



***RESULTS OF RESEARCHES  
ON THE INTERNATIONAL GEOPHYSICAL PROJECTS***

**RESEARCH  
OF SEISMICITY  
IN SEISMIC ZONES  
OF LESS ACTIVITY**

**(CENTRAL CUBA)**



**PUBLISHING HOUSE «NAUKA»  
MOSCOW 1983**

## ОСОБЕННОСТИ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НА ПЛОЩАДКЕ

В условиях малой изученности района заранее, как правило, бывает трудно оценить вклад в общую сейсмическую опасность, вносимый, с одной стороны, относительно слабыми, но очень близкими к площадке местными толчками, а с другой — мощными удаленными землетрясениями.

Известно, что даже осредненные характеристики затухания достаточно сильно варьируют от района к району (см., например, [Новый каталог, 1977]). Еще сильнее влияют на форму изосейст и характер затухания местные тектонические условия. В условиях большой контрастности геологического строения региона на характере макросейсмического поля сказываются и особенности расположения сейсмических очагов. Определенную, а в условиях близости очагов к площадке и решающую роль в формировании сейсмических воздействий играет и глубина очагов. Для решения этих вопросов трудно рекомендовать сколько-нибудь надежный способ построения теоретических изосейст. Ниже рассмотрены некоторые методы учета местных особенностей даже при отсутствии достаточного объема исходных данных.

### Обобщенные изосейсты для различных районов Кубы и Карибского бассейна

Скудость макросейсмического материала не позволяет применить для этого района стандартную методику их обработки [Новый каталог, 1977], поэтому авторы настоящей работы применили способ обработки по группам землетрясений. Перечень использованных землетрясений приведен в табл. 1. Для каждой территориальной группы землетрясений строились обобщенные изосейсты  $\delta I = 0,1 \dots$ , где  $\delta I = I_0 - I$ . В тех случаях, когда инструментальный эпицентр практически совпадал с наблюдаемой зоной максимальных сотрясений, в качестве  $I_0$  бралась наблюдаемая максимальная балльность. Если же эпицентр находился в море сравнительно далеко от берега, то в качестве  $I_0$  бралось значение  $I_0$ , вычисленное по формуле  $I_0 = 1,17M + 0,1$  и округленное до 0,5 балла. Вычисленное значение имеет смысл балльности, которая могла бы наблюдаться, если бы эпицентр оказался на суше. Таким приемом приходилось пользоваться для нескольких землетрясений, находившихся между Гаити и Пуэрто-Рико или к северу от них. Значение  $I_0$  в таких случаях в табл. 1 взято в скобки.

Индивидуальные карты  $\delta I_i$  для разных землетрясений одной зоны объединялись. В качестве опорной точки выбирался либо инструментальный эпицентр, либо середина зоны максимальных сотрясений точек индивидуальных карт до совмещения. По опорным точкам совмещались данные всех землетрясений одного района. Рассматривались порознь следующие районы: Центральная Куба, Ориенте и Гаити.

**Центральная Куба.** Обобщенные изосейсты  $\delta I_i$ , полученные по двум землетрясениям Центральной Кубы (рис. 1), имеют вид эллиптических колец (или эллипсов), вытянутых в направлении азимутов  $315-125^\circ$ , что совпадает с общим простиранием острова в его центральной части. Большая полуось примерно вдвое больше малой.

Чтобы количественно описать затухание балльности с расстоянием, необходимо рассматривать затухание в зависимости от направления. График  $\delta I(R)$  построен для двух направлений: вдоль большой и вдоль малой полуосей изосейст по тем пунктам, которые расположены вблизи них (рис. 2, а). Прямые линии на этом графике ограничивают полосу, за пределы которой не выходит радиус обобщенной изосейсты при заданном расстоянии.

**Западная Куба.** Макросейсмическое поле единственного сильного землетрясения этого района в Сан-Кристобале 1880 г. (рис. 3) также характеризуется различным

Таблица 1

Землетрясения, использованные для получения характеристик  
обобщенного макросейсмического поля

Район очага	Год	Дата	Магнитуда		Максимальный балл	h, км
			M	m		
Центральная Куба, Ремедьос	1939	14.VIII	(5,5?)	—	VII	18
Центральная Куба, Эсмеральда	1974	8.IV	—	4,1	VI	4
Западная Куба, Сан-Кристобаль	1880	22.I	—	—	VIII	10
Ориенте, Сантьяго-де-Куба	1932	3.II	6,75	—	VIII	28
Ориенте, Пайлон	1976	19.II	5,9	—	VII	23
Ориенте, Сантьяго-де-Куба	1968	11.X	—	4,2	V	12
Гаити	1946	4.VIII	8,1	—	X	28
То же	1918	11.X	7,5	—	VIII–IX	40
"	1948	21.IV	7,3	—	(VIII–IX)	(35)
"	1911	6.X	7	—	VIII	36
"	1917	27.VII	7	—	(VIII)	(36)
"	1946	4.X	7	—	(VIII)	(36)
"	1953	31.V	6,9	—	VIII	32
"	1962	20.IV	6,7	—	(VIII)	(26)
"	1956	9.VII	6,4	—	(VII–VIII)	(27)
"	1971	11.VI	6,4	—	VII–VIII	26
"	1966	3.XI	6,2	—	VII–VIII	22
"	1945	22.I	6	—	(VII)	(26)
"	1974	29.VIII	—	4,6	(V–VI)	(12)

затуханием в разных направлениях. Направления максимальной оси и здесь соответствуют простиранию острова, однако здесь простирание иное, азимут большой оси близок к  $70-80^\circ$ .

Сопоставим затухание балльности Центральной и Западной Кубы (см. рис. 2, б). Точки, соответствующие значениям  $\delta I$  вдоль большой полуоси (азимут  $70-250^\circ$ ) для Западной Кубы совмещены здесь с прямыми графика  $\delta I(R)$  для Центральной Кубы (азимут  $125-305^\circ$ , соответствующий направлению больших полуосей в этом районе). Аналогично сопоставлено затухание вдоль поперечных направлений.

