

УДК 550.34.0

Мамыров Э., Маханькова В.А., Берёзина А.В.,  
Молдобекова С., Хан В.В.  
Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан.

## ПРОГНОЗ ВЕРОЯТНОГО МЕСТА СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА

**Аннотация:** В работе рассмотрены возможности прогноза вероятного места сильных землетрясений на территории Кыргызстана.

**Ключевые слова:** прогноз, сейсмическая «брешь», район ожидаемых землетрясений, вероятность.

## КЫРГЫЗСТАНДЫН АЙМАГЫНДАГЫ КЕЛЕЧЕКТЕ БОЛО ТУР- ГАН КҮЧТҮҮ ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨРДҮН ООРДУН БОЖОМОЛДОО

**Кыскача мазмууну:** Макалада Кыргызстандын аймагында келечекте боло турган күчтүү жер титирөөлөрүн оордун божомолдоонун жыйынтыктары караштырылат.

**Негизги сөздөр:** божомолдоо, сейсмикалык «жыртык», күтүлүүчү жер титирөөлөр району, мүмкүндүк.

## PREDICTION OF THE STRONG EARTHQUAKES PROBABLE LO- CATION IN THE KYRGYZ TERRITORY

**Abstract:** In the paper a prediction of the strong earthquakes probable location in the Kyrgyz territory is given.

**Keywords:** forecast, seismic «gap», area of expected earthquakes, probability.

**Введение.** В настоящее время прогноз землетрясений включает решение следующих трёх задач: 1) прогноз вероятного места, 2) определение вероятной магнитуды, 3) прогноз вероятного времени ожидаемой сейсмокатастрофы [1-5]. В последние годы прогноз места и магнитуды землетрясения на длительный период (десятки лет) решается методами сейсмического районирования, которые чаще всего определяются оценкой сейсмической опасности крупных сейсмоактивных регионов. Прогноз ожидаемого времени сейсмического события выделяется в самостоятельную проблему, связанную с анализом динамики проявления предвестников землетрясений. По [4] установлено, что, будучи приуроченными к зонам разломов, сейсмические очаги с нарастанием энергии землетрясений становятся не только всё большими по своим размерам, но и более сложными в структурном отношении. Использование метода «тренинга» в очагах сильнейших землетрясений позволило в ряде случаев установить, что они представляют собой устойчивые структуры в земной коре, в которых сейсмические события повторяются, причем кинематика подвижек может со временем изменяться [4]. В предыдущих работах [6-7] нами было показано, что очаги будущих землетрясений Тянь-Шаня за 5-10 лет формируются в зонах активных разломов. При этом ожидаемое место землетрясения можно выделить по параметру плотности сейсмогенных разрывов  $K_{ср}$ . В продолжение этих исследований и в связи с землетрясением Сарыжаз (28.01.2013 г., Кокпак) в статье приведены примеры выделения вероятного места ожидаемых сейсмокатастроф

Тянь-Шаня на основе анализа динамики изменения параметра плотности сейсмогенных разрывов  $K_{cp}$  по зонам крупных активных разломов, где в период подготовки крупных событий происходит формирование отдельных аномальных структур, между которыми возникают сейсмические «бреши» - очаги будущих землетрясений.

### Результаты исследование по выделению вероятного места крупных землетрясений Тянь-Шаня

При определении сеймотектонических условий Центральной Азии параметр  $K_{cp}$  впервые был использован для района Нурекского водохранилища в 1984 г. [8]. Попытки использования  $K_{cp}$  в комплексе с другими прогнозными параметрами для прогноза землетрясений были предприняты Ф.Н. Юдахиным [9] и Т.М. Аманкуловым [10], однако каких-либо определённых выводов для долго- и среднесрочного прогноза не было получено. Выполненный нами ретроспективный анализ аномалий  $K_{cp}$  для сейсмоактивных зон Тянь-Шаня показал [6-7,11], что прямое использование методики, изложенной в работе [12], часто показывает вероятность предстоящего события, равную 1 при размере площадных ячеек 50 x 50 км (0.5 x 0.5°). Для сеймотектонических условий южной части Гиссаро-Какшаальской зоны наиболее оптимальными оказались трёхлетние и шестилетние данные об аномалиях  $K_{cp}$  с шагом в 1 год при размере ячеек 8.2 x 11.2 км (6' x 6'), при этом критические значения  $K_{cp}$  в зависимости от времени наблюдений (1950-1960, 1960-1970 и т.д.) изменяются от 10-15 до 5-8, а для данных 1990-2000 гг. - до 2-3, что можно объяснить постепенным увеличением с годами числа сейсмических станций и уменьшением нижнего предела представительных классов ( $K_R = 8-9$ ,  $K_R$  – энергетический класс) землетрясений.

Для Северного Тянь-Шаня наиболее информативными оказались шести - двенадцатилетние данные об аномалиях  $K_{cp}$  при шаге в 1 год.

На основе анализа 35-летних данных (1954-1989 гг.) для территории Южного Тянь-Шаня ( $\varphi = 39-41^\circ$ ,  $\lambda = 69-75^\circ$ ), где за указанный период произошло 156 событий с  $K_R \geq 12$ , включая 17 землетрясений с  $K_R = 14 - 16.5$  (Улучатское, 1955 г.; Маркансуйское, 1974 г.; Дараут-Курганское, 1978 г.), было установлено [6,7], что эпицентры 67% событий возникли в межаномальных и краевых зонах аномалий  $K_{cp}$ , и только 13% внутри аномалий, т.е. при новом методическом подходе наиболее важными становятся сейсмические «бреши», а не аномалии  $K_{cp}$ , как должно было быть по [12]. При этом, именно сильные землетрясения с  $K_R = 14-16$  и условной вероятностью 0.76 приурочены к межаномальным зонам [6-7,11].

