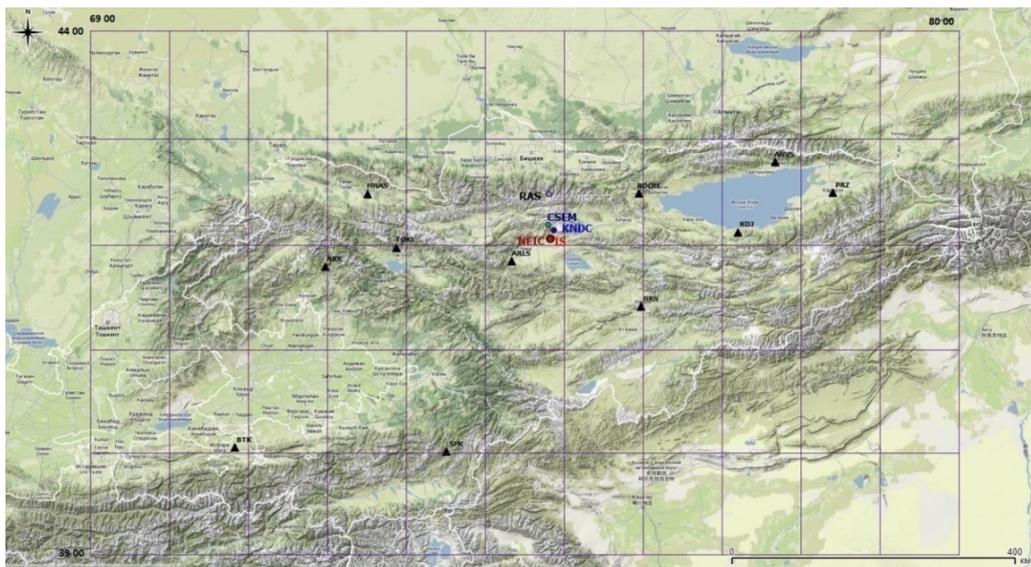
**Keywords:** earthquake, seismicity, epicentral zone, earthquake intensity

Джумгальское землетрясение 9 апреля 2011 года было зафиксировано многими сейсмическими станциями мира. Данные о землетрясении введены в сейсмические каталоги сейсмологических служб разных стран (таблица 1).

Таблица 1.

Название	Дата	Время	Широта	Долгота	Н, км	M <sub>pv</sub>	ML	mb	M <sub>w</sub>	К
ИС НАН КР	2011-04-09	12:30:24.81	42.06	74.822	16.0	5.14	4.57		4.6	11.6
NEIC	2011-04-09	12:30:25	42.067	74.819	14.4			4.9		
CSEM-EMSC	2011-04-09	12:30:27.0	42.20	74.79	20.0	4.8		4.8		
ГС РАН	2011-04-09	12:30:28.0	42.49	74.80	20.0			4.8		
KNDC (КНЦД)	2011-04-09	12:30:25.36	42.143	74.8636	5.0	4.8		5.2		11.4

Джумгальское событие зарегистрировано сейсмическими станциями сетей KNET и KRNET (ИС НАН КР) Кыргызстана. Карта расположения сети KRNET показана на рисунке 1, где указаны и локация эпицентра этого землетрясения по данным разных сейсмологических служб.