**О р и е н т е.** Можно было ожидать, что ориентация изосейст в Ориенте повторяет ориентацию изосейст Центральной Кубы. Рис. 4, на котором показаны обобщенные данные  $\delta I$ , не указывает, однако, на явное преимущество какого-либо направления. Различия для двух ориентаций полуосей —  $0$  и  $90^\circ$ ,  $310$  и  $40^\circ$  (рис. 5) — не превышают  $20\%$ , так что практически изосейсты в этом районе можно считать круговыми. Это может служить косвенным свидетельством в пользу слабой генетической (тектонической) связи между землетрясениями Ориенте и Центральной Кубы.

**Г а и т и и П у э р т о - Р и к о.** Макросейсмика этого района весьма своеобразна. Обобщенные карты изосейст (рис. 6, 7) показывают, что зоны равных  $\delta I$  вытянуты почти широтно, вдоль азимута  $100-280^\circ$ . Отношение большой полуоси к малой растет по мере увеличения  $I$  и удаления от очага. При  $\delta I = 2$  оно равно примерно 2, как и в Центральной Кубе, а при  $\delta I = 4-5$  достигает 4–5. Такая тенденция ясно указывает, что причина столь сильного различия в затухании (рис. 8) лежит не в вытянутости очагов землетрясений, а в особенности среды. Вероятно, причиной большого затухания в направлении С–Ю является то, что сейсмическая радиация пересекает фокальную зону

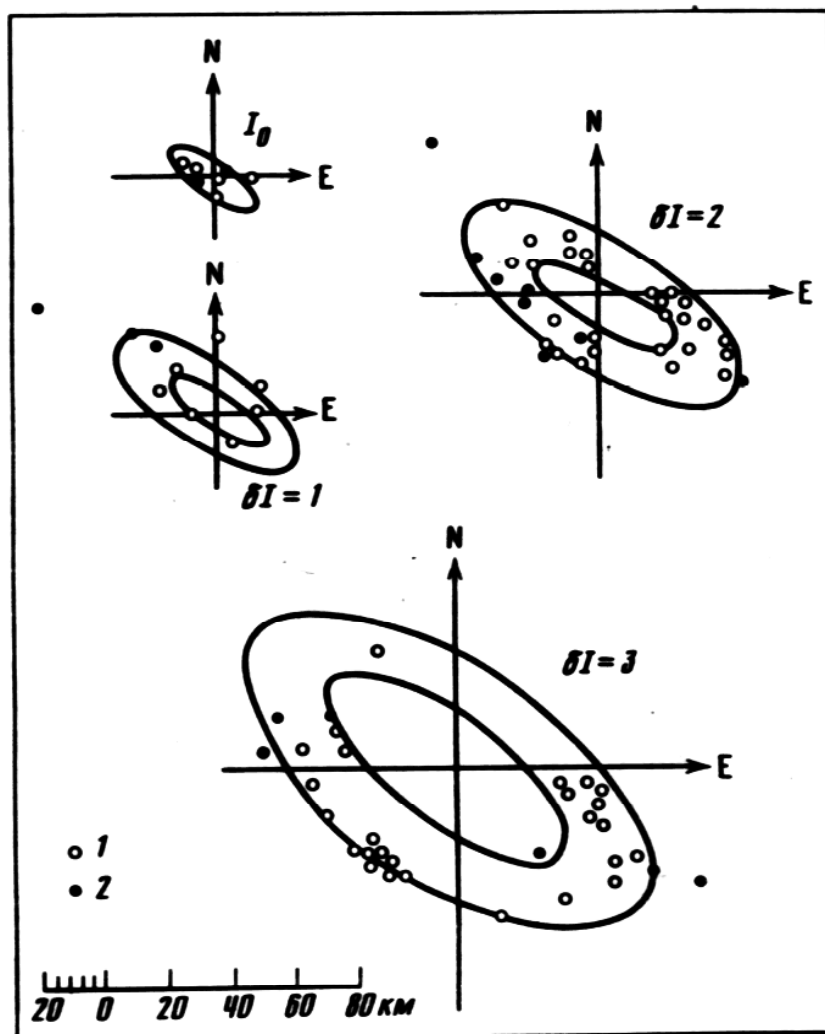


Рис. 1. Обобщенные изосейсты  $\Delta I = 0, 1, 2, 3$  для Центральной Кубы  
1, 2 — данные индивидуальных землетрясений

глубоких землетрясений, протягивающуюся вдоль северного берега острова Гаити в направлении примерно  $110-290^\circ$ . Очень слабое затухание вдоль направления  $100-280^\circ$ , возможно, связано с наличием здесь глубоководного желоба, способствующего возникновению фазы  $T$ , образующей мощные и продолжительные колебания. На большие расстояния протягиваются изосейсты со сравнительно небольшими абсолютными значениями баллов — это именно ощутимые, но не разрушительные сотрясения. Отметим, что для землетрясений этой зоны в каталоге [Tomblin, Robson, 1977] часто отмечается большая продолжительность колебаний ("колебания продолжались три минуты"; "колебания ощущались две-три минуты"; "землетрясение продолжалось несколько минут"). Такие замечания относятся обычно к четырех-шестибалльным сотрясениям, и это оказываются землетрясения, произошедшие в первой половине нашего века, но не внесенные в каталог [Gutenberg, Richter, 1954], так что их магнитуда не может быть очень большой. Можно предполагать, что в этих случаях большая продолжительность ощутимых колебаний связана именно с колебаниями фазы  $T$ , образующими длительный цуг [Раутиан, см. наст. сб.]. Ощутимые колебания на больших расстояниях, связанные с фазой  $T$ , отмечались в работе [Talandier, Okal, 1979].

Затухание между Ориенте и Ямайкой (поперек желоба). Землетрясения, для которых имеются сведения о сотрясениях на Ямайке и в Ориенте, приведены в табл. 2.