В табл.1 приведены параметры 97 землетрясений, произошедших после 1994 г. до 30.09.2011 г. – после составления первой прогнозной карты сейсмической опасности территории Кыргызской Республики (1994 г.) и обновленной в 2002 г. и 2007-2009 гг. Из 97 землетрясений - 15 событий с  $K_R = 11.6-13.6$  ( $M_w = 4.5-5.5$ ) произошли в приграничных зонах Китая, Таджикистана, Узбекистана и Казахстана, т.е. за период 1995-30.09.2011 гг. на территории Кыргызстана произошло 82 землетрясения с  $K_R = 11.6-16.0$  (5-8 баллов), из которых 11 событий с  $K_R = 11.6-13.6$  оказались пропущенными, т.е. не попали в районы ожидаемых землетрясений (РОЗ) и их количество составляет 13%, а остальные 87% были спрогнозированы (табл.1) на основе использования карт параметра плотности сейсмогенных разрывов. Здесь необходимо отметить, что эпицентры всех разрушительных и сильных землетрясений, таких как Кокпакское (Сарыжазское, 2013)- Канское (2011 г.), Нура-Алайское (2008 г.), Лейлекское (2007 г.), Кочкорское (2006г.), Куюкапское (2005 г.) и Кошдобинское (1997 г.), попадают на площади РОЗ, выделенных на картах долгосрочного (1994 г.) и среднесрочного (2002, 2008-2009 гг.) прогнозов. Следует также подчеркнуть, что на вероятность разрушительного Нура-Алайского землетрясения в Алайском районе Ошской области за период 1995-2010 гг. впервые было указано ещё в 1992 г., уточнено - в 2002 г. и дополнено - в 2007 г. [6-7,11]. Подробное описание прогноза вероятного места и времени указанной сейсмोकатастрофы опубликовано в работе [7]. Наиболее показательным по прогнозу из ранее нами полученных данных является эпицентр разрушительного Суусамырского землетрясения и его афтершоки,

которые возникли на месте сейсмической брешы – в межаномальной площади в пределах координат  $\varphi = 41.8^{\circ}-42.5^{\circ}$   $\lambda = 73^{\circ}-74.5^{\circ}$  [7].

На рис.1-2 приведены ретроспективные карты  $K_{cp}$  для области подготовки Кайрак-Кумского (13.10.1985г.,  $M_w = 6.1$ ) и Кочкор-Атинского (15.05.1992г.  $M_w = 6.3$ ) сильных землетрясений, произошедших в юго-западной и северо-восточной зонах Ферганской впадины. Из рисунка 1 следует, что по карте  $K_{cp}$  в пределах координат  $\varphi = 39-41^{\circ}$ ,  $\lambda = 69^{\circ}-71^{\circ}$  за период 1960-1980 гг. образовалась межаномальная зона вдоль северной части системы Южно-Ферганских разломов. В этой межаномальной зоне- сейсмической «брешы», в 1985 г. произошло сильное Кайрак-Кумское землетрясение. Из рис. 2 видно, что по карте  $K_{cp}$  в течение периода 1978-1989 гг. в пределах флексурно –разрывной зоны северо-восточной Ферганы возникли две крупные аномалии  $K_{cp} \leq 5$ , между которыми 15.05.1992 г. произошло Кочкор-Атинское землетрясение с моментной магнитудой  $M_w = 6.3$ .

**Таблица 1.** Каталог сильных землетрясений с  $K_R \geq 11.6$  за период 1995 г. -30.09.2011 гг. на территории Кыргызской Республики и приграничных районов стран Центральной Азии в пределах координат  $\varphi = 39.0=43.0$   $\lambda = 69-81^{\circ}$

№№ п/п	Дата Год/мес/день	Координаты		Глубина h, км	Энергетический класс, $K_R$	Магнитуды		Название районов ожидаемых землетрясений (РОЗ), выделенных до события и где ожидалось сильные землетрясения
		$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$			$M_{LH}$	$M_w$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1995/02/20	39.38	70.93	-	13.6	-	5.3	Шудманский, I=6-7
2	1995/02/20	41.27	72.33	-	12.6	5.3	5.1	Кара-Суу-Ташкумырский, I=5-6
3	1995/05/14	39.88	70.73	33	11.6	-	4.5	Алтын-Башинский, I=5
4	1995/10/08	41.10	71.88	20	13.6	5.3	5.2	<b>пропуск</b>
5	1995/10/26	39.18	72.07	50	11.7	-	4.5	Сат-Шумкарский, I=5
6	1995/11/03	40.28	73.72	10	12.0	-	4.5	Гульчинский, I=5-6
7	1996/01/18	41.90	77.45	33	13.0	5.0	5.2	Борскоонский, I=6
8	1996/06/14	42.50	72.87	33	12.7	-	4.8	Талас-Кара-Кыштакский, I=6
9	1996/12/08	42.50	78.02	-	12.2	-	4.5	<b>пропуск</b>
10	1996/12/19	39.48	72.15	-	12.0	-	4.7	Сат-Шумкарский, I=6
11	1997/01/09	41.07	74.33	15	14.6	5.9	5.8	Джамандаванский Кошдобо, I=7-8
12	1997/03/05	41.32	75.63	-	12.5	-	4.6	Байбиче-Каратооский, I=6
13	1997/08/13	41.87	79.47	33	13.0	-	4.6	Куюккапский, I= 6
14	1998/02/27	41.12	76.70	-	12.7	-	4.8	<b>пропуск</b>
15	1998/05/29	41.17	75.63	31.5	13.6	-	5.3	Байбиче-Каратооский, I=6-7
16	1998/06/07	41.47	77.65	33	12.6	-	5.2	Жетимский, I=5-6
17	1998/11/04	39.62	73.90	41.9	12.3	-	-	Кушуюганский, I=5-6
18	1999/02/27	41.11	76.70	33	12.7	-	4.9	<b>Пропуск</b> , I=5-6
19	1999/12/06	42.73	76.13	-	13.0	-	5.2	Чон-Кеминский, I=6-7
20	2000/08/08	41.90	76.83	33	12.2	-	5.0	Карагаман-Ашутебенский, I=6
21	2001/03/01	39.93	73.72	-	11.6	-	-	<b>пропуск</b>
22	2001/09/02	39.4	72.03	15	13.6	-	5.5	Сат-Шумкарский, I=6
23	2001/09/02	40.95	73.12	15	11.9	-	-	<b>пропуск</b>
24	2001/10/19	42.15	79.08	-	12.1	-	4.6	Куйлюкский, I=5-6
25	2001/11/12	40.95	72.80	-	11.7	-	-	Северо-Ферганский 1, I=5
26	2002/05/30	39.52	73.52	13	12.3	-	4.7	<b>пропуск</b>

