

№ 7878

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

1972

ТОМ 205

№3



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА

С. И. ШЕРМАН, Р. М. ЛОБАЦКАЯ

О КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ГЛУБИНОЙ ЗАЛЕГАНИЯ ГИПОЦЕНТРОВ И ДЛИНОЮ РАЗРЫВОВ В БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЕ

(Представлено академиком М. А. Садовским 16 XII 1971)

В очаге землетрясения, его гипоцентре, происходят сложные процессы, среди которых определяющее место принадлежит механическим (^{1, 2}). Существует тесная связь большинства сейсмических явлений с механическим разрушением среды (³). Мнение, что снятие напряжений связано с образованием разрывов (⁴), основывается на наблюдаемых на земной поверхности разломах, сопровождающих землетрясения, а также на том, что последние всегда приурочены к зонам разломов. Нет никаких оснований для отказа от такой точки зрения, особенно для неглубоких землетрясений (⁵), и теорию очага землетрясения можно рассматривать как специфическую часть теории разрушения сплошной среды. Если придерживаться такой концепции, нижняя граница активного проникновения разломов пространственно должна совпадать со сгущениями гипоцентров, поскольку концы трещин являются концентраторами напряжений (^{1, 5}) и др., которые, в свою очередь, могут сниматься новыми землетрясениями.

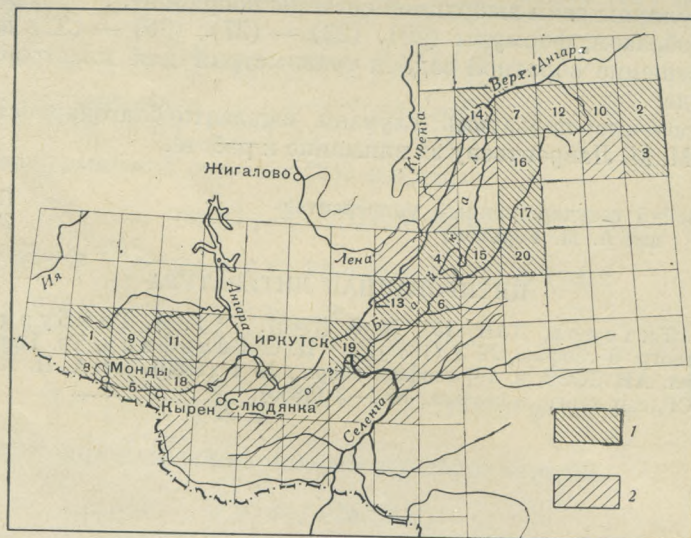


Рис. 1. Схема расположения графарета при обработке материалов. 1 — площади, вошедшие в подсчет коэффициента корреляции и номера квадратов (соответствуют табл. 1); 2 — площади, для которых нет достоверных определений глубин гипоцентров по наблюдениям 1967—1969 гг.

Считая очаги землетрясений «точечными», можно условно приурочить их к концам ранее образовавшихся или развивающихся разрывов, как например, в (⁶). Тогда наличие корреляции между глубиной гипоцентров и длиной разрывов позволило бы определить вероятные нижние границы

активного проникновения разломов в земную кору — очень ценного критерия в прикладной геологии, а также найти еще один из видов математической связи между разломами и одним из параметров сейсмичности.

Н. В. Шебалин (7) показал связь между глубиной очагов, протяженностью сейсмоактивной зоны и сотрясениями различной балльности. В работе (8) установлена зависимость средней вертикальной и горизонтальной протяженности очага от магнитуды M . Уже из работ Н. В. Шебалина вытекает, что между максимальной энергией землетрясений (K_{\max}) и длиной разрывов должна существовать связь. Существует ли эта связь между средней длиной разрывов на поверхности и средней глубиной залегания гипоцентров?

Таблица 1

Средние длины разломов и средняя глубина залегания гипоцентров в Байкальской рифтовой зоне

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	63	6	27	2	11	41	12	6	10
2	47	8	609	5	12	65	10	64	11
3	53	10	490	5	13	14	13	21	12
4	45	6	23	6	14	26	14	39	12
5	68	12	356	7	15	80	9	72	13
6	102	6	2	8	16	54	13	50	13
7	90	9	159	8	17	86	9	77	14
8	76	6	46	9	18	56	13	23	15
9	130	9	4	9	19	31	14	44	16
10	89	10	15	9	20	42	20	19	19

Примечание. 1 — номер квадрата на карте (рис. 1), 2 — число определений длин разломов, 3 — средняя длина разломов, км, 4 — число определений гипоцентров, 5 — средняя глубина гипоцентров, км.

Байкальская рифтовая зона представляет прекрасный полигон для практической проверки предполагаемых закономерностей. Поскольку очень трудно связать положение гипоцентра или их группы с определенным разломом, мы пошли по пути сопоставления средних глубин залегания гипоцентров со средней длиной известных на поверхности молодых или древних, но обязательно обновленных в кайнозой разломов. Для исследования корреляции между глубинами гипоцентров и длинами разрывов территории Байкальской рифтовой зоны была условно разбита на конкретно ограниченные участки прямоугольной формы (рис. 1) размером 1° по широте и $40'$ по долготе, что примерно соответствует 60×75 км. Выбор размеров названного трафарета определялся максимальными вариациями мощности земной коры, известной средней длиной разрывов и величиной погрешности при определении эпицентров. При большем радиусе осреднения выделились бы явления большего масштаба, связанные с подкоровыми процессами; соответственно при меньших размерах трафарета могли выявиться детали, происхождение которых вызывается отдельными неоднородностями строения поверхности земли. Кроме этого, размеры трафарета не должны быть меньше погрешности в определении отдельных эпицентров, которая иногда достигает величины ± 10 км (класс б).