Убывание интенсивности сотрясений на 3 балла на расстоянии порядка 200–240 км существенно меньше, чем затухание "поперек" в районе Гаити, оно приближается к за-

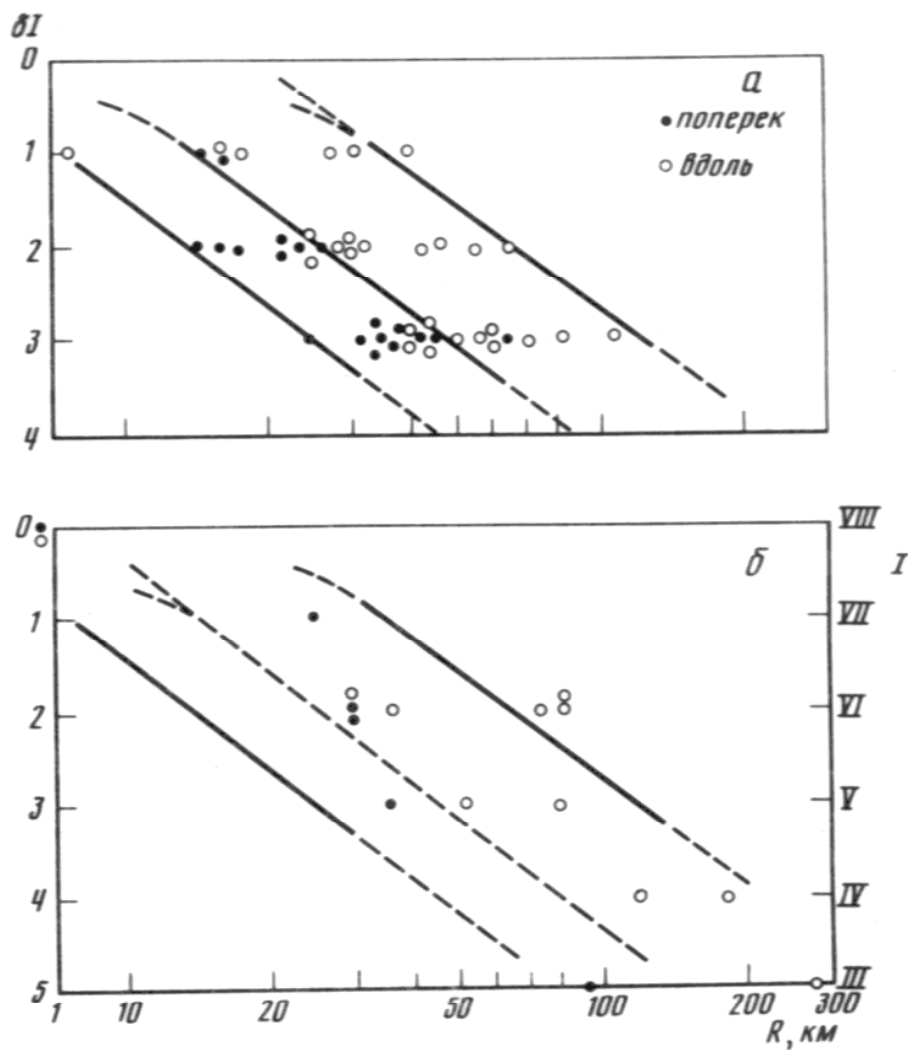


Рис. 2. Затухание сотрясений для Центральной (а) и Западной (б) Кубы

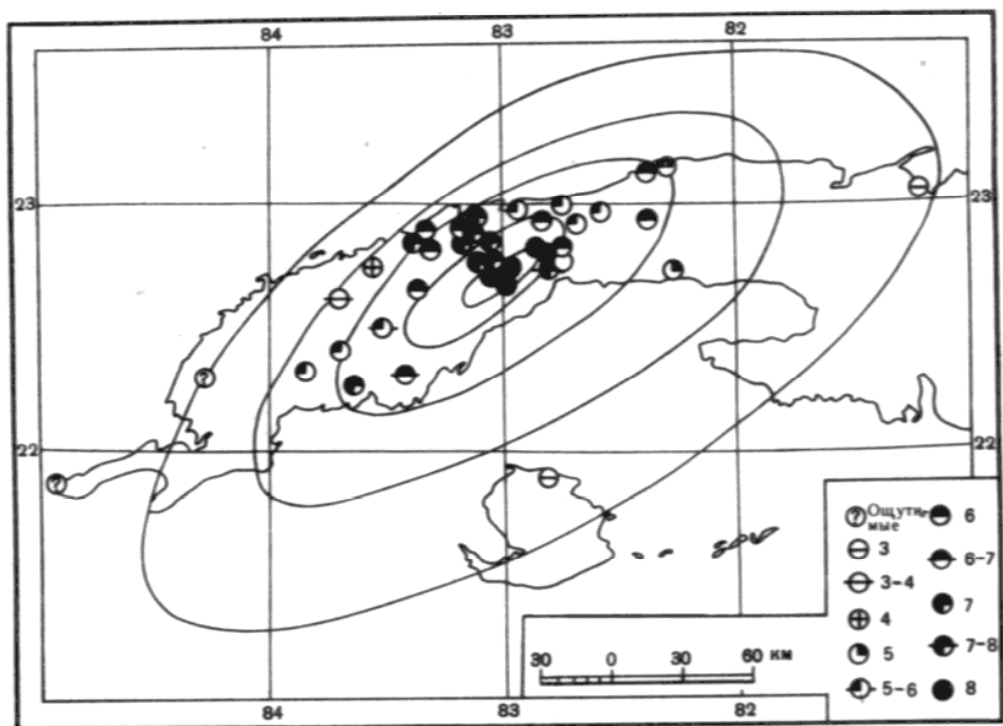


Рис. 3. Карта изосейст землетрясения Сан-Кристобаль 22.I 1880 г.