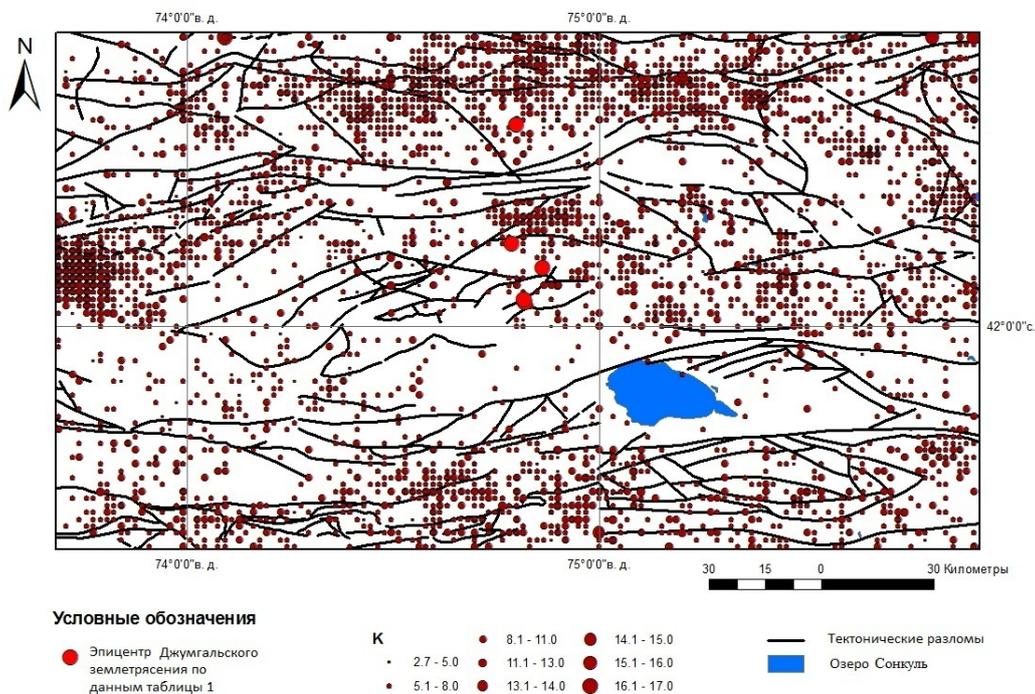
**Рисунок 1.** Карта расположения сейсмических станций сети KRNET (ИС НАН КР) и локации эпицентра землетрясения по данным разных сейсмических служб мира. Чёрные треугольники – сейсмические станции сети KRNET (ИС НАН КР); IS – Институт сейсмологии НАН КР; RAS – Геофизическая служба РАН; KNDC – Казахский национальный центр данных; CSEM - Европейский Средиземноморский сейсмологический центр; NEIC – Геологическая служба США.

Один из основных параметров землетрясения - это величина энергетического класса и магнитуда, характеризующая энергию сейсмического события. В таблице 2 приведены некоторые параметры землетрясения, в том числе энергетический класс и магнитуда сейсмического события, зарегистрированные 21 сеймостанциями сетей KNET и KRNET (ИС НАН КР). По данным сеймостанций сети KRNET средняя величина энергетического класса соответствует  $K=11.6$  с нижним значением от 11.29 до 12.52 - верхним пределом. Магнитуда определялась по амплитуде Р- волны ( $M_{pv}$ ). Среднее значение составило  $M_{pv}=5.14$ ; разброс отдельных значений довольно велик - от величины 4.8 до 5.6.

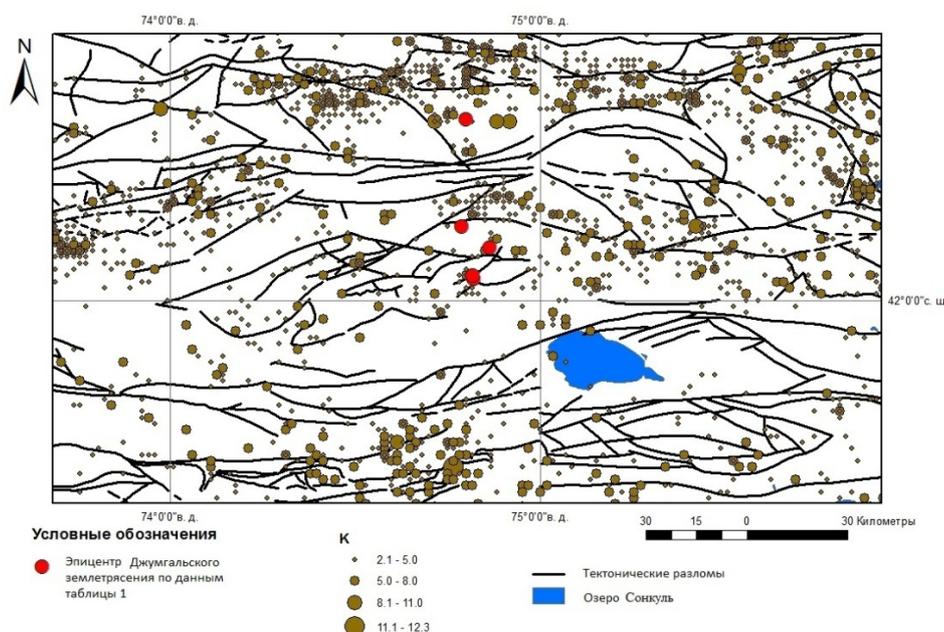
Таблица 2.