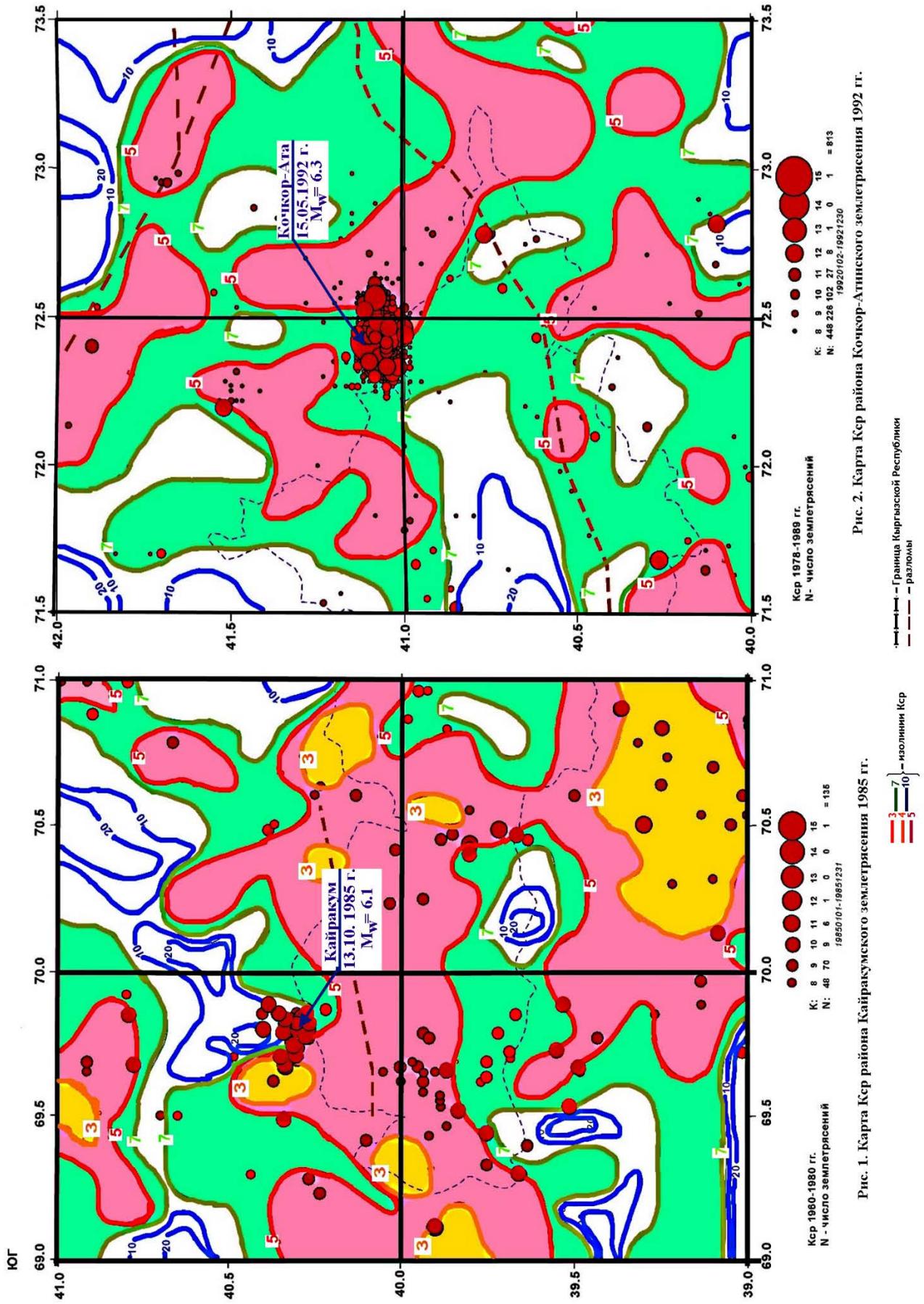
**Таблица 1.** (Продолжение) Каталог сильных землетрясений с  $K_R \geq 11.6$  за период 1995 г. - 30.09.2011 гг. на территории Кыргызской Республики и приграничных районов стран Центральной Азии в пределах координат  $\varphi = 39.0-43.0$   $\lambda = 69-81^\circ$

№№ п/п	Дата Год/ме с/день	Координаты		Глуби- на л, км	Энер- гетиче- ский класс	Магнитуды		Название районов ожидаемых землетря- сений (РОЗ), выделенных до события и где ожидалось сильные землетрясения
		3	4			7	8	
27	2002/09/05	39.78	71.97	31.6	13.0	5.2	5.5	Меликсуйский, I=6
28	2002/09/26	42.23	71.47	-	11.6	-	-	Сандалаш-Пскемский, I=5
29	2002/11/01	39.85	72.15	33	12.4	-	5.0	Меликсуйский, I=6
30	2002/11/07	39.18	71.68	33	12.4	-	4.9	Сат-Шумкарский, I=5
31	2003/03/09	41.17	72.92	-	11.7	-	-	<b>пропуск</b>
32	2003/05/05	41.03	72.38	46	12.2	-	5.1	Северо-Ферганский 2, Сузак, I=5-6
33	2003/05/22	42.80	72.87	27.6	13.8	5.6	5.5	Казахстан, Луговское, I=7
34	2003/12/01	42.90	80.40	10	14.6	5.7	6.0	Казахстан,
35	2004/01/16	42.55	75.30	30.2	12.2	-	4.8	Кегетинский (Арпа тектир), I=5-6
36	2004/06/02	42.27	74.92	-	11.6	-	-	Кызартский, I=5
37	2004/06/04	39.37	72.68	-	11.7	-	-	Карагаман-Ашутебенский, I=5
38	2004/11/17	39.15	71.50	20	12.0	4.4	5.1	Сат-Шумкарский, Таджикистан, I=6
39	2004/11/17	39.20	71.51	1	13.5	5.3	5.8	Сат-Шумкарский I=6-7
40	2004/11/18	39.14	71.74	27	12.4	-	4.9	Сат-Шумкарский Таджикистан
41	2004/11/21	39.30	71.70	74	12.6	-	5.1	Сат-Шумкарский
42	2005/01/16	41.54	72.29	17	12	4.5	4.7	Карасу-Ташкумырский, I=5
43	2005/01/19	41.80	79.18	31	12.2	-	-	Куюккапский
44	2005/02/14	41.87	79.27	23	14.8	6.0	6.1	Куюккапский
45	2005/02/15	41.75	79.42	-	13.1	-	5.2	Куюккапский, I=6-7
46	2005/06/23	39.83	73.05	32	12.0	-	4.7	I=5
47	2005/10/08	42.10	76.00	13	11.8	-	-	Кегетинский, I=5
48	2006/10/13	42.48	80.00	14	11.6	4.8	4.5	Казахстан
49	2006/12/24	42.33	75.22	13	12.1	4.4	5.0	Шамси-Боординский, I=5-6
50	2006/11/08	39.41	74.18	-	12.8	5.0	6.0	Китай
51	2007/01/08	39.42	70.21	23	14.8	5.8	6.0	Каравшинский, Лейлек, I=7-8
52	2007/01/25	42.05	76.02	3	14.2	5.5	6.0	Кочкорский, I=7-8
53	2007/01/24	41.02	71.45	13	12	4.6	4.7	<b>пропуск</b>
54	2007/01/31	39.46	70.25	20	12.2	4.3	5.2	Афтершок, Лейлекского зем I=5
55	2007/02/02	39.09	71.18	17	12.2	4.6	5.2	<b>пропуск</b>
56	2007/02/05	41.15	72.20	8	11.6	4.4	-	СФ-2
57	2007/03/28	41.15	72.20	7	11.6	4.4	4.5	Карасуу-Таш-Кумырский
58	2007/04/15	39.25	72.45	18	12.6	4.7	4.5	Сат-Шумкарский, I=6
59	2007/04/15	39.60	74.81	26	12.4	-	4.9	Китай
60	2007/06/02	39.48	70.11	-	11.7	-	4.2	Каравшинский афтершок
61	2007/06/06	42.34	75.23	8	12.2	4.5	5.0	Кегетинский, I=5-6
62	2007/07/21	39.01	70.46	12	13.6	5.4	5.2	Таджикистан
63	2007/07/27	42.34	75.23	7	11.8	-	-	Шамси-Боординский
64	2007/07/31	39.05	71.19	17	11.9	4.7	4.9	Таджикистан
65	2007/10/09	42.53	77.44	21	12.5	-	5.0	Аксуйский, I=5-6
66	2007/12/26	40.19	73.02	13	12.8	5.1	5.1	Галдысуйский, Ош-Кокбел, I=6
67	2007/12/31	41.08	71.53	8	12.1	5.1	5.1	СФ-2, Узбекистан, I=6
68	2007/12/31	41.09	71.53	10	11.9	5.0	4.7	СФ-2, Узбекистан, I=6
69	2008/01/01	40.19	73.02	10	13.2	5.3	5.6	Галдысуйский, Ош-Кокбел-2, I=6-7
70	2008/04/10	39.23	74.43	13	12.2	4.8	5.0	АК2, Китай
71	2008/07/08	39.47	72.89	12	12.6	-	5.0	Форшок Нура-Алайского АК2
72	2008/08/01	41.24	71.42	17	11.8	-	4.8	<b>пропуск</b> , I=5
73	2008/10/05	39.50	73.64	12	16	6.6	6.6	АК2, Нура-Алайское I=8
74	2008/12/03	42.40	73.13	20	11.9	-	4.7	Каракол-Карабалтинский, I=5
75	2009/04/19	41.16	78.11	16	13.4	-	5.0	Узенгукуш
76	2009/04/26	41.06	72.62	36	12.7	-	4.9	СФ-1, I=5
77	2009/04/27	42.49	72.25	18	12.2	-	4.8	Галас-Каракыштанский, I=5
78	2009/04/29	41.35	71.20	13	11.7	-	4.8	Чуст-Папский I=5