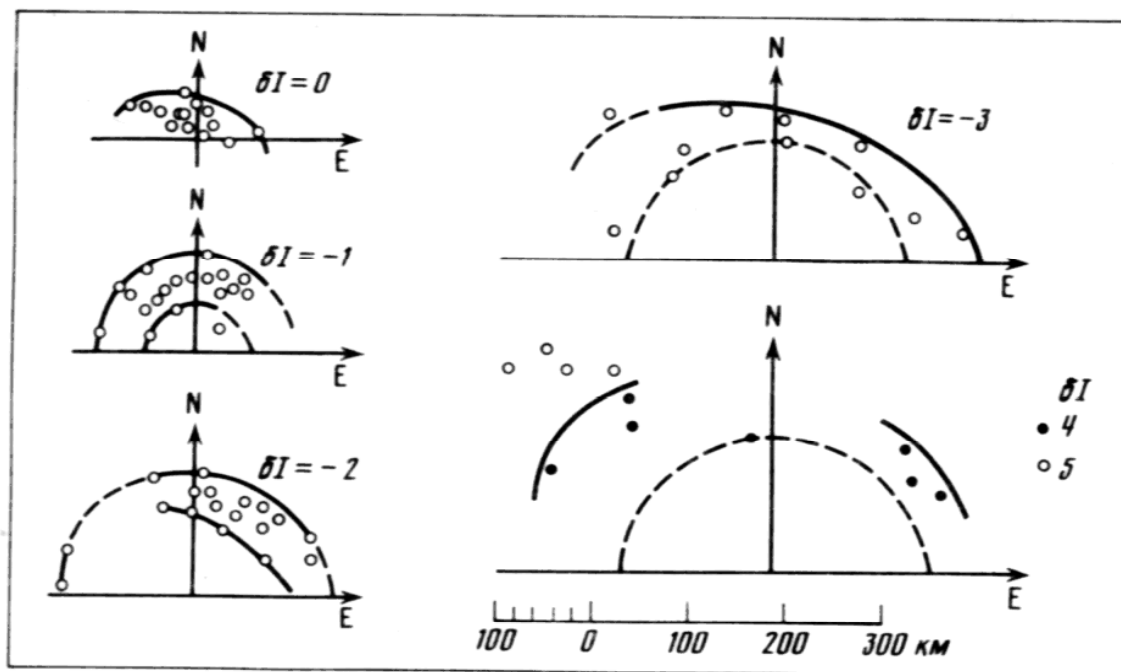


Рис. 4. Обобщенные изосейсты для Ориенте

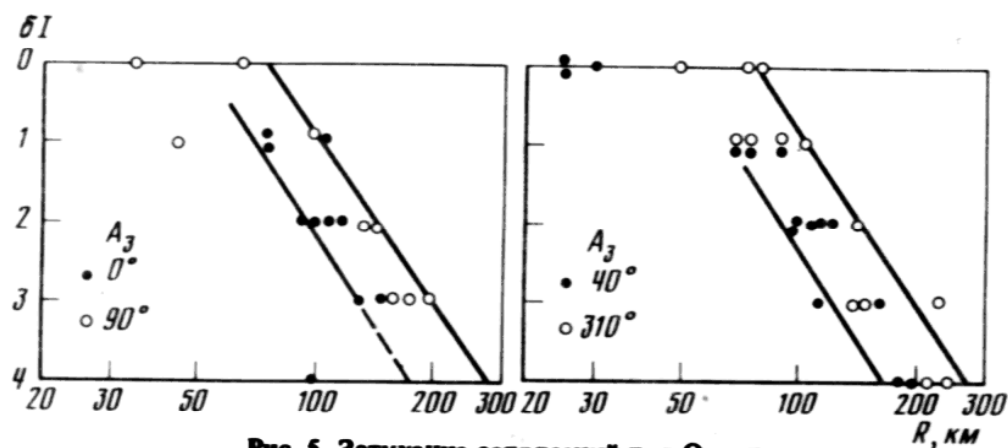


Рис. 5. Затухание сотрясений для Ориенте

туханию "вдоль" в этом районе (рис. 9). Отметим, что характер записи землетрясений Ямайки на станции Рио-Карпинтеро в Ориенте похож на записи землетрясений Гаити этой же станции: они характеризуются сравнительно нечеткими вступлениями и большой "затянутостью", т.е. продолжительностью участка больших амплитуд. Огибающие записи сильных землетрясений Ямайки похожи на огибающие землетрясений Гаити на-

Таблица 2

Основные сведения о землетрясениях, ощущавшихся на Ямайке и в Ориенте (Куба)

Год	Дата	Ориенте		Ямайка		
		R, км	I, балл	R, км	I, балл	$\delta I$ , балл
1766	11.VI	30	IX	240	VI	3
1826	18.IX	30	VIII	240	IV	4
1852	28.XI	30	VIII	240	VI	2
1956	01.X	220	III	10	V	2
1976	19.II	20	VII	200	III	4
В среднем $\delta I = 3$						

