

УДК 550.348.098.64+551.242.1+551.243.8

ГЕОФИЗИКА

А. А. НИКОНОВ

МИГРАЦИЯ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВДОЛЬ КРУПНЕЙШИХ ЗОН РАЗЛОМОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ

(Представлено академиком М. А. Садовским 23 VI 1975)

Рассмотрение пространственно-временного распределения сильных землетрясений на юге Средней Азии привело исследователей (^{1, 2}) к выводам о линейно-перемежающейся миграции очагов (отраженной в миграции эпицентров), о существовании периодов затишья в 20—50 лет после сильных землетрясений, однако строгие закономерности миграции обнаружить не удалось.

В настоящей работе заново рассмотрена миграция сильных землетрясений вдоль некоторых зон крупнейших разломов. Мы ограничились землетрясениями с очагами в земной коре с $M \geq 6,5$ для периода инструментальных наблюдений и историческими сведениями о сильных (около 8 баллов) землетрясениях доинструментального периода. За основу взяты каталоги сильных землетрясений (¹⁻³), дополненные историческими данными о разрушительных землетрясениях примерно с 1600 до 1895 г. (^{1, 4-6}) и др.). Можно считать, что на рассматриваемой территории землетрясения с $M \geq 6,5$ за последнее столетие не пропущены, но за предыдущие 250—275 лет сведения о подобных землетрясениях, конечно, нельзя считать полными.

Многие из сильных землетрясений доинструментального периода локализованы хуже чем ± 50 км, имеют недостаточно точные оценки интенсивности. Все это заставило рассматривать сейсмические данные по степени надежности в пределах двух временных групп: в последние 80—90 лет и до конца прошлого столетия.

Эпицентры большинства сильных землетрясений находятся в полосах шириной в первые десятки километров вдоль выделяемых зон крупнейших разломов (рис. 1). При субвертикальном заложении зон разломов это позволяет рассматриваемые землетрясения связывать с этими зонами генетически. На юге Средней Азии эпицентры лишь нескольких сильных землетрясений с очагами в земной коре (некоторых Ферганских, Таримских 1961 г., Каракульского 1963 г. с очагом на глубине 60 км) располагаются за пределами крупных зон разломов.

Среди крупнейших зон разломов Средней Азии выделяются Северо-Тяньшаньская, Таласо-Ферганская, Гиссаро-Кокшаальская и Гиндукуш-Дарваз-Каракульская (^{1, 7, 8}). Большинство сильных землетрясений региона связано с этими зонами (^{1, 3, 9}) (см. рис. 1).

Рассматривая положение эпицентров только сильных землетрясений вдоль трех крупнейших зон разломов (рис. 1), можно обнаружить участки с последовательной миграцией эпицентров от флангов зон к их середине. Отчетливо проявляется линейно-направленная миграция сильных землетрясений вдоль Гиссаро-Кокшаальской и Гиндукуш-Дарваз-Каракульской зон от их флангов к вершинной части Памирских дуг. Графически это изображено на рис. 2. Скорость миграции меняется от 1—3 км/год на флангах до 3—5,5 км/год в вершинной части дуг. В Северо-Тяньшаньской зоне намечается миграция от флангов к поперечному прогибу долины р. Чу со скоростью 3,7—2,5 км/год к востоку с одной стороны и 6,3—