Название станций	Код станций	Координаты станций		Эпицентральное расстояние	К	$M_{pv}$	ML	Сейсмометры	Дигитайзеры
		Широта	Долгота						
Арал	arls	41.854440	74.328890	45.9	11.69	5.3	4.4	CMG-3ESP	DM24
Боом	boom	42.492220	75.942220	103.9	11.8	4.8	4.3	CMG-3ESP	DM24
Нарын	nrn	41.422220	75.970000	119.7	11.55	5.4	4.1	CMG-3ESP	DM24
Токтогул	tokl	41.983330	72.868060	162.3	12.3	5.6	4.8	CMG-3ESP	DM24
Каджи-Сай	kdj	42.127220	77.194440	195.2	11.43	4.9	4.4	CMG-3ESP	DM24
Манас	mnas	42.489440	72.506670	196.6	11.29	5.5	4.2	CMG-3T	DM24
Аркит	ark	41.800000	71.966670	237.8	11.43	5.1	4.5	CMG-3ESP	DM24
Ананьево	anvs	42.786110	77.667220	246.9	12.52	5.3	5.2	CMG-3ESP	DM24
Суфи-Курган	sfk	40.016670	73.502500	252.3	11.36	4.8	4.5	CMG-3ESP	DM24
Каракол	prz	42.500000	78.400000	298.7	11.33	4.9	4.6	CMG-3T, CMG-5T	DM-24
Баткен	btk	40.057500	70.818050	403	11.43	5.1	4.8	CMG-3T, CMG-5T	DM24

Из рисунка 2 видно, что значительное скопление эпицентров исторических землетрясений за время с 1475 г. по 9 апреля 2011 г. находится к северо-востоку от эпицентра произошедшего Джумгальского землетрясения. Небольшое разрозненное сгущение эпицентров землетрясений наблюдается также в восточном и юго-восточном направлениях от него. Эпицентр данного землетрясения «попадает» в полосу скоплений слабых и ощутимых землетрясений северо-восточного и юго-восточного направлений.



**Рисунок 2.** Карта-схема исторических землетрясений с  $K \geq 2.7$  с 1475 г. по 9 апреля 2011 г. на ближайшей территории к эпицентру Джумгальского землетрясения. К – энергетический класс землетрясения. Авторы: Камчыбеков М.П. и др.



**Рисунок 3.** Карта-схема расположения эпицентров землетрясений с  $K \geq 2.1$  с 9 апреля 2011 г. по 30 июня 2015 г. на ближайшей территории к эпицентру Джумгальского землетрясения. К – энергетический класс землетрясения. Авторы: Камчыбеков М.П. и др.

За период после даты его происхождения также характерно сгущение эпицентров сейсмических событий в районе к северо-востоку, востоку и юго-востоку от места происхождения землетрясения (рисунок 3), т.е. картина распределения эпицентров землетрясений за период после данного сейсмического события повторяет предыдущую.

В таблице 3 приведён каталог сильных сейсмических событий, произошедших на ближайшей к эпицентру Джумгальского землетрясения одноимённой территории с энергетическим классом  $K \geq 12$  [3,4,9]. На рисунке 4 представлена карта-схема местоположения этих сильных землетрясений. Из карты видно, что вблизи эпицентра Джумгальского землетрясения произошло несколько ощутимых землетрясений с  $K=12$ . Небольшое скопление таких землетрясений отмечается немного южнее: Дюрбельджинское 1954 с магнитудой  $M=5.4$ ; Кавакское 1957 с  $M=4.8$ ; Сонкульские землетрясения 1958 г. и 1965 г. с магнитудами  $M=5.2$  и  $M=5.1$  соответственно, и западнее произошло Суусамырское землетрясение 1992 г. с магнитудой  $M=7.5$ .