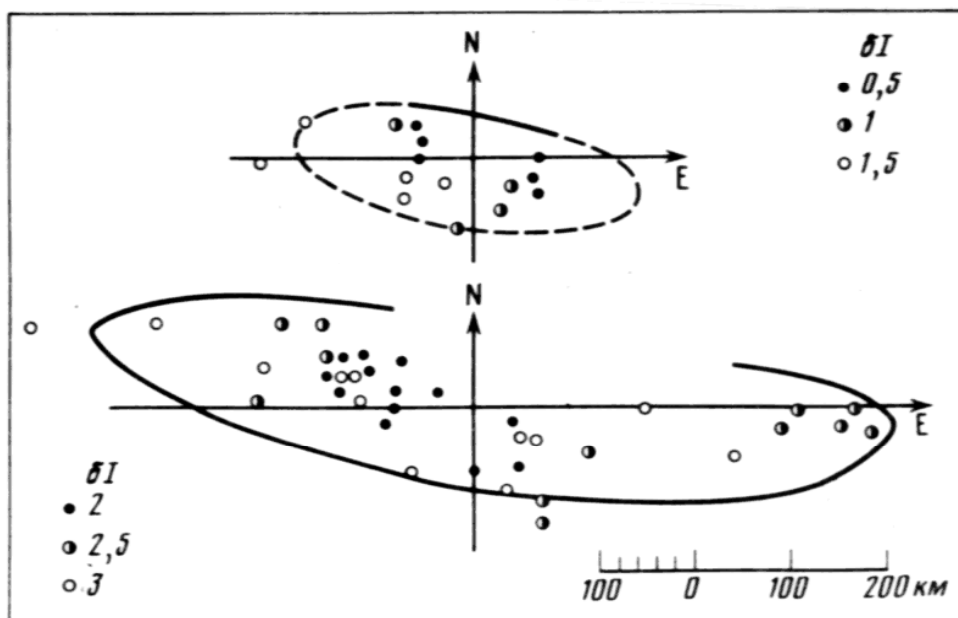


Рис. 6. Обобщенные изосейсты для Гаити

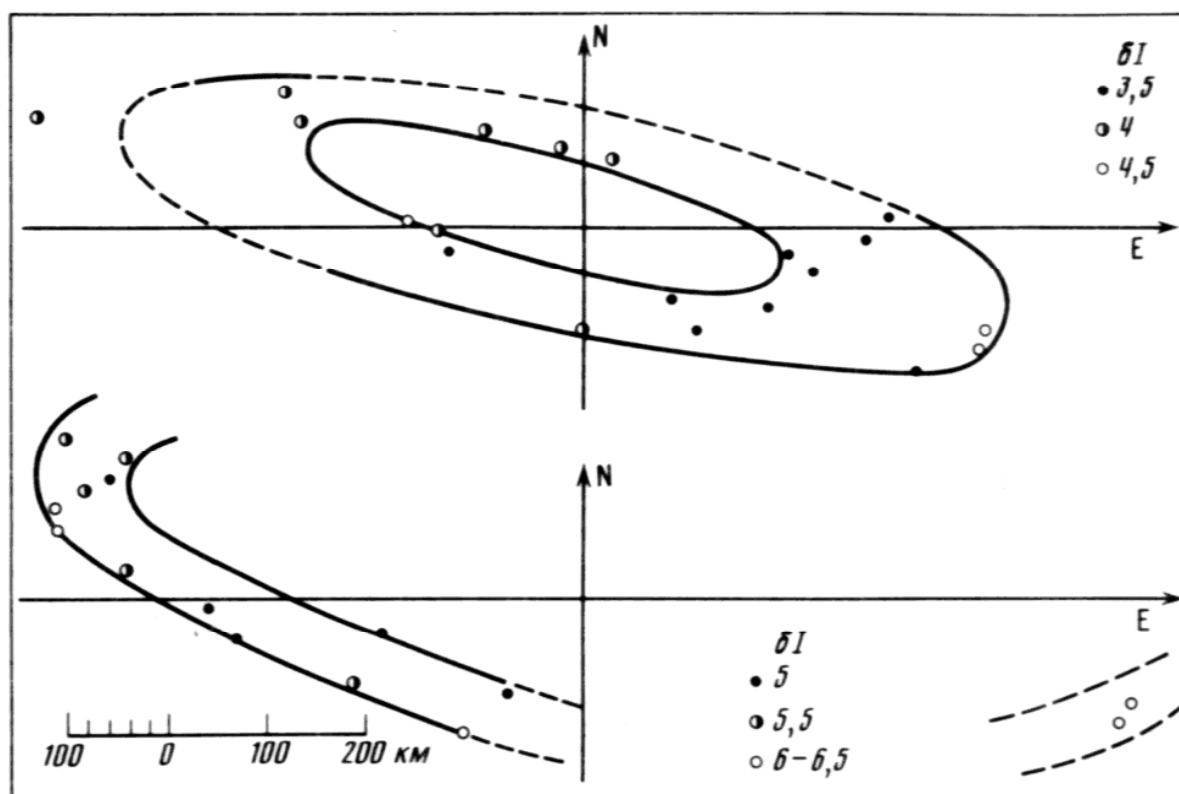


Рис. 7. Обобщенные изосейсты для Пуэрто-Рико

личием интенсивной, но менее продолжительной группы колебаний, интерпретируемых предположительно как фаза  $T$ . Таким образом, наличие трансформного разлома, связанного с желобом, идущим вдоль побережья Ориенте, само по себе не вызывает сильного затухания колебаний при пересечении ими разлома. С другой стороны, тот факт, что этот трансформный разлом не связан с интенсивной субдукцией и современным вулканизмом, объясняет отсутствие очень сильного поглощения высокочастотных колебаний на этом пути. Об этом говорят и не слишком малые значения добротности, выявляемые по записям станции Рио-Карпинтеро: для времен пробега от 70 до 250 с и периодов  $T \approx 0,6$  с  $Q = 400$ .