Для расчетов были использованы данные по глубинам залегания гипоцентров, полученные в Лаборатории региональной сейсмичности Института земной коры по наблюдениям за 1967, 1968 и 1969 гг. под руководством С. И. Голенецкого. В соответствии с данными А. А. Трескова (3) полагаем, что, как правило, общая картина поля эпицентров из года в год остается одной и той же. Средняя глубина залегания гипоцентров по каждому квадрату вычислялась, как среднее арифметическое из суммы накопившихся

соответствующих определений по данной площади за трехлетний период. При этом принимались во внимание и мнимые значения глубин, которые при определении средней глубины входили в подсчет с отрицательным знаком. В тех случаях, когда мнимые значения преобладали, соответствующий квадрат (их было всего 2) исключался из дальнейших операций.

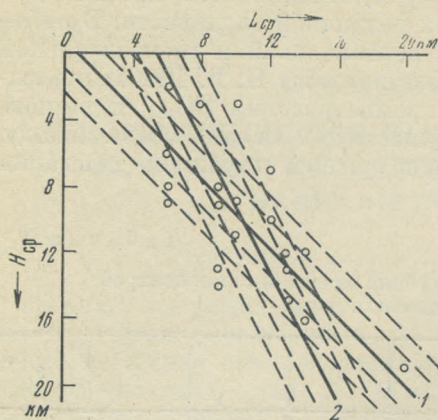


Рис. 2. Зависимость между длиной разрывов и глубиной гипоцентров. 1, 2 — линии регрессии по уравнениям (1), (2) соответственно; параллельно линиям регрессии проведены их доверительные границы при первом и третьем порогах вероятности безошибочных прогнозов

вов и глубиной залегания гипоцентров. Коэффициент корреляции* $r = 0,73$, а его доверительные границы при пороге вероятности безошибочных прогнозов $\beta_1 = 0,95$ колеблются в пределах $\pm 0,34$.

Уравнения регрессии имеют вид

$$H = 1,04 L - 0,7, \quad (1)$$

$$L = 0,5 H + 5,35, \quad (2)$$

где H — средняя глубина залегания гипоцентров, или активного проникновения разлома в земную кору, L — средняя длина разлома; км.

Для расчетов коэффициентов в уравнениях регрессии использованы средние арифметические значения H и L из двадцати коррелируемых пар, каждая из которых представляет выборочное среднее. Доверительные границы линии регрессии при первом ($\beta_1 = 0,95$) и третьем ($\beta_3 = 0,999$) порогах вероятности безошибочных прогнозов соответственно колеблются $\pm 1,72$ и $\pm 3,2$ км для уравнения (1) и $\pm 1,22$ и $\pm 2,26$ км — для уравнения (2).

Таким образом, современные сейсмические процессы в Байкальской рифтовой зоне, в частности внутрикоровые землетрясения, тесно связаны с развитием и активизацией разломов. Как известно, в практических задачах имеет смысл лишь одна прямая регрессия⁽¹⁰⁾. Поскольку скопление гипоцентров есть результат концентрации напряжений на концах разрывов, эмпирически вычисленное уравнение (1) отражает очень важную для геологии связь между длиной разрывов (преимущественно сбросового генетического типа) и глубиной их активного проникновения в земную кору (рис. 2). Уравнением (1) предпочтительнее пользоваться еще и потому, что длины разрывов определяются на поверхности Земли и эту величину с большим правом можно принимать за независимую фиксированную переменную.

* При расчете коэффициента корреляции использовались средневзвешенные арифметические на число наблюдений глубин гипоцентров и разрывов.

Авторы статьи выражают благодарность С. И. Голенецкому и Н. В. Шебалину за ценные советы и помощь при обработке и подготовке материала к печати, а также Ю. В. Ризниченко за обсуждение предварительных итогов работ.

Институт земной коры
Сибирского отделения Академии наук СССР
Иркутск

Поступило
8 XII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. В. Гзовский, Физика Земли, № 5 (1970). ² Б. В. Костров, Л. В. Никитин, В кн.: Физические основания поисков методов прогноза землетрясений, «Наука», 1970, стр. 9. ³ К. И. Кузнецова, Закономерности разрушения упруго-вязких тел и некоторые возможности приложения их к сейсмологии, «Наука», 1969. ⁴ В. А. Магницкий, Внутреннее строение и физика Земли, «Наука», 1965. ⁵ Б. В. Костров, Физика Земли, № 4 (1970). ⁶ Г. Бенъоф, В кн.: Слабые землетрясения, ИЛ, 1961, стр. 241. ⁷ Н. В. Шебалин, Физика Земли, № 6 (1971). ⁸ Н. В. Шебалин, В кн.: Ташкентское землетрясение 1966, Ташкент, 1971. ⁹ А. А. Тресков, В кн. Байкальский рифт, «Наука», 1968. ¹⁰ Р. Шторм, Теория вероятностей, Математическая статистика. Статистический контроль качества, М., 1970.