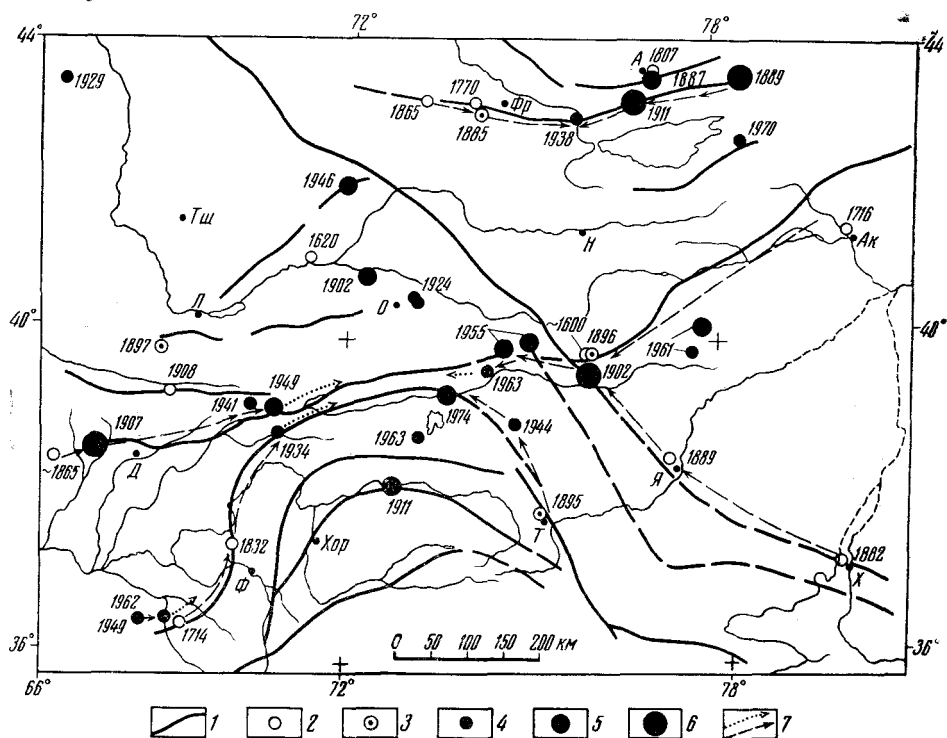


Рис. 1. Сильные землетрясения Средней Азии и прилегающих территорий с гипоцентрами в земной коре. 1 — главные зоны разломов в земной коре, активные в новейшее время (¹³) с дополнениями); 2 — сильные ($I \approx VIII-X$ баллов) землетрясения по историческим данным, без надежного положения эпицентра; 3 — то же, эпицентр определен по макросейсмическим данным; 4–6 — эпицентры инструментально зарегистрированных землетрясений с $M \approx 6,5$ (4), $6,5 < M < 7,5$ (5), $M > 7,5$ (6); 7 — миграция сильных землетрясений вдоль зон разломов, в том числе вероятная в настоящее время (пунктир). Цифры около эпицентров — год землетрясения. Тш — Ташкент, Л — Ленинабад, Фр — Фрунзе, А — Алма-Ата, О — Ош, Н — Нарын, Ак — Аксу, К — Кашгар, Д — Душанбе, Я — Яркенд, Х — Хотан, Т — Ташкурган, Хор — Хорог, Ф — Файзабад

4,6 км/год к западу — с другой. Быть может, землетрясения Хотанское 1882 г., Яркендское 1889 г., Кашгарское 1902 г., Чаткальское 1946 г. также можно рассматривать как последовательные вдоль Таласо-Ферганского разлома, хотя их приуроченность к единой зоне разломов нельзя считать доказанной и величины скоростей не согласуются с приведенными выше.

Три момента привлекают внимание: скорости миграции большей частью находятся в пределах 2–6 км/год (1), повышенные скорости характерны для участков с более напряженной тектоникой (2), при субмеридиональном или близком к нему простирании зон разломов землетрясения мигрируют в северных направлениях (3).

Для более слабых землетрясений с $M < 6,5$ в Средней Азии, как правило, закономерной миграции не обнаруживается. Отдельные примеры миграции землетрясений умеренной силы по второстепенным оперяющим разломам относятся к последовательности землетрясений ($M = 5-6,5$) вдоль новейшего разлома по долине р. Хингоу в Дарвазе (¹) и Ионахшскому разлому севернее долины р. Вахш. Скорости миграции составляют от 1 до 6 км/год, в первом случае к юго-западу, во втором — к северо-востоку.