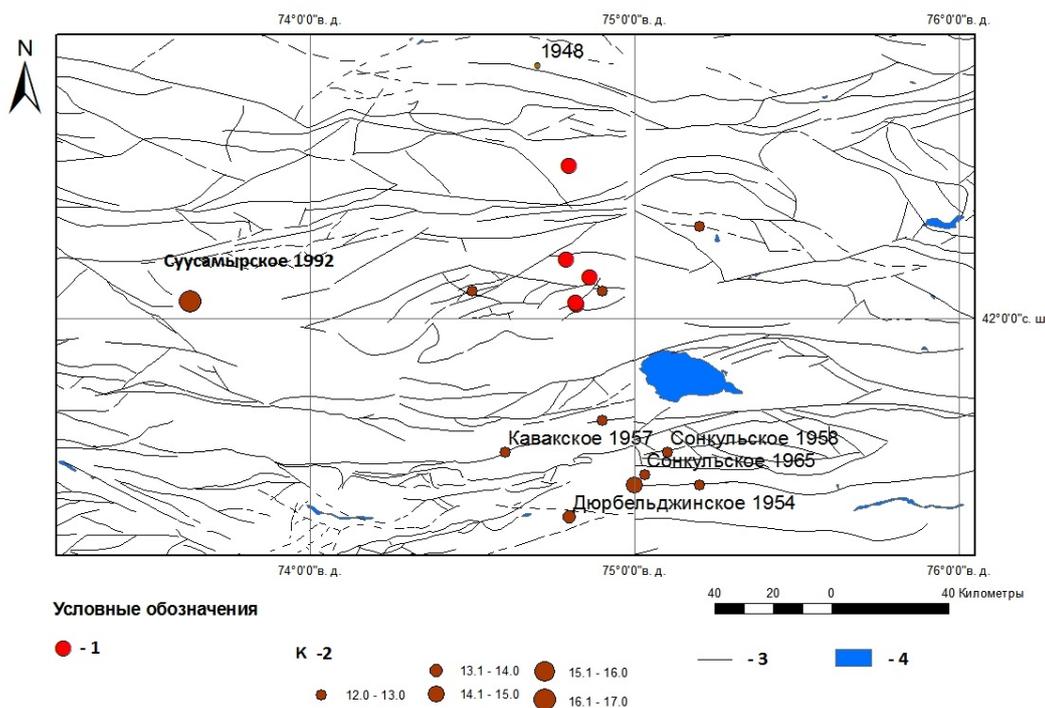
Таблица 3.

Год	Месяц	День	Час	Мин	Сек	Широта	Долгота	Н, км	К	M <sub>h</sub>	Название
1907	3	11	1	34	0.0	41.50	75.00	20	14.1	5.6	
1928	12	15	14	54	18.0	42.10	74.90	15	12.6	4.7	
1931	12	21	2	28	0.0	41.70	74.90		12.0	4.4	
1935	12	23	12	58	0.0	42.30	75.20		12.0	4.4	
1937	1	19	13	40	34.0	42.10	74.50	5	12.5	4.7	
1948	12	14	16	2	49	42.80	74.70	20	13	5.0	
1954	12	3	21	38	16.0	41.40	74.80	15	14.0	5.4	Дюрбельджинское
1957	5	8	14	24	34.0	41.60	74.60	7	13.0	4.8	Кавакское
1958	10	13	8	58	13.0	41.60	75.10	12	13.0	5.2	Сонкульское
1961	12	3	9	32	25.0	41.50	75.20	15	12.0	4.5	
1965	9	25	15	47	56.0	41.53	75.03	25	13.0	5.1	Сонкульское
1992	8	19	2	4	36.0	42.07	73.63	20	17.0	7.5	Суусамырское

#### Краткое геологическое описание Джумгальской впадины.

Джумгальская впадина с северо-запада окаймляется горами Сары-Камыш и хребтом Ойгаинг, с севера - Джумгальским хребтом, с юга - горами Каратеке, Кавак-Тоо и с юго-востока - горами Балыкты. На западе депрессия переходит в воздымающиеся горы Сары-Камыш, а к северо-востоку через перевал Кызарт и Чаарча соединяется с Кочкорской внутригорной впадиной. Главная река впадины р. Джумгал, образована слиянием рек Кызарт и Базар-Турук.

