

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геологиялық сериясы. Известия НАН РК.  
Серия геологическая. 2010. №4. С. 45–52

УДК 550.34(574.1)

А.СЫДЫКОВ<sup>1</sup>, А.Б.САДЫКОВА<sup>2</sup>,  
Г.Г. СТИХАРНАЯ<sup>3</sup>, Н.Н.ПОЛЕШКО<sup>4</sup>, А.Ж. ЖУНУСОВА<sup>5</sup>

## ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ СЕЙСМОГЕНЕРИРУЮЩИХ ЗОН ДЖУНГАРО-СЕВЕРО-ТЯНЬ-ШАНЬСКОГО РЕГИОНА

Сейсмогенді зоналарды параметризациялау өдісі жасақталған. Жоңгар-Солтүстік Тянь-Шань аймағының әрбір зонасында сейсмикалық режимнің және сейсмотектоникалық деформацияланудың әртүрлі параметрлері анықталған. Зоналарды параметризациялаудың ақпараттың негізі ретінде аймақтың жерсілкінуі және ошак механизмі каталогтары қолданылған.

Разработана методика сейсмологической параметризации сейсмогенерирующих зон. Для каждой зоны Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона (всего 29) определены различные параметры сейсмического режима и сейсмотектонического деформирования, которые приведены в табличном виде. Информационной основой для параметризации зон явились каталоги основных параметров и механизмов очагов представительных землетрясений территории.

The method for parametrization of zones of seismic generation is developed. Different parameters of seismic regime and seismo-tectonic deformation are determined for each zone of Dzhungaro-Northern Tien Shan region (29 zones). The results are presented in tabular type. The information base for parametrization of zones of seismic generation are the catalogues of main parameters and focal mechanisms of representative earthquakes occurred at this territory.

Обоснованное суждение об уровне сейсмической активности отдельных сейсмогенных зон и сравнение их между собой возможно на основе количественных оценок параметров сейсмического режима [1, 2]. Решая эту задачу, необходимо установить особенности распределения современной сейсмичности, как по площади, так и по глубине, оценить повторяемость землетрясений и сотрясений, величину максимально возможного землетрясения и т.д. Одной из важных задач при оценке сейсмической опасности территории является выделение зон возникновения очагов землетрясений (сейсмогенерирующих зон) и их параметризация. В основу выделения сейсмоактивных зон положен анализ пространственного распределение сейсмичности, карт плотности эпицентров землетрясений, сейсмической активности, удельной сейсмической мощности, толщины сейсмоактивного слоя, коэффициента дробности среды и др. [3]. На основе перечисленных данных с учетом площадного распределения основных геологических структур региона выделя-

ны сейсмогенерирующие зоны, генерализованная схема которых показана на рисунке 1.

Информационную основу параметризации сейсмогенерирующих зон составили каталоги основных параметров и механизмов очагов землетрясений юга и юго-востока Казахстана. Использовалась магнитуда  $M_s$ , переход к которой от энергетического класса  $K$  осуществлялся по следующим формулам [1]:

$$K=1.8MLH+4.0 \quad (M<5.5);$$

$$K=1.5MLH+5.6 \quad (M\geq 5.5);$$

$$M_s=1.0MLH-0.1,$$

где  $K=lgE(\text{Дж})$  – энергетический класс;  $M_s$  – магнитуда, определяемая по вертикальной составляющей поверхности волн;  $MLH$  – магнитуда, определяемая по максимальным амплитудам горизонтальной составляющей поверхности волн.

В последние годы все большее распространение получает моментная магнитуда  $M_w$ , которая рассчитывается через значения сейсмического момента  $M_0$ . В условиях Северного Тянь-

<sup>1-5</sup> Казахстан, 050060, г. Алматы, ул. Аль-Фараби, 75а. Институт сейсмологии.