**Таблица 1.** (Продолжение) Каталог сильных землетрясений с  $K_R \geq 11.6$  за период 1995 г. - 30.09.2011 гг. на территории Кыргызской Республики и приграничных районов стран Центральной Азии в пределах координат  $\varphi = 39.0-43.0$   $\lambda = 69-81^\circ$

№№ п/п	Дата Год/мес/день	Координаты		Глубина h, км	Энергетический класс, $K_R$	Магнитуды		Название районов ожидаемых землетрясений (РОЗ), выделенных до события и где ожидалось сильные землетрясения
		$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$			$M_{LN}$	$M_w$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
79	2009/07/01	39.41	73.21	18	12.0	-	5.2	Кызыл-Агынский, I=5-6
80	2009/09/24	41.93	77.42	20	12.5	-	5.0	Турасу-Каджисайский, I=5
81	2010/03/02	42.37	75.60	25	12.9	-	5.1	Кызарт-Кочкорский, I=5-6
82	2010/04/25	40.78	74.93	-	11.9	-	-	Кулунский, I=5
83	2010/05/11	41.50	71.80	-	12.2	-	-	Аркитский, I=5-6
84	2010/08/20	39.21	71.86	-	12.0	-	-	Сат-Шумкарский, I=5
85	2010/09/07	39.52	73.75	-	13.9	-	-	АК2, I=6-7
86	2010/09/07	39.70	73.75	-	12.0	-	-	АК2, I=5-6
87	2011/01/01	39.13 (39.44)*	75.23 (75.16)*	12	12.5	-	4.9	Китай
88	2011/01/19	39.03	72.03	-	12.5	-	-	Сат-Шумкарский
89	2011/01/24	(38.50)	(72.78)	119	-	-	6.1	Таджикистан
90	2011/02/13	39.63	73.75	21	12.0	-	-	АК-2
91	2011/03/17	40.38 (40.39)	79.28 (78.90)	16	12	-	4.9	Китай
92	2011/04/09	42.07	74.82	16	11.6	-	-	Ойкайынский
93	2011/05/01	43.65	77.65	24	12.6	-	-	Казахстан
94	2011/06/02	42.37	78.42	25	11.6	-	-	Барскаунский
95	2011/06/21	39.17	72.33	17	11.9	-	-	Сат-Шумкарский
96	2011/07/19	40.12 (40.32)	71.45 (71.38)	17	14.9	-	6.1	Баткенский, Кан, I=8
97	2011/08/11	39.60 (39.89)	77.57 (77.31)	12	12.4	-	5.7	Китай