Как и во всех новейших впадинах Северо-Восточного Тянь-Шаня, мезозойские отложения практически отсутствуют. Кайнозойские отложения начинаются коктурпакской свитой эоценового [12] или позднемерелового-эоценового возраста [2]. Они представлены продуктами размыва и переотложения мезозойской аллитной коры выветривания, с чем связан её красный цвет, и хемогенным и известково-мергелистыми осадками доорогенного комплексов, образованного ещё при субплатформенном режиме. Отложений коктурпакской свиты в самой Джумгальской впадине не установлены, так как она сформировалась позже - в позднем олигоцене. С этого времени во впадинах Тянь-Шаня формируется молассовый комплекс, который вблизи представлен киргизской свитой. Она обнажается по северному борту впадины [11], представлена грубослоистыми полимиктовыми песчаниками, алевролитами, гравелитами и линзами конгломератов и конгломерато-брекчий общей мощностью от десятков до 300 м (рисунок 5).



**Рисунок 4.** Карта расположения ближайших к эпицентру Джумгальского землетрясения сильных исторических землетрясений. 1 – эпицентры Джумгальского землетрясения 9 апреля 2011г по данным разных геофизических служб; 2 – энергетический класс; 3 – линии тектонических разломов; 4 – озеро Сонкуль. Авторы: Камчыбеков М.П. и др.

Без видимого несогласия киргизская свита перекрывается миоцен-плиоценовыми ( $N_{1-2}$ ) отложениями, которые местами, с резким угловым несогласием ложатся на каледониды; последние в горном обрамлении Джумгальской впадины состоят преимущественно из гранитоидных массивов (рисунок 5).

Миоцен-плиоценовые отложения представлены светло-серыми (белёсыми) и палевыми глинами, образованными в условиях подпрудного озера с прослоями и линзами галита, гипса, тенардита, глауберита [12], мощностью от сотен до 2000 м. Нижняя граница этих отложений устанавливается между средним и верхним миоценом, верхняя - между средним и верхним плиоценом.

Разрез кайнозойской молассы венчается шарпылдакской свитой, представленной грубыми валунно-галечными конгломератами палево-серого цвета с прослоями и линзами плотных песчаников, которые тяготеют к южной половине впадины. В средней части впадины шарпылдакская свита согласно перекрывает миоцен-плиоценовые отложения, а по южному пологому борту она ложится непосредственно на пенеплен, выработанный на каледонском основании. Возраст шарпылдакской свиты одними исследователями датируется поздним плиоценом, другими – поздним плиоценом-ранним плейстоценом. Мощность шарпылдакской свиты колеблется от десятков до 200 м.