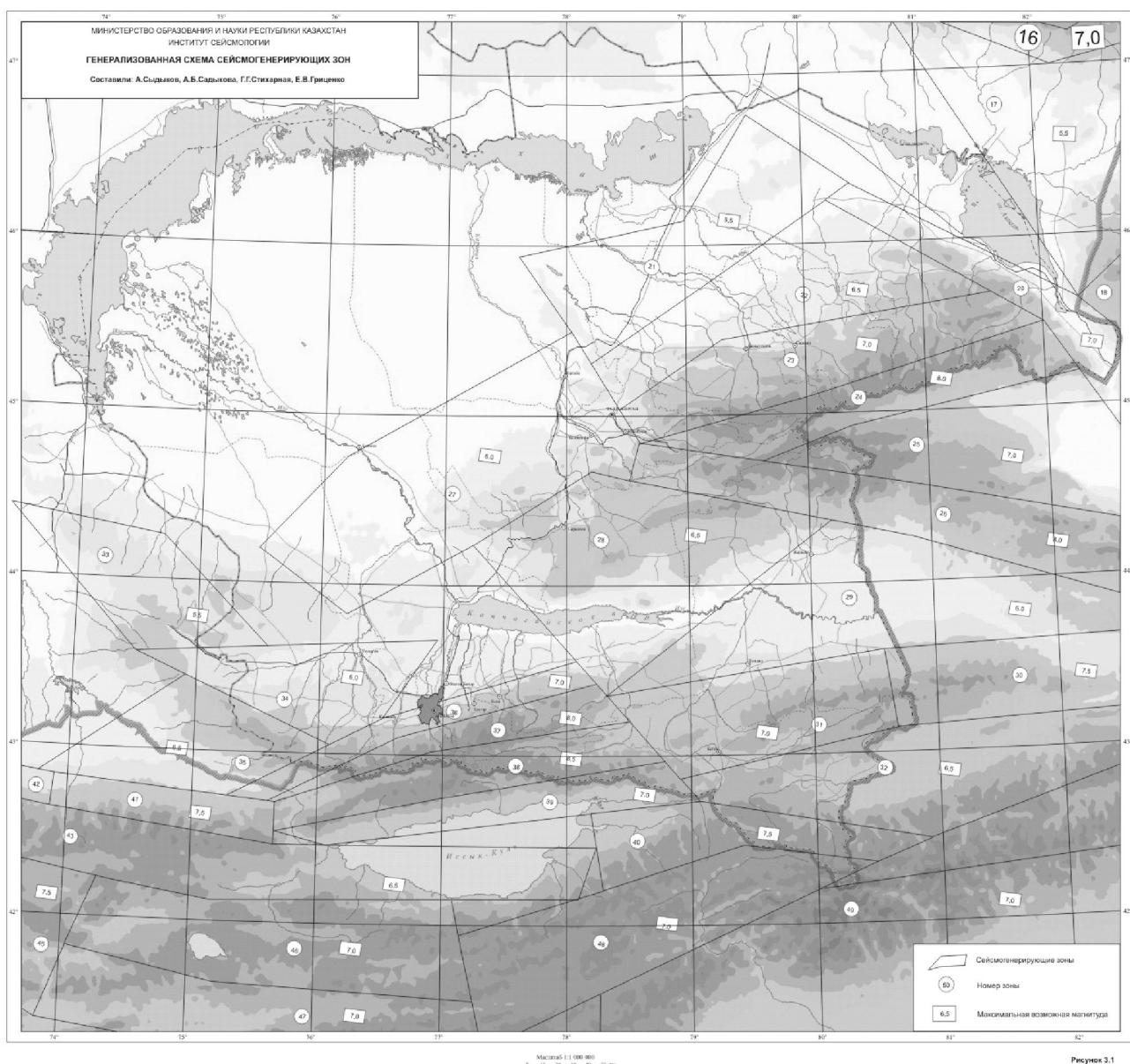


Рис. 1. Генерализованная схема сейсмогенерирующих зон

Шаня определение сейсмического момента проводилось для 5-10% землетрясений по записям аппаратуры ЧИСС, установленной на двух станциях. Показано, что для сильных и разрушительных землетрясений ( $M_s = 6.0\text{--}8.2$ ) значения  $M_s$  и  $M_w$  в пределах точности их определения совпадают [4]. Попытка определения магнитуды  $M_w$  слабых землетрясений по различным корреляционным соотношениям приводит к противоречивым результатам. Поэтому на данном этапе использовалась магнитуда  $M_s$ .

Для каждой сейсмогенерирующей зоны Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона определены различные параметры сейсмического

режима (площадь зоны –  $S$ ; минимальный уровень представительных землетрясений  $M_o$ ; суммарное количество землетрясений с  $M \geq M_o - N\Sigma$ ; уровень сейсмической активности –  $a_1$ ;  $a_2$ ; угол наклона графика повторяемости –  $b$ ; величины максимальных возможных землетрясений  $M_{max}$ ; величины максимальных наблюденных землетрясений  $M_{max(набл)}$ ; минимальные –  $h_{min}$ , максимальные –  $h_{max}$  и наиболее вероятные –  $h_{exp}$  значения глубин очагов землетрясений; количество землетрясений с  $M \geq M_{max} - N_{o max}$ .

Разработанная методика сейсмологической параметризации сейсмогенерирующих зон проиллюстрирована на примере зоны 0 (Северный Тянь-

Шань, в таблице), ограниченной координатами  $\varphi=41^{\circ}\text{--}44^{\circ}$  с.ш. и  $\lambda=75^{\circ}\text{--}80^{\circ}$  в.д. На рис. 2 показана карта эпицентров землетрясений с  $M \geq 2.0$  за 1951–2007 гг. территории Северного Тянь-Шаня с указанием глубин очагов, которые явились информационной основой для параметризации зоны 0. При расчетах исключались афтершоки сильных землетрясений. Период наблюдения выбран исходя из представительной регистрации многочисленных слабых землетрясений.