\*Примечание – в скобках приведены координаты эпицентров по HRV



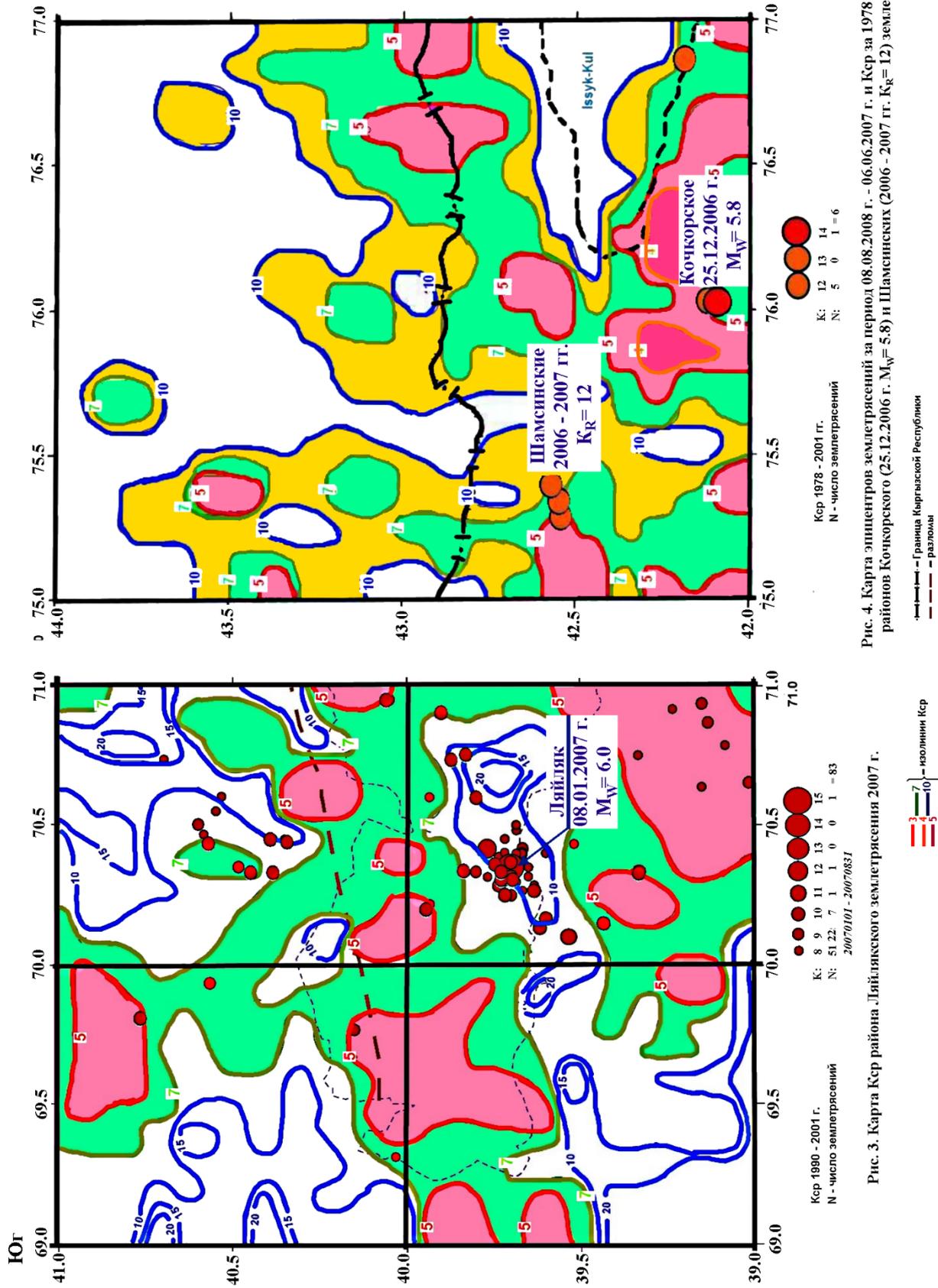


Рис. 3. Карта Кср района Ляйлякского землетрясения 2007 г.

Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений за период 08.08.2008 г. - 06.06.2007 г. и Кср за 1978 - 2001 гг. районов Кочкорское (25.12.2006 г.,  $M_w = 5.8$ ) и Шамсинских (2006 - 2007 гг.,  $K_R = 12$ ) землетрясений

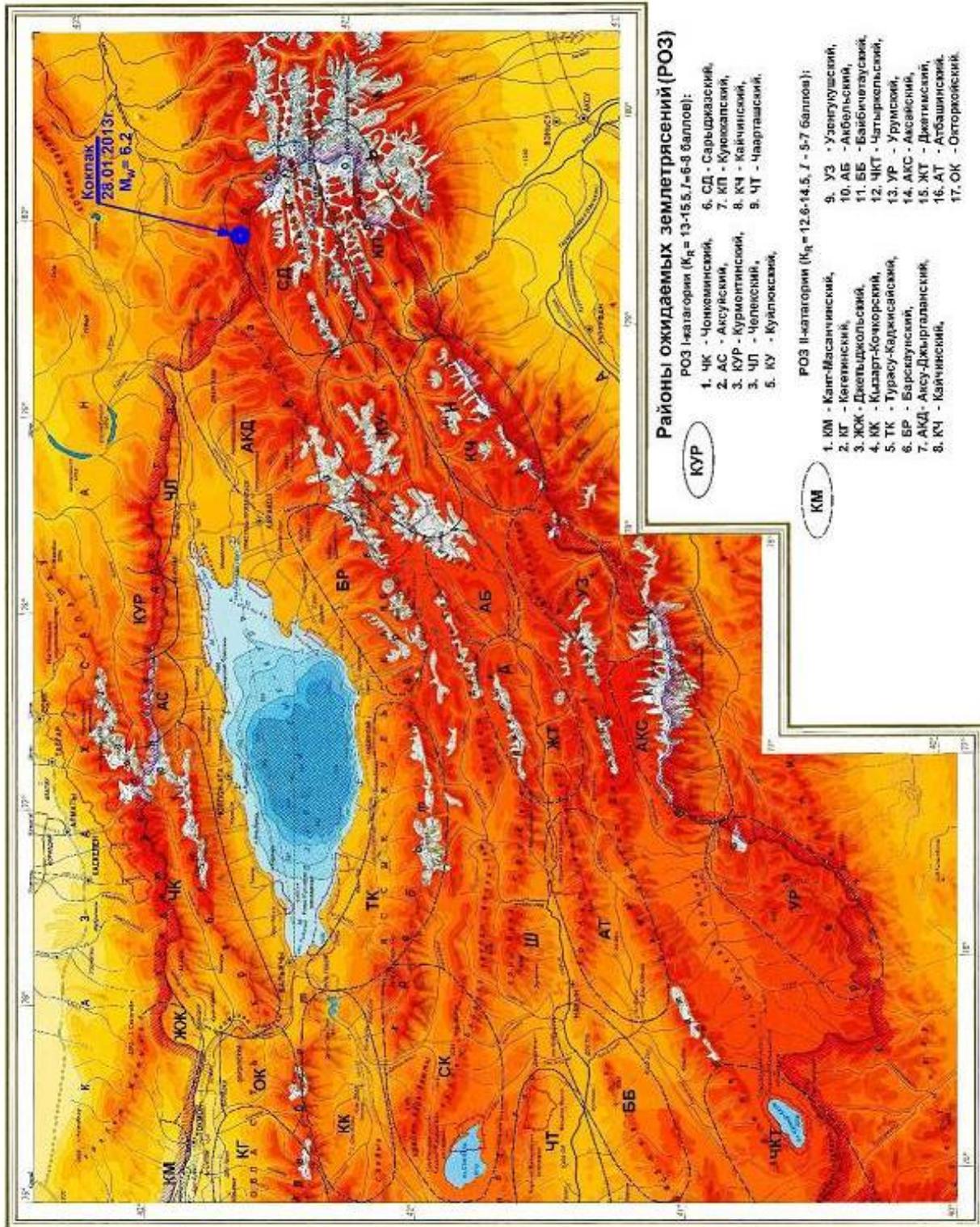


Рис. 5. Карта-схема вероятной сейсмической опасности территории восточного Кыргызстана ( $\varphi = 40^{\circ}-43.8'N, \lambda = 75^{\circ}-81^{\circ}E$ ) на период 2009-2014 гг. (масштаб 1: 600 000)  
Составили: МАМЫРОВ Э., ГРЕБЕННИКОВА В.В., МАХАНЬКОВА В.А.  
2009 г.