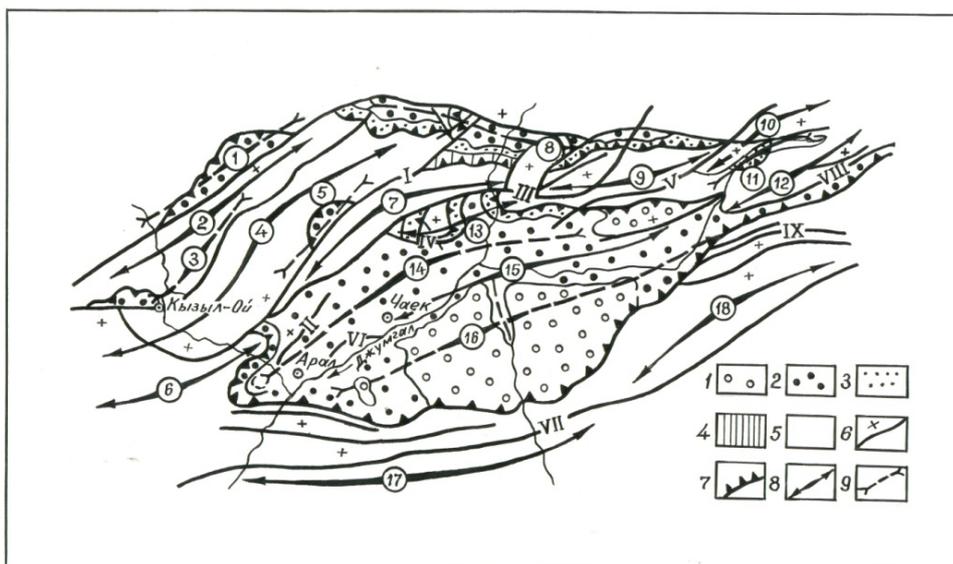
Нижний отдел четвертичных отложений отнесён к верхам шарпылдакской свиты. Его кровля является вершинной поверхностью кайнозойской молассы, или остатком аллювиально-пролювиальной равнины ранне-четвертичного времени. Она соответствует VII региональной террасе. Более молодые четвертичные отложения среднего, позднего плейстоцена и голоцена представлены развитыми во впадине речными террасами, пролювиальными конусами выноса (или субаэральными дельтами) и другими коррелятивными образованиями, которые связаны с особенностями геоморфологического строения долины.

В геоморфологическом строении Джумгальской впадины и её горного обрамления выделяются две области: преимущественно аккумулятивного рельефа, развитого во впадине, и преимущественно эрозионно-денудационного рельефа, развитого в горном обрамлении.

Джумгальская впадина и её горное обрамление имеют складчатый характер новейших структурных форм. В этом районе отмечаются либо складки в “чистом виде”, т.е. без осложнения их разрывами, либо глыбовые складки, в которых разрывная составляющая не превышает 50%.

Джумгальская впадина, имеющая эллиптическую форму в плане, является типичной брахисинклинальной мегаструктурой с размерами 60км на 25км при пологом южном и крутом северном крыльях. В средней части, вдоль долины р. Джумгал, она усложнена Срединной антиклиналью, которая делит её на Северо-Джумгальскую и Южно-Джумгальскую синклинали [11].

Северо-Джумгальская синклиналь вытянута широтно вдоль северного борта Джумгальской долины. Южно-Джумгальская синклиналь представлена полого падающим к северу пенепленом, выработанным преимущественно на породах гранитоидного ряда.



**Рисунок 5.** Геолого-структурная карта Джумгальской впадины и её горного обрамления (составлена К.Е. Абдрахматовым, А.М.Корженковым, И.Н.Лемзиным, О.К. Чедия [1]). Отложения: 1-верхнеплиоцен-нижнеплейстоценовые; 2 - плиоцен-миоценовые; 3 - верхнеолигоцен-нижнемиоценовые; 4 - верхнемеловые-эоценовые; 5 - домезозойские без расчленения; 6 - разрывы (знаком “+” обозначено поднятое крыло); 7 - подстилающий пенеплен; 8 - оси антиклиналей; 9 - оси синклиналей.

Перечень структурных форм. Глыбовые складки: 1 - Ойгаинская гр-ск; 2 - Ойгаинская гт-ат; 3 - Кызылойская гр-ск; 4 - Бурундинская гт-ат; 5 - Минтекинская гр-ск; 6 - Каракунгейская ат; 7 - Супинская гт-ат; 8 - Окторкойская гр-ск; 9 - Бозалаташская ат; 10 - Сандыкская ат; 11 - Кельдысуйская гр-ск; 12 - Чаарчинская гт-ат; 13 - Сарыбулакская брт; 14 - Северо-Джумгальская ск; 15 - Средне-Джумгальская ат; 16 - Южно-Джумгальская ск; 17 - Молдотооская МГА; 18 - Сонкельская ск. Новейшие разломы: I – Кугандинский; II – Чонарыкский; III – Тюгельсайский; IV – Сарыбулакский; V – Бозалаташский; VI – Центрально-Джумгальский; VII – Южно-Джумгальский; VIII – Чаарчинский; IX - Базартурукский. Принятые сокращения: МГА – мегантиклиналь; ск - синклиналь, атантиклиналь; гр-ск – грабсинклиналь; гт-ат – горстантиклиналь; брт - брахиантиклиналь.