Для окончательной проверки стационарности сейсмического режима исследовались временные (годовые, внутрисуточные и др.) вариации числа землетрясений, а также их кумулятивные графики (рис. 3–5). Для определения  $h_{min}$ ,  $h_{max}$  и  $h_{sep}$  использовались временные вариации глубин, а также гистограммы распределения очагов землетрясений по глубине (рис. 6, 7). Для предварительного выбора значений  $M_o$  исследовались гистограммы распределения очагов землетрясений за различные периоды наблюдений (рис. 8, 9). Окончательное определение значения  $M_o$  проводилось по графику повторяемости. График распределения магнитуд землетрясений во времени (рис. 10) использовался для определения  $M_{max(\text{наб})}$ . Параметры  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b$ ;  $M_o$ ;  $N_{o\ max}$  определены исходя из графика повторяемости (рис. 11). Величина  $M_{max}$  оценена по совокупности геолого-геофизических и сейсмологических критериев определения сейсмопотенциала земной коры [5]. Значение  $N\Sigma$  определено как число землетрясений с  $M \geq M_o$ , которое использовалось для построения графика повторяемости [6].

Для выделенных сейсмогенерирующих зон был проведен расчет параметров сейсмотектонического деформирования. Определены следующие параметры: коэффициент Лоде–Надаи  $m$  и азимуты осей сжатия. Оценки вида деформированного состояния можно разбить на три группы по величине параметра  $m_e$ :  $m_e \sim 0$  ( $-0,3 < m_e < +0,3$ );  $m_e \sim +1$  ( $m_e \geq +0,3$ );  $m_e \sim -1$  ( $m_e \leq -0,3$ ). Первая соответствует деформированному состоянию сдвигового типа (в механическом смысле): вторая – одноосному сжатию, третья – одноосному растяжению. Для большинства зон характерны значения  $m > +0,3$ , что свидетельствует о реализации близгоризонтального одноосного сжатия сейсмогенного слоя при наклонах оси сжатия Р к горизонту меньше  $10^{\circ}$  (зоны в пределах хребтов Терской Алатау, Заилийский и Кунгей Алатау). Для

некоторых зон деформированное состояние определяется как сдвиговое в механическом смысле.

Таким образом, наиболее представительным типом деформированного состояния является близгоризонтальное одноосное сжатие. Оно характерно для всех наиболее сейсмоактивных зон, связанных со структурами Заилийский, Кунгей и Терской Алатау. Вторыми по представительности являются деформации типа сдвига в геологической интерпретации. Лишь для одной зоны характерен надвиговый тип деформирования [7].

Описанная выше методика сейсмологической параметризации сейсмогенерирующих зон применена для территории Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона. Ниже приводятся характеристики сейсмогенерирующих зон этого региона и параметры сейсмического режима, рассчитанные по генерализованной схеме (рис. 1), которые приведены в таблице.

**Характеристика сейсмогенерирующих зон.** Джунгаро-Северо-Тянь-Шанский регион является наиболее изученным в сейсмоактивном поясе Казахстана. Здесь проводятся достаточно детальные сейсмологические наблюдения и осуществлен широкий комплекс геофизических и сейсмотектонических исследований [8].

**Бороталинская** (24) сейсмогенерирующая зона приурочена к сближенным разломам, отделяющим Центрально-Джунгарский антиклиниорий от Бороталинского синклиниория. Почти на всем протяжении зоны вдоль ее крыльев консолидированный фундамент представлен либо гранитными массивами, либо кристаллическими породами кaledонского основания. Мощность земной коры более 46 км на фоне утолщенной ( $>10$  км) активной мантии. Как элемент неотектонической структуры описываемая зона связана со взбросо-надвигом, ограничивающим Бороталинскую мегатектиналь юго-восточной вергентности. Геофизическими методами она прослеживается до подошвы коры [9]. Величина поднятия доорогенной поверхности выравнивания почти на всем протяжении зоны превышает 4 км, а величина смещения ее по отношению к находящейся в пределах КНР Бороталинской впадине составляет около 3 км. Таким образом, суммарная ИНД Бороталинской зоны достигает 7 км, что соответствует прогнозируемой магнитуде 8,0. В пределах зоны произошедшие землетрясения имеют  $M=6,5$ , а сейсмическая активность  $A=0,1\text{--}0,2$  [1].