Кср 1990-2001 гг.

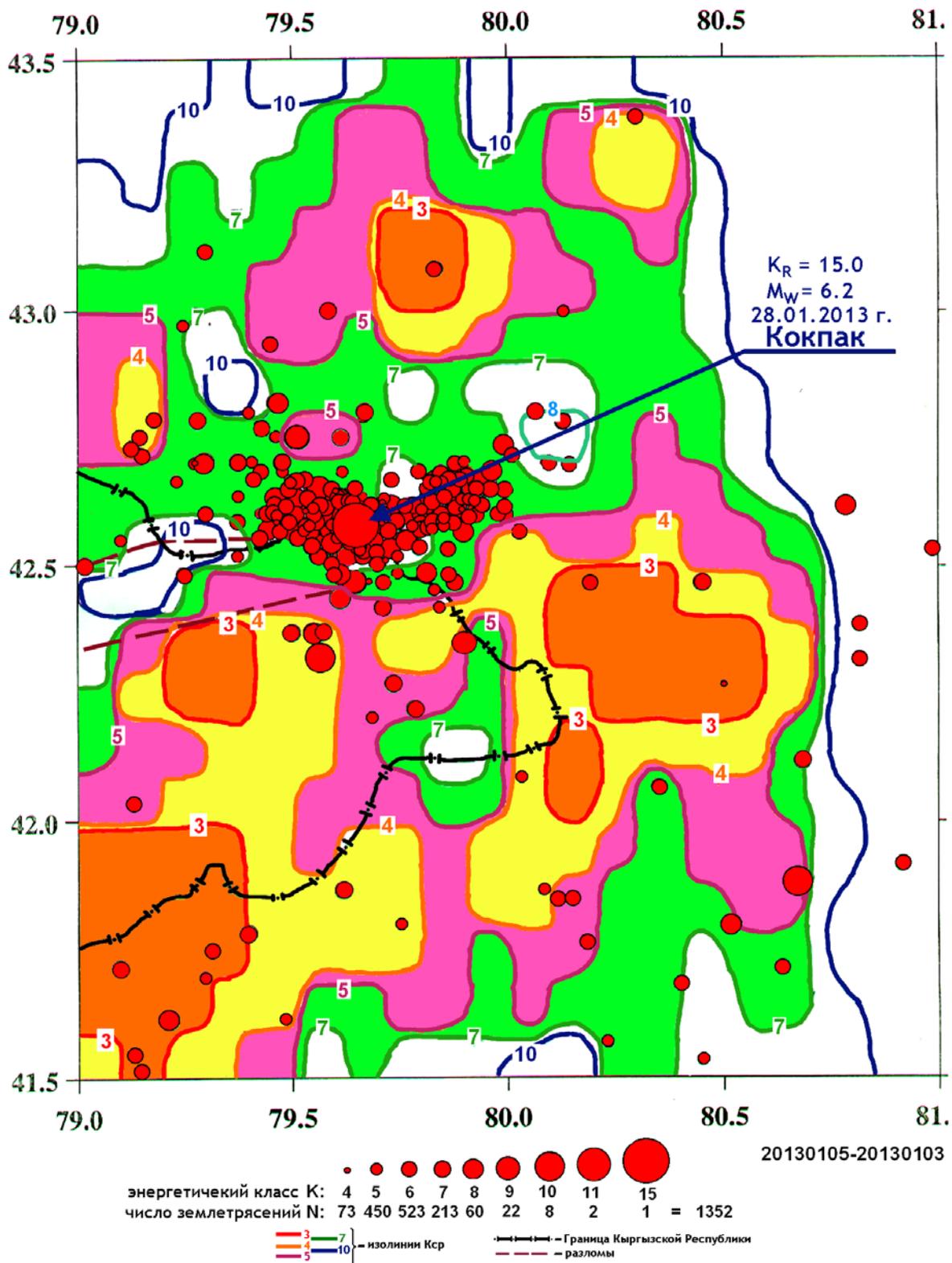


Рис. 6. Карты Кср за 1990-2001 гг. и эпицентров землетрясений за 05.01. – 01.03.2013 г., Сарыжазское (Кокпакское) землетрясение 28.01.2013 г.

Ксп 1990-2006 гг.