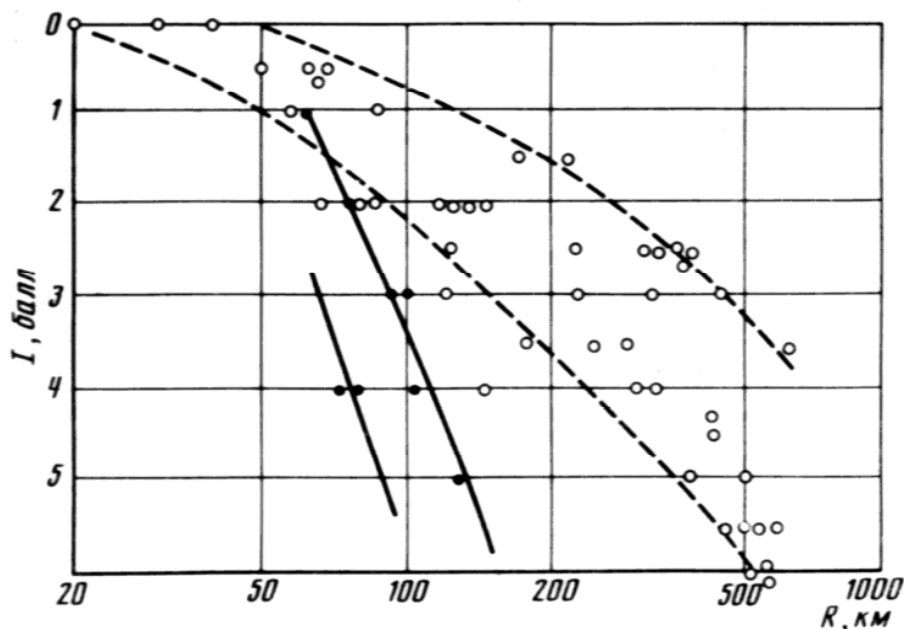


Рис. 8. Затухание сотрясений для Гаити

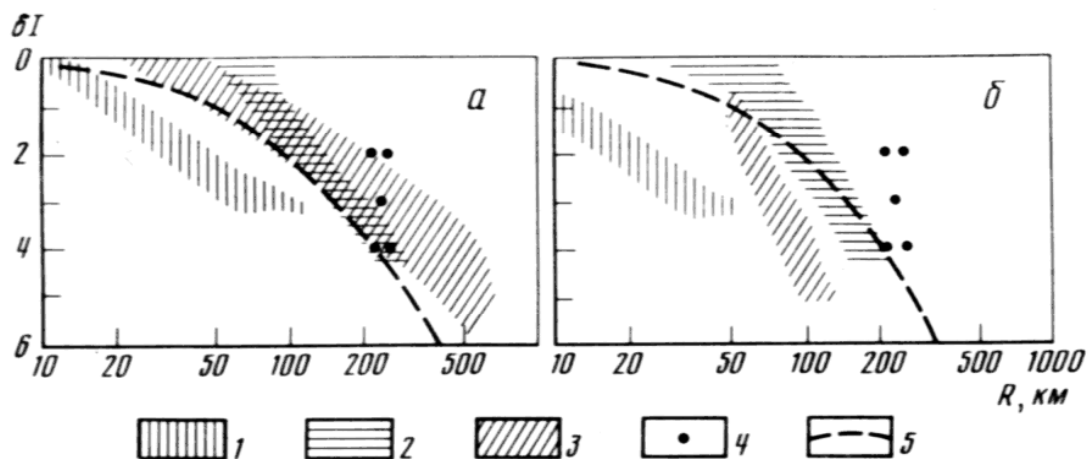


Рис. 9. Сопоставление затухания балльности для разных зон Карибского региона, вдоль больших (а) и малых (б) осей обобщенных изосейст

1 – Центральная Куба; 2 – Ориенте; 3 – Гаити; 4 – между Ямайкой и Ориенте; 5 – средняя кривая затухания для Камчатки при  $h = 30$  км

Сопоставление затухания балльности в разных зонах Карибского региона. Для наглядности области  $\delta I(R)$  разных зон совмещены на одном графике (рис. 9), порознь для направлений "вдоль" и "поперек" больших полуосей.

Различия оказываются большими и далеко выходящими за пределы погрешностей и естественного разброса данных. Таким образом, при оценке возможной интенсивности сотрясений от землетрясений разных зон нет смысла пользоваться какими-либо осредненными по всему региону зависимостями. При всех количественных оценках следует исходить из закономерностей затухания балла в каждой конкретной зоне вдоль определенного направления распространения сейсмических волн.

#### Оценка максимальных сотрясений, ожидаемых в Сьенфуэгосе при сильных землетрясениях различных эпицентральных зон

На основе найденных выше закономерностей затухания может быть сделана оценка сотрясения в районе Сьенфуэгоса для нескольких вариантов расположения очагов сильных землетрясений. Эти оценки относятся к средним грунтам.

Основными сейсмогенными зонами, важными для нашей задачи, являются: а) узел



Сьенфуэгос (типоцентральное расстояние  $\Delta = 10\text{--}20$  км); б) Тринидад—Санкти-Спиритус ( $\Delta = 80\div 150$  км); в) север Центральной Кубы ( $\Delta = 80\div 150$  км); г) желоб Кайман в границах  $78\text{--}83^\circ$  з.д. ( $\Delta = 300\div 400$  км); д) Ориенте ( $\Delta = 500$  км).

Оценим для каждой из зон ожидаемые значения балльности на участке строительства при максимальном землетрясении в данной зоне.

**Узел Сьенфуэгос.** При средних глубинах порядка 10 км, при  $M = 6,5$  максимальная балльность  $I_0 = \text{VIII}$ . Землетрясения с такой магнитудой на меньших глубинах не происходят, следовательно, балльность  $I_0 = \text{VII}$  является предельной для землетрясений данной зоны. Если очаг расположен в пределах этого узла разломов, но на расстоянии 15–25 км от площадки, то  $\delta I$  может достигать значений 1–3 балла, т.е. балльность на площадке будет достигать V–VII баллов. Интенсивность более VIII баллов на площадке возникнуть не может. В других районах известны случаи, когда при  $M = 6,5$  возникали колебания с интенсивностью до IX–X баллов. Различия в эффекте землетрясения при одной и той же магнитуде, помимо очевидного влияния глубины очага, связаны также с особенностями сейсмического излучения из очага. Известно, что высокочастотные землетрясения с большой макросейсмической эффективностью возникают там, где имеется высокий уровень тектонических напряжений сжатия. Это в основном внутриконтинентальные землетрясения с надвиговым характером тектонических движений.

Низкочастотные землетрясения возникают на участках сдвиговых (трансформных) разломов с хорошо выраженной линейностью разлома. Низкочастотные землетрясения связаны также с поперечными структурами, где преобладают сбросовые движения (зоны растяжения).

В зонах трансформных разломов трение понижено. Об этом говорит, в частности, то, что значительная часть генерального движения осуществляется здесь путем криповых подвижек [King *et al.*, 1973, Gerard, 1975, Johnston *et al.*, 1976]. Особенно низкочастотные землетрясения можно ожидать на поперечных зонах растяжения. Это могут быть либо зоны соответствующего нарушения линейности сдвиговых разломов, либо поперечные зоны растяжения, возникающие на изгибах крупных разломов с надвиговым типом генерального движения.

Проведенный анализ тектонической обстановки вблизи Сьенфуэгоса показывает, что движения здесь носят характер сдвигов или сбросов. Значит, здесь должны возникать сравнительно низкочастотные землетрясения. Иначе говоря, при некоторых заданных магнитуде и глубине очага ожидаемого землетрясения сейсмическая интенсивность (в баллах) и значение сейсмических ускорений при землетрясениях в Сьенфуэгосе должны быть сравнительно небольшими. Кроме того, в подобных ситуациях отсутствуют условия для распространения процесса вспарывания в очаге землетрясения в верхние ослабленные горизонты, и при землетрясениях с достаточно большой магнитудой не могут образоваться локальные усиления макросейсмического поля, связанные с действием верхней части очага [Шебалин, 1974].

Таким образом, максимальный сейсмический эффект от местных очагов землетрясений зоны Сьенфуэгос оценивается интенсивностью VIII баллов.