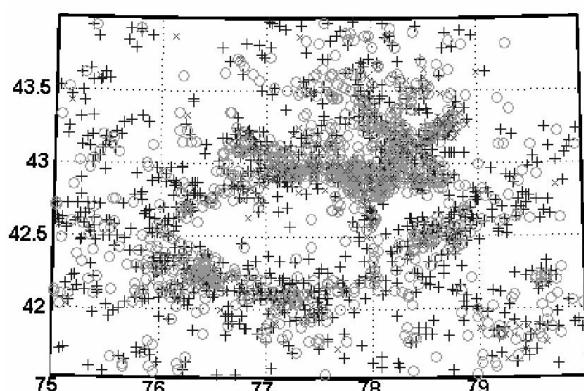


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений с  $M \geq 2.0$  за 1951–2007 гг. территории Северного Тянь-Шаня с определенными глубинами очагов (синий –  $h \leq 12.0$  км; зеленый –  $h \leq 24.0$  км; красный –  $h \leq 40.0$  км)

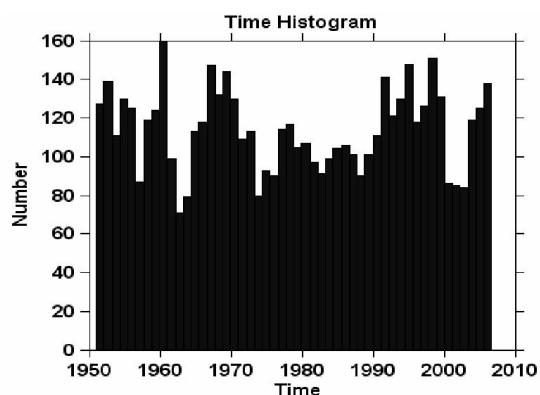


Рис. 3. Временные вариации количества землетрясений с  $M \geq 2.0$  территории Северного Тянь-Шаня

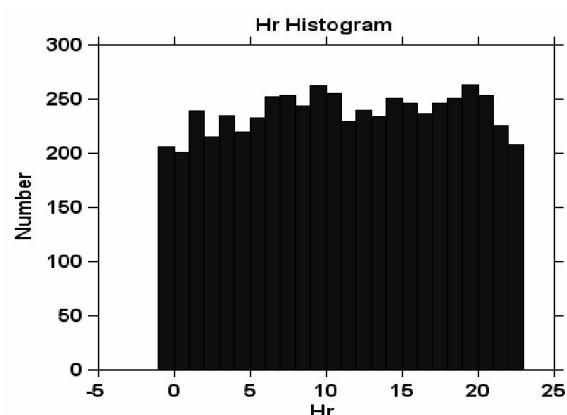


Рис. 4. Внутрисуточные вариации количества землетрясений с  $M \geq 2.0$  территории Северного Тянь-Шаня

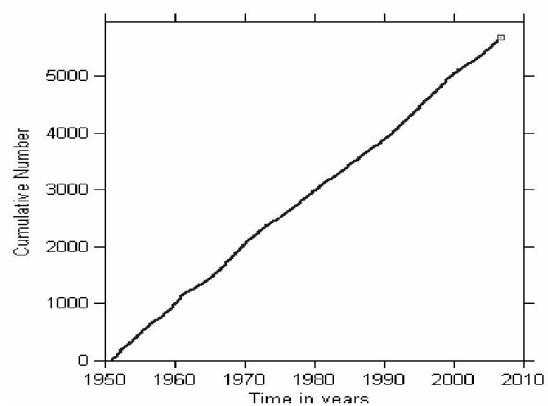


Рис. 5. Кумулятивный график распределения числа землетрясений Северного Тянь-Шаня с  $M \geq 2.0$

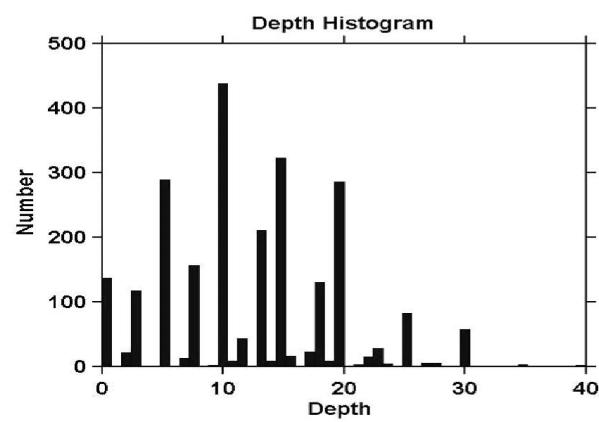


Рис. 6. Гистограмма распределения землетрясений Северного Тянь-Шаня по глубинам очагов