Большую роль в формировании новейших структур района играет и вертикальная составляющая, на что указывают градиенты скоростей вертикальных тектонических движений. Максимальные величины градиентов  $(1-4) \cdot 10^{-8}$  характерны для юго-востока и

востока впадины, минимальные  $(3-5) \cdot 10^{-9}$  – для центральной её части. Абсолютный максимум градиентов скоростей за неоген-четвертичное время составляет  $(2-4) \cdot 10^{-8}$ . По А.К.Трофимову [13], в пределах Северного Тянь-Шаня.

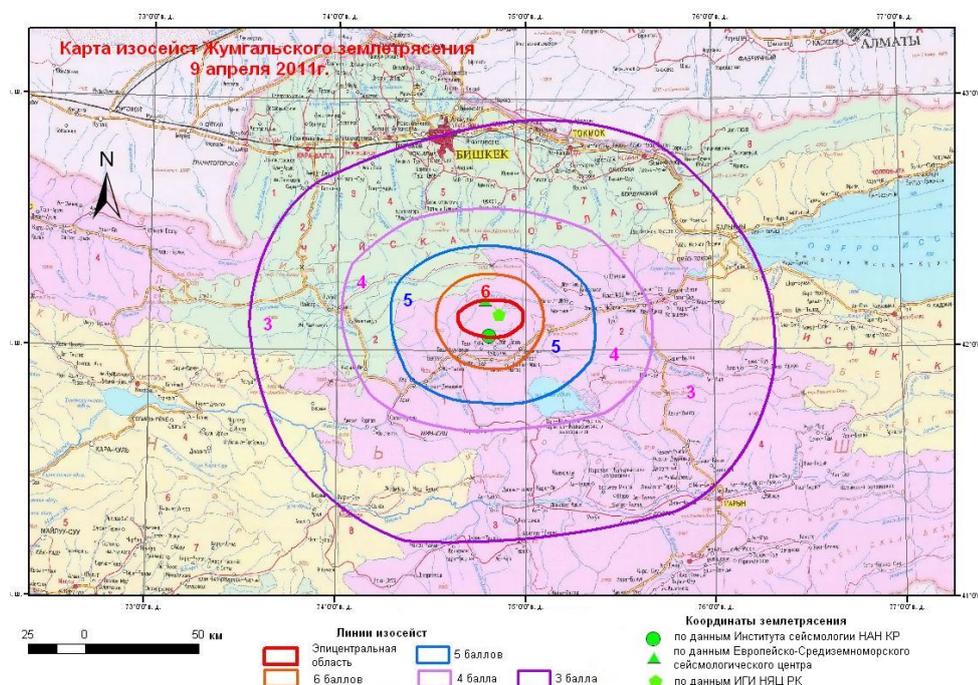
Согласно карте сейсмического районирования территории Кыргызской Республики 2011 года, Джумгалская впадина относится к территории, в пределах которой ожидаемый сейсмический эффект составляет 9 баллов. Здесь, главным образом, в северном и северо-западном обрамлении впадины, а также в центральной части мегаструктуры, вдоль долины р. Джумгал, обнаружен ряд палеосейсмодислокаций, которые можно сгруппировать в 3 группы: сеймотектоническую, гравитационно-сеймотектоническую и гравитационную. Интенсивность сотрясения в пределах Джумгалской впадины в историческом прошлом значительно превышала 7 баллов [6,8], что не противоречит новой карте сейсморайонирования территории нашей Республики.

По данным макросейсмического обследования Джумгалского землетрясения построена карта изосейст, представленная на рисунке 6.

В шестибалльную зону вошли сёла: Тюгель-Сай, Баш-Кууганды, Таш-Дебе, Лама, Куйручук, Кызыл-Эмгек, Жаны Арык, Кызарт, Джумгал.