**Т р и н и д а д.** Эту зону можно рассматривать как участок Южнокубинского разлома в месте его пересечения поперечным разломом. Максимальная возможная магнитуда здесь оценивается как  $M = 6,5$  ( $m = 6,0$ ). При расстояниях 60–130 км и распространении волн вдоль структур затухание интенсивности  $\delta I$  на участке от эпицентра до площадки равно примерно 2–3 баллам. Следовательно, землетрясения с  $M = 6,5$  могут ощущаться вблизи площадки с силой V баллов.

**С е в е р н а я з о н а.** Эта зона весьма протяженная, однако расстояния до площадки меняются при вариациях положения очага внутри зоны мало: от 100 до 150 км. Для поперечного направления распространения волн  $\delta I = 4$ . Предельная магнитуда здесь  $M = 7$ , что соответствует в данных условиях интенсивности в эпицентральной зоне VIII–IX баллов. На расстояниях 100–150 км в районе площадки они могут проявиться с силой IV–V баллов.

**К а й м а н.** Прямых данных о затухании сейсмических волн между желобом Кайман

и Кубой у нас нет. Верхний предел оценки можно получить, если принять, что затухание на этом пути такое же, как наиболее слабое из наблюдаемых в данном регионе, а именно такое, как при распространении волн в широтном направлении от землетрясений Гаити. Для расстояний 300–400 км при таком расположении  $I = 3 \div 4$  балла. Если же принять, что затухание здесь такое же, как на пути между Ямайкой и Гаити, то  $4 \leq \delta I \leq 6$ . По формуле Шумилиной [Федотов, Шумилина, 1971]

$$\delta I = I_2 - I_1 = 2,63 \lg (R_1/R_2) + 0,0087(R_2 - R_1), \quad (2)$$

полученной для сходных сейсмогеологических условий Камчатки, затухание при расстояниях 300–400 км дает значение  $\delta I = 4 \div 5$ .

Таким образом, X-балльное землетрясение в зоне Кайман с магнитудой  $M = 9$  дает в Сьенфуэгосе сотрясение силой не выше VI баллов.

**О р и е н т е.** Это наиболее удаленная от Сьенфуэгоса сейсмогенная зона. Расстояния здесь около 500 км. Затухание интенсивности для землетрясений Ориенте прослежено только до расстояний 300 км. Однако если экстраполировать графики затухания землетрясений этой зоны до 500 км, то ожидаемое  $I = 6$ . Следовательно, даже при наиболее сильных землетрясениях Ориенте сотрясение вблизи площадки Хурагуа не может превышать III баллов. Поэтому при расчетах повторяемости на площадке АЭС зону Ориенте можно не учитывать.

Значения максимальных сотрясений, которые можно ожидать вблизи площадки от землетрясений из рассмотренных сейсмогенных зон, положены в основу оценок балльности ПЗ и МРЗ и расчетов сотрясаемости.

### Повторяемость сотрясений

Сотрясаемость  $P(I)$ , имеющая смысл повторяемости сотрясений каждого заданного балла  $I$  в данном пункте в год, есть сумма парциальных сотрясаемостей от землетрясений, возникающих в разных зонах, а от местных землетрясений — в разных частях этой зоны. В основу расчета сотрясаемости  $P(I)$  кладутся значения максимальных магнитуд  $M_{\max}$  в каждой зоне, повторяемость  $N(M)$  возникновения землетрясений разных магнитуд в каждой зоне, которая через связь магнитуд с баллом  $I_0$  в эпицентре трансформируется в повторяемость  $N^*(I_0)$ . Затухание балльности в соответствии с направлением распространения волн учитывается с помощью системы обобщенных изосейст для данной зоны, построенных в соответствии с рис. 1 для разных значений  $I = I_0 - \delta I$ , где  $\delta I = 0, 1, 2, \dots$ , причем  $0 \leq \delta I \leq 3$ .

Чтобы перейти от значений повторяемости  $N^*(I_0)$  возникновения землетрясений к сотрясаемости  $P(I)$  на площадке, нужно вычислить вначале парциальные сотрясаемости  $P(I_0 - \delta I)$  для всех  $I = I_0 - \delta I$  ( $I_0 \geq I \geq 3$ ) при заданном  $I_0$  и аналогично для всех  $I_0$  от  $I_0(M_{\max})$  до 3. Вычисление производится по формуле  $P(I_0 - \delta I) = N^*(I_0)W(\delta I)$ .

Весовой множитель  $W(\delta I)$  определяется следующим способом. На карту с нанесенными на нее сейсмогенными зонами — зонами разломов, рис. 2 в статье Белоусова и др. (см. наст. сб.) — накладывается обобщенный график изосейст таким образом, чтобы центр поля изосейст совпал с площадкой АЭС. Тогда пересечение некоторой кольцевой зоны для определенного балла  $I = I_0 - \delta I$  с зоной разлома покажет участок зоны, в пределах которого землетрясение с заданным  $I_0$  даст на площадке сотрясение  $I = I_0 - \delta I$ . Так как площадь  $\delta S(I_0 - \delta I)$  пересечения меньше площади  $S_\Sigma$  всей зоны, то и вероятность возникновения на ней землетрясения с данным  $I_0$  будет меньше в  $W(\delta I)$  раз, где  $W(\delta I) = \delta S(I_0 - \delta I)/S_\Sigma$ .

Полученные таким образом парциальные значения  $P(I_0 - \delta I)$  группируются так, чтобы в одну группу попали значения с одинаковыми  $I = I_0 - \delta I$ , но с разными  $I_0$  и разными  $\delta I$ . Суммируя сотрясаемости с одинаковыми  $I$ , получаем значение сотрясаемости для данного балла. Аналогично вычисляются сотрясаемости для других значений  $I$ : от  $I = I_0(M_{\max})$  до  $I = 3$ .

Рис. 10. Кумулятивные графики повторяемости землетрясений Центральной Кубы.

1 — Центральная Куба в целом; 2 — Сьенфуэгос; 3 — Ремедьос; 4 — Сагуа-ла-Гранде; 5 — Тринидад

Наибольший вклад в сотрясаемость дает сейсмогенная зона Сьенфуэгос. В то же время данные о повторяемости землетрясений в этой зоне наименее полные. Поэтому остановимся подробнее на оценках  $N^*(I_0)$  в этой зоне, положенных в основу расчета.