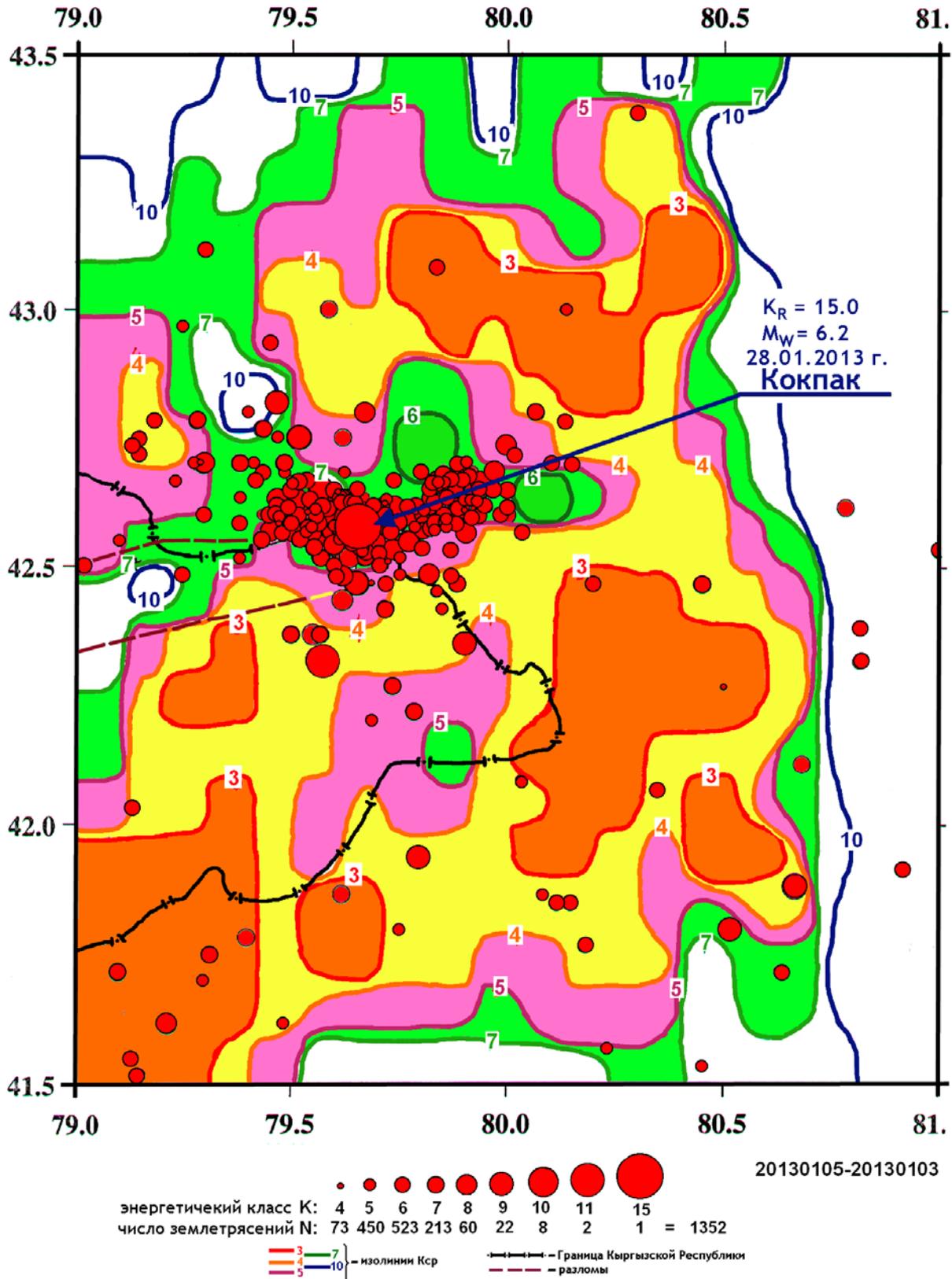


Рис.7. Карты Ксп за 1990-2006 гг. и эпицентров землетрясений за 05.01. – 01.03.2013 г., Сарыжазское (Кокпакское) землетрясение 28.01.2013 г.

Кср 1990-2012 гг.

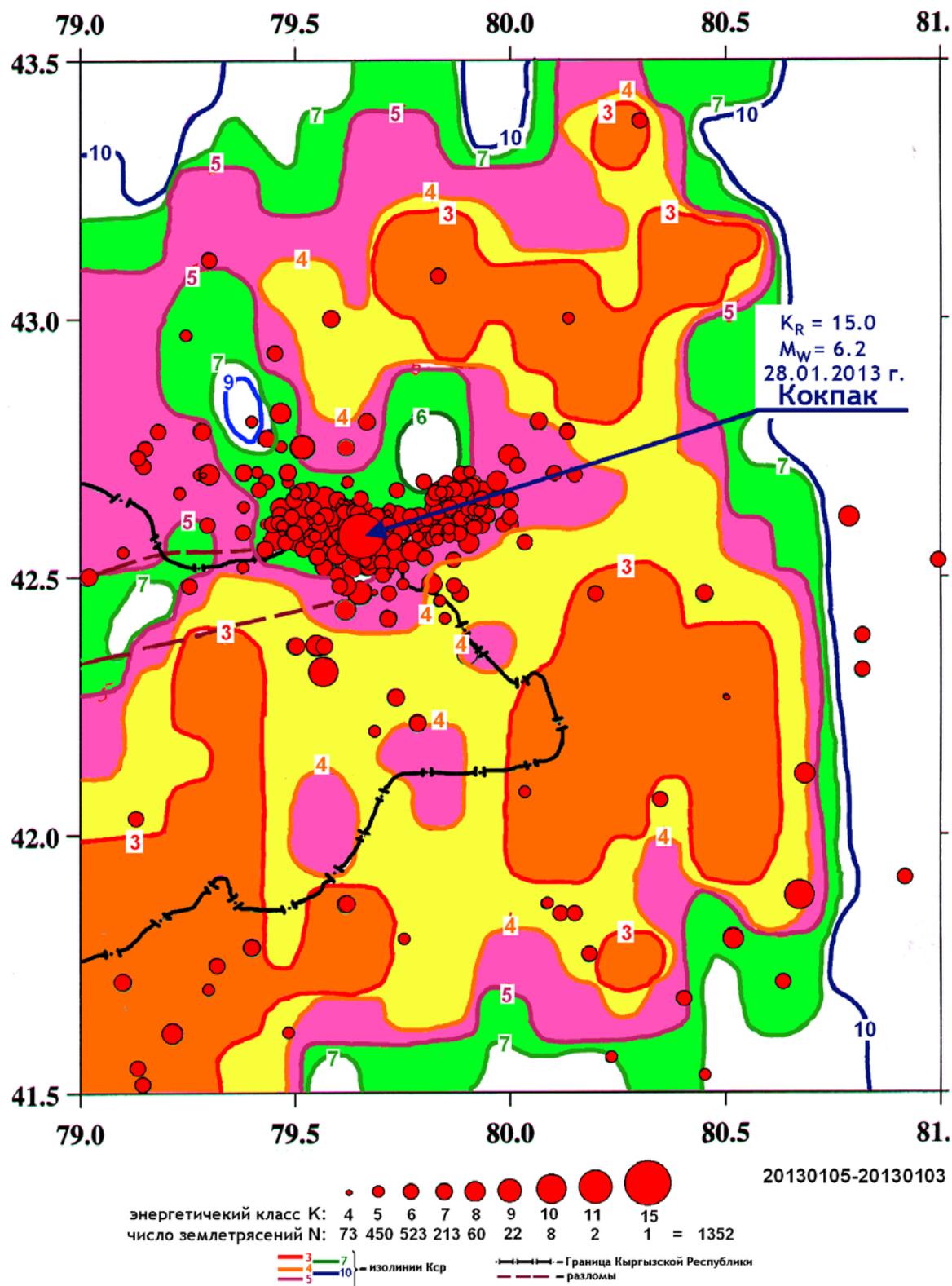


Рис. 8. Карты Кср за 1990-2012 гг. и эпицентров землетрясений за 05.01. – 01.03.2013 г., Сарыжазское (Кокпакское) землетрясение 28.01.2013 г.

На рисунках 3 - 4 приведены карты  $K_{cp}$  области подготовки Ляйлякского (2007 г.), Кочкорского (2006 г.) и серии Шамси-Тюндукских (2006-2007 гг.) землетрясений, эпицентры которых также располагались в сейсмических «брешах», параметры этих событий приведены в табл.1.