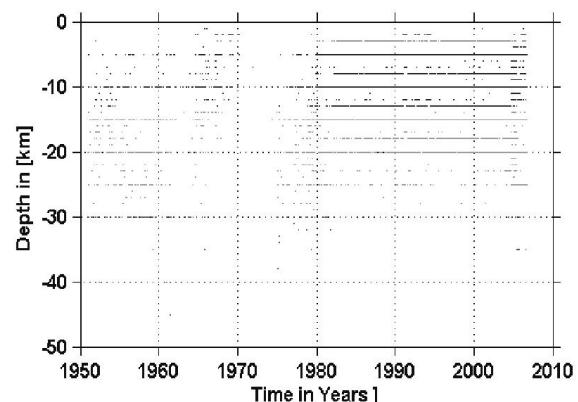


Рис. 7. Временные вариации глубин очагов землетрясений Северного Тянь-Шаня

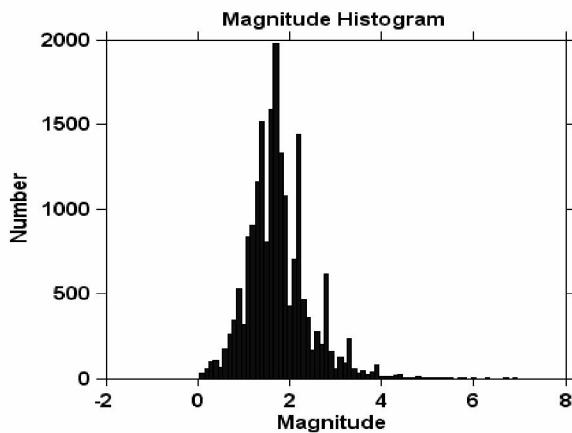


Рис. 8. Гистограмма распределения землетрясений Северного Тянь-Шаня по магнитудам

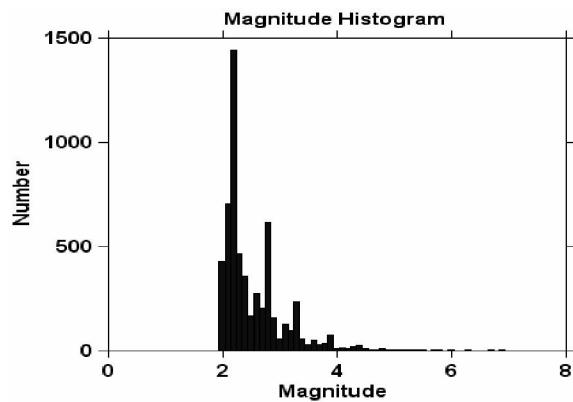


Рис. 9. Гистограмма распределения землетрясений Северного Тянь-Шаня по магнитудам ( $M \ge 2.0$ )

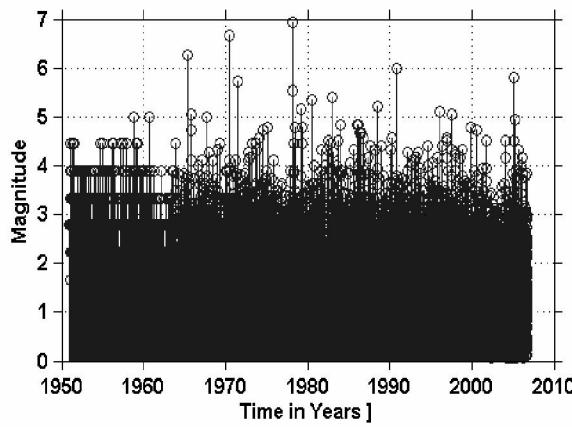


Рис. 10. График распределения магнитуд во времени землетрясений с  $M \ge 2.0$  территории Северного Тянь-Шаня

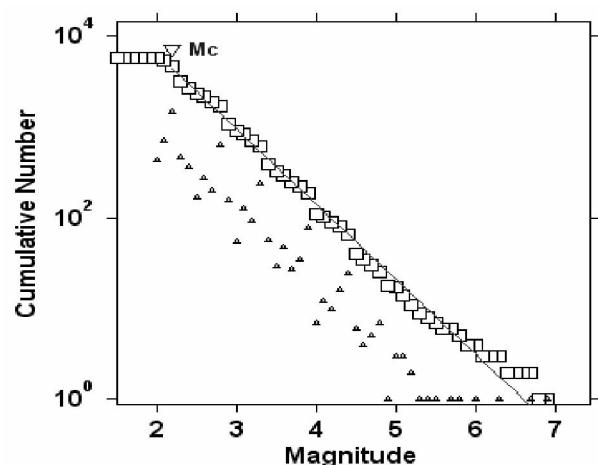


Рис. 11. График повторяемости землетрясений Северного Тянь-Шаня за период 1951-2007 гг.