По данным рис. 10, современная активность обеспечивает возникновение землетрясений с  $M_{\max} = 6,5$  и повторяемостью  $N(M = 6,5) = 2,5 \cdot 10^{-5}$ . Однако если учесть склонность землетрясений к группированию, характерную для Центральной Кубы, и полагать, что в настоящее время эта зона находится в стадии затишья, то следует принять среднюю долговременную повторяемость зоны Сьенфуэгос на уровне повторяемости зоны Тринидад, т.е.  $N(M = 6,5) = 4 \cdot 10^{-4}$ . При переходе от  $N(M)$  к  $N^*(I_0)$  нужно принять определенные допущения относительно глубин очагов. Мы принимаем, что для  $M > 5$  глубины очагов равны 10 км, а землетрясения меньших магнитуд могут возникать на глубине и 10 км, и 5 км. Как известно, при уменьшении глубины очага вдвое балльность в эпицентре  $I_0$  возрастает на единицу. Приведя график повторяемости рис. 10 к уровню зоны Тринидад и переходя от  $M$  к  $I_0$  с учетом глубин очагов, мы получаем значения повторяемостей  $N^*(I_0)$  возникновения землетрясений в зоне Сьенфуэгос, приведенные в табл. 3.

При вычислении сотрясаемости мы приняли, что площади  $S_{\Sigma}$  зоны местных землетрясений (Сьенфуэгос) и площади  $S_{\Sigma}$  зон близких землетрясений (Тринидад, Ремедьос—Кайбарьен и Сагуа-ла-Гранде) примерно одинаковы и равны каждая  $500 \text{ км}^2$ .

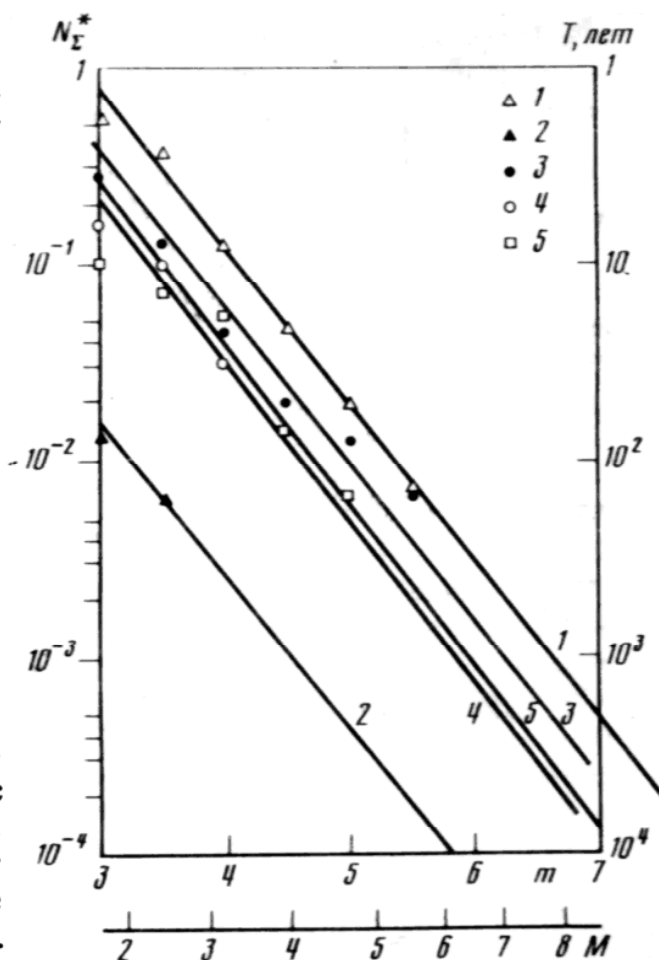


Таблица 3

Принятые значения повторяемости местных землетрясений разных магнитуд и глубин зоны Сьенфуэгос

$M$	$m$	$h$ , км	$I_0$ , балл	$N^*(I_0)$
6,5	6,0	10	VIII	$4 \cdot 10^{-4}$
5,6	5,6	10	VII	$1,5 \cdot 10^{-3}$
4,5	4,8	10	VI	$3,5 \cdot 10^{-3}$
—	—	5	VII	$3,5 \cdot 10^{-3}$
3,4	4,1	10	V	$1,3 \cdot 10^{-2}$
—	—	5	VI	$1,2 \cdot 10^{-2}$
2,5	3,5	10	IV	$4 \cdot 10^{-2}$
—	—	5	V	$4 \cdot 10^{-2}$
—	3	10	III	$10^{-1}$
—	—	5	IV	$10^{-1}$

Значения сотрясаемости вблизи площадки АЭС

Зоны	I, балл					
	VIII	VII	VI	V	IV	III
Местные	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$
Ближние	—	—	—	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-2}$	$0,07 \cdot 10^{-1}$
Кайман	—	—	$10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$0,25 \cdot 10^{-1}$
Всего $P(I)$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$
$T(I)$ , лет	10 000	1000	150	50	15	4

Для удаленной зоны Кайман расчет оказывается более простым, так как при  $\delta I = 4$  вся зона лежит в пределах кольца с заданным  $\delta I$  и, значит,  $W(\delta I = 4) = 1$ . Поэтому для зоны Кайман  $P(I_0 - 4) = N^*(I_0)$ .

В табл. 4 приведены результаты оценок сотрясаемости по описанной методике как суммарно по всем зонам, так и порознь: для местных, близких и для зоны Кайман.

Итак, получены следующие значения расчетной балльности на участке строительства АЭС вблизи Сьенфуэго:

балльность МРЗ (1 раз в 10 000 лет) — VIII баллов;

балльность ПЗ (1 раз в 100 лет) — VI баллов;

повторяемость низких баллов:

V баллов — 1 раз в 50 лет;

IV балла — 1 раз в 15 лет;

III балла — 1 раз в 4 года.

#### А B S T R A C T

Attenuation of macroseismic intensity from earthquakes in different areas is investigated; maximum intensity is estimated for earthquakes in each of these areas. Return period of intensity is given.