Пятибалльная область включает населённые пункты: Кок-Ой, Кызыл-Джылдыз, Чаек, Ак-Татыр, Байзак, Мантыш, Кызыл-Дебе, Ден-Алыш, Комсомол.

5 - балльная плейстосейстовая область Джумгалского землетрясения включает северо-восточную часть одноимённой впадины. Обследование эпицентральной области не выявило каких-либо признаков остаточных деформаций в грунте в виде трещин, камнепадов или обвалов на склонах гор. В селениях обследуемой территории, застроенных преимущественно глинобитными домами типа «сокмо» и из сырцовый кладки [5,7], отмечены значительные трещины в углах сопряжения стен, оконных и дверных проёмах, обрушение дымоходных труб, печей, разрушение связей между отдельными частями дома, большие сквозные трещины в несущих стенах и даже прогибание их с видимым наклоном (рисунок 7).



**Рисунок 6.** Карта изосейст Джумгалского землетрясения 9 апреля 2011 г. Авторы: Камчыбеков М.П. и др.



а)



б)

**Рисунок 7.** Типичные повреждения в глинобитных домах типа «сокмо» и из сырцовой кладки: а – значительные трещины в углах сопряжения стен; б - большие сквозные трещины в несущих стенах.

Повреждения такого уровня относятся к III степени тяжести - сильные повреждения по макросейсмической шкале MSK-64, EMS-98 [9,14]. Все саманные дома и дома из сырцовой кладки получили серьезные повреждения, соответствующие III и даже IV степени по шкале MSK-64. Наименьшие повреждения получили постройки, в которых были предусмотрены антисейсмические мероприятия в виде замоноличенных обвязок деревянных и железобетонных перекрытий, обеспечивших совместную работу всех конструкций дома.

Авторы работы благодарят Центр обработки данных ИС НАН КР за предоставленные материалы, а также инженера Айдыралиева Б. за участие в макросейсмическом обследовании и водителя Дуйшеналиева С. за доставку до места назначения.

*Рецензент: доктор, ф.-м.-н. Погребной В.Н.*

### Литература

1. Абдрахматов К.Е., Корженков А.М., Лемзин И.Н., Чедия О.К. Джумгальская внутригорная впадина в новейшей структуре Тянь-Шаня. // Тянь-Шань в эпоху новейшего горообразования. Бишкек: Илим, 1994. С.62-86.
2. Григина О.М., Фортуна А.Б. Палеогеография Северного Тянь-Шаня в кайнозое. Фрунзе: Илим, 1981. С. 193.
3. Джанузаков К. Землетрясения Киргизии и сейсмическое районирование ее территории. Фрунзе: Илим, 1964. С. 115.
4. Джанузаков К.Д., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б.И., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов Кыргызстана стран Центральной Азии). Бишкек: Илим, 2003. С. 216.
5. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Чаримов Т.А., Камчыбеков Ы.П. Макросейсмическое обследование Канского землетрясения. // Вестник Института сейсмологии НАН КР.- 2013.- №1. интернет-журн.  
URL: [http://www.journal.seismo.kg/archive/journal\\_2013-1/article6.pdf](http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2013-1/article6.pdf)

6. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики (объяснительная записка) / под ред. К.Е. Абдрахматова; НАН КР, Ин-т сейсмологии. Бишкек, 2013. С. 51.
7. Мартемьянов А.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений, возводимых в сельской местности. М.: Стройиздат, 1982. С. 176.
8. Корженков А.М. Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). Бишкек: Илим -2006. С. 290.
9. Медведев.С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64.// Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С.158-162.  
Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Отв. ред. Н.В. Кондорская и Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977, С.198-296.
10. Сады бакасов И.С. Неотектоника центральной части Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1972. С. 116.
11. Стар тифицированные и интрузивные образования Киргизии. Фрунзе: Илим, том I, 1982. С. 370.
12. Трофимов А.К. Морфоструктурная зональность и режим новейших движений. // Детальное сейсмическое районирование Восточной Киргизии. Фрунзе: Илим, 1988. С.89-99.
13. Grunthal, G. European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 1998; vol.15, pp.1-99.