*Южно-Джунгарская* (26) сейсмогенерирующая зона приурочена к глубинному разлому, разделяющему Южно- и Центрально-Джунгарский блоки. Зона протягивается из КНР и далее на северо-запад уходит под кайнозойские отложения Южно-Прибалхашской впадины, расчленяясь поперечными разломами. В этом же направлении уменьшается мощность коры от 50 до 44 км и активной мантии, причем простирание деструктивной зоны совпадает с направлением зоны градиентов мощности активной мантии. Амплитуда перемещения эпигерцинской денудационной поверхности на отдельных отрезках разлома не одинакова и уменьшается с востока на северо-запад от 2 км (в пределах приподнятых блоков) до 0,8-0,5 км (под рыхлыми отложениями Ю.Прибалхашской впадины). Суммарная

ИНД также изменяется в северо-западном направлении. Если вблизи Панфиловской впадины ее значения не превышают 3 км и на таком уровне остаются на территории КНР, то по простиранию в северо-западном направлении величина ИНД быстро достигает 4-5 км. По данным инструментальных наблюдений вдоль Южно-Джунгарской зоны разломов отмечены землетрясения 14-15 энергетического класса ( $M=5,9-6,5$ ), но потенциальные возможности ее по аналогии с Алматинской, видимо, значительно больше. Об этом свидетельствуют интенсивные движения новейшего этапа, выразившиеся в надвиговых перемещениях вдоль разлома и образовании вследствие этого приразломных складок в неогеновых отложениях, деформаций и разрывов голоценовых террас, а также установленные значения

Таблица. Параметры сейсмического режима сейсмогенерирующих зон Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона

№ пп	№ зоны	$S$ , км <sup>2</sup>	Период наблюдения	$N_0$	$M_0$	$a_1$	$a_2$	$b$	$M_{0i}$	$N_{0\ max}$	$h_{min}$	$h_{max}$	$h_{вер}$	$N_{\Sigma}$	$M_{max}$ набл	$M_{max}$	$\mu$
1	20	10820	1951-2008 гг	0.09	4.0	3.36	1.62	$0.76 \pm 0.09$	2.2	0.00019	0	20	5	55	3.9	7.0	-
2	21	12660	1951-2008 гг	0.06	4.0	3.63	1.88	$0.88 \pm 0.1$	2.2	0.0011	0	15	15	63	4.4	5.5	-
3	22	12350	1951-2008 гг	0.07	4.0	4.01	2.26	$0.97 \pm 0.09$	2.2	0.00009	0	20	10	110	4.8	6.5	0,35
4	23	10800	1951-2008 гг	0.25	4.0	3.65	1.9	$0.71 \pm 0.06$	2.2	0.0008	0	20	10	167	6.3	7.0	-0,16
5	24	8004	1951-2008 гг	0.25	4.0	3.99	2.24	$0.81 \pm 0.05$	2.2	0.00006	0	25	10	219	5.6	8.0	0,20
6	25	14040	1951-2008 гг	0.54	4.0	3.81	2.05	$0.66 \pm 0.04$	2.2	0.0027	0	25	5-10-20	296	6.9	7.0	0,17
7	26	14060	1951-2008 гг	1.09	4.0	4.25	2.49	$0.70 \pm 0.03$	2.2	0.0008	0	30	10	685	5.3	8.0	-0,06
8	27	20720	1951-2008 гг	0.27	4.0	3.78	2.02	$0.74 \pm 0.05$	2.2	0.0038	0	30	10	188	5.7	6.0	-
9	28	17860	1951-2008 гг	0.67	4.0	4.32	2.56	$0.78 \pm 0.04$	2.2	0.0031	0	30	10	538	5.5	6.5	0,31
10	29	20590	1951-2008 гг	0.37	4.0	3.89	2.14	$0.73 \pm 0.04$	2.2	0.0024	0	25	10	259	6.4	6.0	0,46
11	30	9835	1951-2008 гг	0.24	4.0	3.7	1.95	$0.73 \pm 0.07$	2.2	0.0036	0	25	5-25	173	5.6	7.5	0,16
12	31	8097	1951-2008 гг	0.41	4.0	4.49	2.73	$0.89 \pm 0.05$	2.2	0.0003	0	40	10	436	8.2	7.0	0,39
13	32	15950	1951-2008 гг	0.52	4.0	4.07	2.31	$0.74 \pm 0.04$	2.2	0.0013	0	30	5	372	6.3	6.5	0,12
14	33	7450	1951-2008 гг	0.05	4.0	3.97	2.21	$0.998 \pm 0.1$	2.2	0.0005	0	25	10-15	81	4.4	5.5	-0,01
15	34	7370	1951-2008 гг	0.06	4.0	4.2	2.44	$1.05 \pm 0.1$	2.2	0.0001	0	25	5	105	4.1	6.0	0,71
16	35	8026	1951-2008 гг	0.28	4.0	4.43	2.67	$0.92 \pm 0.06$	2.2	0.0005	0	25	5-15	361	6.8	6.5	0,41
17	36	3958	1951-2008 гг	0.29	4.0	3.88	2.12	$0.76 \pm 0.03$	1.7	0.0006	0	30	10	501	7.2	7.0	0,25
18	37	3905	1951-2008 гг	0.55	4.0	4.34	2.57	$0.81 \pm 0.02$	1.7	0.0001	0	40	10	1278	8.2	8.0	0,40
19	38	7185	1951-2008 гг	0.87	4.0	4.4	2.64	$0.77 \pm 0.02$	1.7	0.0001	0	30	10-20	1732	8.2	8.5	0,33
20	39	6025	1951-2008 гг	0.29	4.0	3.96	2.2	$0.78 \pm 0.05$	2.2	0.0005	0	30	10	240	5.7	7.0	-
21	40	6617	1951-2008 гг	0.44	4.0	4.35	2.59	$0.84 \pm 0.04$	2.2	0.0002	0	35	10	423	6.7	7.5	0,48
22	41	3882	1951-2008 гг	0.34	4.0	3.78	2.02	$0.71 \pm 0.05$	2.2	0.0005	0	30	10	220	5.0	7.5	0,66
23	42	6068	1982-2008 гг	0.11	4.0	3.77	2.36	$1.0 \pm 0.2$	2.2	0.00004	0	20	10		6.3	7.0	0,05
24	43	13350	1951-2008 гг	1.18	4.0	4.53	2.77	$0.77 \pm 0.03$	2.2	0.0058	0	40	10	918	5.6	6.5	0,61
25	46	14840	1951-2008 гг	0.77	4.0	4.17	2.41	$0.72 \pm 0.03$	2.2	0.0023	0	25	5	518	5.5	7.0	-0,18
26	47	12380	1951-2008 гг	0.81	4.0	4.19	2.42	$0.72 \pm 0.06$	2.8	0.0024	0	25	10		5.7	7.0	0,13
27	48	15040	1951-2008 гг	1.17	4.0	4.49	2.73	$0.76 \pm 0.03$	2.2	0.0026	0	25	10-15	903	6.6	7.0	0,55
28	49	35780	1951-2008 гг	3.14	4.0	4.71	2.95	$0.70 \pm 0.02$	2.2	0.011	0	30	10	2020	6.9	7.0	-0,06
29	50	30200	1951-2008 гг	2.22	4.0	5.05	3.29	$0.84 \pm 0.04$	2.8	0.0067	0	25	10	755	6.6	6.5	-