На рисунке 5 представлена карта-схема вероятной сейсмической опасности территории восточного Кыргызстана на период 2009-2014 гг. [11], где приведены районы ожидаемых землетрясений (РОЗ) I-II категорий. В РОЗ I категории – в Сарыжазском, где в 2009-2014 гг. ожидалось события с  $K_R = 13.0 - 15.5$  с сотрясаемостью  $I = 6-8$  баллов, 28.01.2013 г. произошло Кокпакское (Сарыжазское) 8-бальное землетрясение с  $K_R = 15.0$   $M_w = 6.2$ , эпицентр которого расположен на территории Республики Казахстан – в приграничной зоне Иссык-Кульской области ( $\varphi = 42.58$   $\lambda = 79.50$ , рисунок 5). На рисунках 6-8 отражена динамика развития аномалии  $K_{cp}$  и указаны эпицентр и афтершоки данного землетрясения, наложенные на карты  $K_{cp}$  за 1990-2001, 1990-2006 и 1990-2012 гг. Из этих данных чётко видно, что область подготовки рассматриваемой сейсмокатастрофы и его афтершоков приурочены к сейсмической «бреши» ( $K_{cp} = 7-10$ ) – между диапазоном координат  $\varphi = 43.0 - 43.5^\circ$   $\lambda = 79.5 - 80.5^\circ$  и  $\varphi = 41.5 - 42.5^\circ$   $\lambda = 79 - 80.5^\circ$ , где располагались аномалии  $K_{cp} \leq 5$ . При этом, по динамике изменения  $K_{cp}$  видно, что расширение площадей аномалий и уменьшение участков «брешей» происходило, в основном, с севера на юг, что привело к возникновению в 2012 г. сложно построенных сейсмических «брешей», в центральной части которых дугообразно располагаются эпицентры афтершоков (рисунок 8). Таким образом, по среднесрочной карте-схеме, построенной нами в 2009 г., можно считать, что ожидаемое место Сарыжазского (Кокпакского) сильного землетрясения было спрогнозировано ещё в 2009 г.

В целом, приведённые многочисленные примеры прогноза ожидаемого места сильных землетрясений Тянь-Шаня, в какой-то мере, являются тектонофизическим обоснованием эмпирических заключений о сейсмических «брешах», закономерностей Губина и правила А.А. Никонова [13]. Для более детального анализа динамики возникновения области подготовки землетрясения необходимо составление карт  $K_{cp}$  за более короткие сроки, за периоды от 5 до 15 лет для определённых зон сейсмоактивных разломов, при этом методы выделения вероятных периодов повышения уровня сейсмической опасности изложены в работах [14-15].

### Выводы

1. Многолетний опыт исследований по прогнозу вероятного места сильных землетрясений Тянь-Шаня показывает, что зоны активных разломов и сейсмические «бреши», выделяемые на карте параметра плотности сейсмогенных разрывов, являются наиболее информативными параметрами для локализации места ожидаемой сейсмокатастрофы.
2. Эпицентры будущих сильных землетрясений приурочены к межаномальным зонам – сейсмическим «брешам» или их краевым зонам, по которым на ближайшие 5-10 лет можно выделить районы ожидаемых землетрясений (РОЗ).
3. Границы аномалий и сейсмических «брешей» имеют свою сложную динамику развития и структуру в зонах активных разломов, по интенсивности миграции которых можно определить возможное направление очагов будущих землетрясений.

### Литература

1. Добровольский И.П. Математическая теория подготовки и прогноза землетрясения. Москва: Физ. мат.из. 2009.- 240 с.
2. Kanamori H. Earthquake prediction: An overview. /International Handbook of earthquake and engineering seismology. p. B, Academic Press, 2003. - P.1205-1217.

3. Курскеев А.К. Землетрясения и сейсмическая безопасность Казахстана. Алматы: Эверо, 2004. - 504 с.
4. Рогожин Е.А. Иогансон Л.И., Захаров В.С., Завьялов А.Д. и др. Потенциальные сейсмические очаги и сейсмические предвестники землетрясений – основа реального сейсмического прогноза. Москва: Светоч Плюс, 2011. - 368 с.
5. Соболев Г.А. Понамарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. Москва: Наука, 2003. - 270 с.
6. Мамыров Э., Омуралиев М., Орозакунов О. Опыт исследований по долгосрочному прогнозу сильных землетрясений в сейсмоактивных зонах Южного Кыргызстана. Бишкек: КыргНИИТИ, 1992. - 21 с.
7. Мамыров Э. Локализация вероятного места сильных землетрясений в зоне Таласа - Ферганского разлома //Геодинамика Таласа - Ферганского разлома Тянь-Шаня и стихийные бедствия на территории Центральной Азии Бишкек: Арашан, 2009. - С. 207-217.
8. Куксенко В.С., Пикулин В.А., Негматуллаев С.Х., Мирзаев К.М. Долгосрочный прогноз землетрясений по кинетике накопления разрывов (район Нурекского водохранилища) //Прогноз землетрясений. - №5. - 1984. - С.139-148.
9. Юдахин Ф.Н. Сейсмологические исследования в Киргизии //Изв. АН Киргизской ССР. Серия физ.-техн. и матем. наук, 1990. - №2. - С.67-87.
10. Аманкулов Т.М. Выделение области подготовки сильных землетрясений Юго-Западной Киргизии //Комплексные исследования по прогнозу землетрясений в Киргизии. Бишкек: Илим, 1991. - С.17-34.
11. Мамыров Э., Маханькова В.А., Гребенникова В.В., Рехемьяе В.Ю. и др. Отчет по НИР за 2009 г. По разделу «Оценка вероятной сейсмической опасности территории Восточного Кыргызстана на период 2009-2014 гг. ( $\varphi = 40^{\circ} - 43.5^{\circ}$  ;  $\lambda = 75^{\circ} - 81^{\circ}$ ). Бишкек: фонды ИС НАН КР, 2009. - 157 с.
12. Соболев Г.А., Завьялов А.Д., Челидзе Т.Л., Славина Л.Б. и др. Методика составления карты ожидаемых землетрясений по комплексу сейсмологических признаков. Москва: ИФЗ АН СССР, 1987. - 45с.
13. Никонов А.А. Развитие палеосейсмологического метода для оценки сейсмической опасности Средней Азии. //Геолого-геофизическое изучение сейсмоопасных зон. Фрунзе: Илим, 1984. - С.192-203.
14. Мамыров Э. Землетрясения Тянь-Шаня: магнитуда, сейсмический момент и энергетический класс. Бишкек: Инсанат, 2012. - 234 с.
15. Мамыров Э., Маханькова В.А. Квазипериодичность проявления слабых и сильных землетрясений Тянь-Шаня // Сейсмопрогностические наблюдения на территории Азербайджана. Баку: Нафта пресс, 2012. - С. 296-306.