ИНД. По всему комплексу имеющихся данных на восточном фланге Южно-Джунгарской зоны максимальная магнитуда предполагается в пределах 7,0-8,0, а к северо-западу снижается сначала до 6,5, а затем (в пределах Южно-Прибалхашской впадины) до 6,0.

*Северо- и Центрально-Кетменская* (31) сейсмогенерирующие зоны связаны с разломами, рассекающими Кетменский мегаблок земной коры на более мелкие блоки. Данный мегаблок имеет мощность земной коры 50-55 км и отделяется от Кунгей-Залийского переходной зоной (44-48 км). Существенно также то, что названные зоны находятся в пределах трассируемого в широтном направлении Северо-Тянь-Шаньского глубинного деструктивного пояса, совпадающего к тому же с областью развития аномальной мантии. С неотектонических позиций упомянутые сейсмогенерирующие зоны приурочены к Кетменской мегантиклинали, обладающей южной вергентностью. Северо-Кетменская обрезает северное пологое крыло структуры, и перемещение по сбросовому уступу не превышает 0,8-1,2 км. Центрально-Кетменская проходит по осевой части структуры и взбросовое смещение по ней составляет 1,5-2 км. Сейсмическая активность Кетменских зон значительно ниже ( $A_{10}=0,01-0,05$ ). С 1951 г. здесь отмечены землетрясения не более 12 энергетического класса, но на территории КНР отмечены землетрясения с  $M=5,5-6,0$ . Однако, эти данные, видимо, не отражают потенциальных возможностей возникновения сильных землетрясений. Названные выше крупнейшие разломы сопровождаются сейсмогравитационными дислокациями и, кроме того, имеют достаточно высокий уровень суммарной интенсивности неотектонических движений (3-5 км). Их сейсмопотенциал оценивается в пределах  $M=6,0-7,5$ .

*Алматинская* (36) сейсмогенерирующая зона приурочена к узкой полосе дифференцированных перемещений земной коры. С севера она ограничена Алматинским глубинным разломом, по которому происходит контрастное сочленение предгорной ступени с Алматинской впадиной. Консолидированный фундамент представлен осадочно-вулканогенными герцинскими комплексами, пронизанными каледонскими интрузиями гранитоидов. Мощность земной коры вдоль зоны 48-50 км, а активной мантии более 10 км. В целом

Алматинская зона приурочена к северной части глубинного деструктивного пояса, проникающего до подошвы земной коры, представленного здесь жестким сиалическим комплексом. Южная граница сейсмогенерирующей зоны проходит по Зайсанскому разлому, к которому приурочена группа сильных землетрясений с  $M=5,6-7,5$  включая Верненское 1887 г. Вдоль зоны наблюдается частая дифференциация блоков по высотному положению, свидетельствующая о неравномерности неотектонических поднятий. Суммарная ИНД оценивается от 3,5 до 6,5 км. В пределах зоны мощность сейсмоактивного слоя изменяется от 10 до 30 км. В Алматинской зоне произошло более 20 слабых землетрясений; плотность эпицентров колеблется в пределах 0,17-3,3, а сейсмическая активность 0,05-0,5. На западном фланге зоны преобладающие механизмы очагов сбросы и взбросы, на восточном – только взбросы. Максимальная магнитуда до 7,0.

*Залийская* (37) сейсмогенерирующая зона ( $M_{max}=8,0$ ) приурочена к высокогорному блоку, испытавшему за новейший этап поднятие до 3,5-4 км. Суммарная ИНД достигает 6,5-8 км. Верхняя часть земной коры сложена преимущественно гранитоидами Залийского батолита, уходящего корнями в Северо-Тяньшаньский сиалический блок, выделяемый по ряду геофизических параметров. С этим блоком связан одноименный деструктивный пояс, достигающий подошвы коры, мощность которой колеблется в пределах 48-50 км. В этом регионе наибольшую мощность имеет и активная мантия. Продольные ограничения составляют Залийский и Чилик-Кеминский глубинные разломы. Достаточно четко выражены и поперечные линеаменты, к узлам пересечения которых с продольными приурочены сильные землетрясения с  $M=5,1-6,5$ . Вблизи такого узла, в частности, находится эпицентр Верненского ( $M=7,3$ ) и ряд других сильных, а также более 40 слабых землетрясений. Плотность эпицентров в пределах 0,17-3,3, сейсмическая активность 0,1-0,5; преобладающие механизмы в очагах – сбросы и взбросы. Мощность сейсмоактивного слоя 20-35 км. В Залийской зоне отмечено большое количество палеосейсмодислокаций, тяготеющих к продольным и поперечным линеаментам.

*Кунгейская* (38) сейсмогенерирующая зона ( $M_{max}\geq 8,1$ ) приурочена к высокогорному блоку с

величиной общего поднятия доорогенной поверхности выравнивания до 4 и более км, который образует основной массив хребта Кунгей Ала-таяу от Бoomского ущелья на западе до поперечной Чиликской линеаментной зоны на востоке. Суммарная ИНД – от 5 до 8 км. В пределах описываемого блока в составе верхней части земной коры преобладают жесткие каледонские гранитоиды и только в некоторых районах пятнами сохранились осадочные и осадочно-вулканогенные породы от ордовика до карбона. Для данной зоны характерны те же особенности строения земной коры и верхней мантии, которые описаны выше для Заилийской. Главные продольные структурообразующие разломы – Чилик-Кеминский, Северо-Кунгейский, Северо-Иссык-Кульский. В центральной части зоны произошло Кеминское (1911 г.), а на восточном фланге – Чиликское (1889 г.) и Жаланаш-Тюпское (1978 г.) землетрясения. Плотность эпицентров в зоне колеблется от 0,5 до 1,0, а сейсмическая активность  $A_{10}$  от 0,1 до 0,5; преобладающие механизмы очагов – взбросо-сдвиги. Мощность сейсмоактивного слоя от 20 до 35 км. Кунгейская зона характеризуется широким распространением сейсмотектонических и сейсмогравитационных палеосейсмодислокаций, наибольшая плотность которых отмечается в эпицентральных зонах сильных землетрясений.

Полученные параметры сейсмического режима и сейсмотектонического деформирования для сейсмогенерирующих зон Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона будут в дальнейшем

использованы для вероятностной оценки сейсмической опасности региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. Алматы: Ысым, 2004. 270 с.
2. Садыкова А.Б. Сейсмологические критерии выявления и параметризации очаговых зон // Материалы Международной конференции «Проблемы оценки сейсмической опасности и снижения последствий землетрясений». Ташкент. 2008. С.8-11.
3. Сыдыков А., Садыкова А.Б. Особенности сейсмичности и сейсмического режима территории Казахстана // Геология и охрана недр. 2007. №2. С.58-62.
4. Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А. // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИА ПРИРОДА. 1999. С.60-64.
5. Геодинамика и сейсмичность литосфера Казахстана. Коллектив. Алматы, 2007. 411 с.
6. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. М.: Наука, 1985. 406 с.
7. Сыдыков А., Садыкова А.Б., Полешко Н.Н. Сейсмотектоническое деформирование среды по данным о механизмах очагов землетрясений // ҚазҰТУ хабаршысы – Вестник КазНТУ. 2007. №2. С.12-17.
8. Тимуши А.В. Карта сейсмогенерирующих зон территории Казахстана как основа защиты от землетрясений // Проблема предотвращения последствий разрушительных землетрясений (доклады 2-го Казахстанско-Японского семинара 23-25 сент. 2002 г). Алматы: Эверо, 2003. С.110-118.
9. Шацилов В.И., Тимуши А.В., Степаненко Н.П., Каидаш Т.М., Белоусова Н.П. Особенности строения литосфера Тянь-Шаня и прилегающих платформ // Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска. Алматы, 2005. С. 118-129.