Привлечение исторических данных о сильных землетрясениях прошлого позволяет оценить продолжительность одного цикла миграции на флангах упомянутых зон крупнейших разломов. Один цикл миграции по западной части Гиндукуш-Дарваз-Каракульской зоны длится 260—

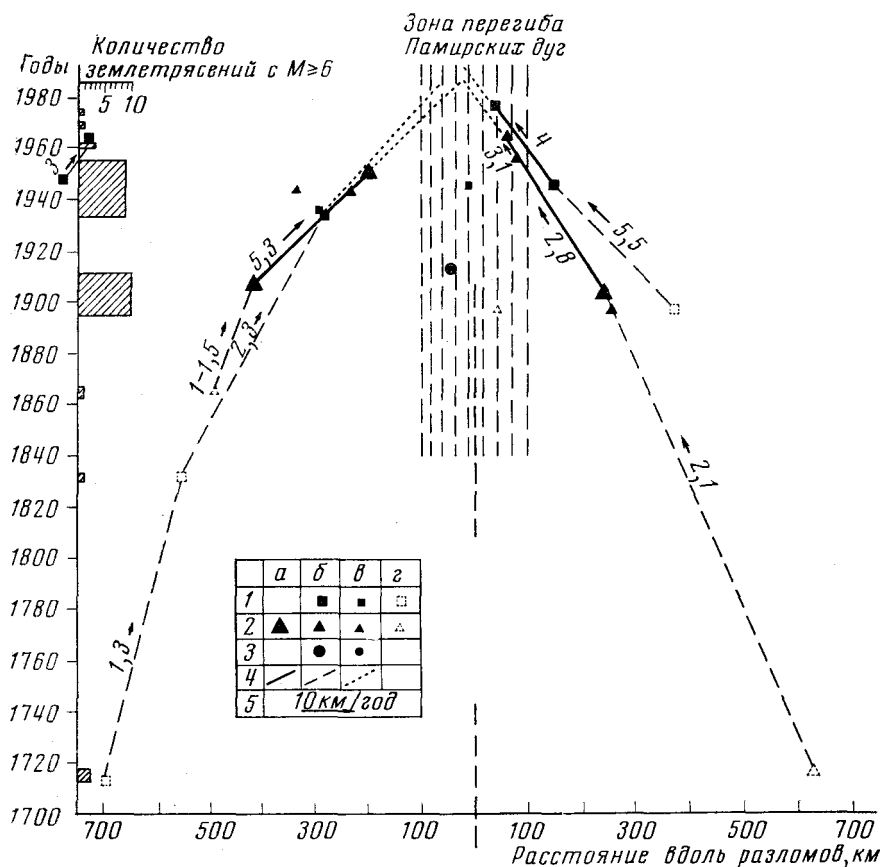


Рис. 2. График миграции сильных землетрясений с очагами в земной коре вдоль основных зон разломов юга Средней Азии. Землетрясения в зонах разломов: 1 — Гиндукуш-Дарваз-Каракульской; 2 — Гиссаро-Кокшаальской; 3 — Рушано-Пшартской. $M \geq 7,5$ (а), $7,5 > M \geq 6,5$ (б), $6,5 > M \geq 6$ (в), г — разрушительные землетрясения по историческим и макросейсмическим данным. 4 — миграция землетрясений: а — надежная, б — менее уверенная, в — предполагаемая в будущем; 5 — направленность и скорость миграции

300 (?) лет (1714 — после 1974 г.), по восточной — не менее 100 лет (до 1895 — после 1974 г.); по Гиссаро-Кокшаальской зоне соответственно > 110 лет (1865 — после 1974 г.) и ≥ 260 лет (1716 — после 1974 г.). Для западной части Гиссаро-Кокшаальской зоны оценка не противоречит полученной на основе изучения палеосейсмодислокаций⁽¹⁰⁾, а для восточной — историческим сведениям о разрушительном землетрясении около г. Кашгара за 300 лет до сильнейшего ($M=8,7$) землетрясения 1902 г.

Сильные землетрясения на западе Гиндукуш-Дарваз-Каракульской зоны в 1949 и 1962 гг. можно рассматривать как начало нового цикла миграции. Тогда фактический интервал повторяемости сильных землетрясений на этом участке оказывается ≥ 250 лет (1714 — после 1962 г.).

Продолжительность цикла миграции на флангах Северо-Тяньшаньского разлома оценивается > 50 лет (до 1889—1938 г.г.) на восточном фланге и > 75 лет (до 1865—1938 г.г.) на западном фланге. Сведения о разрушительном землетрясении в 1770 г. у с. Беловодское на западе позволяют ориентировочно оценивать повторяемость сильных землетрясений здесь в 115 лет.

В рамках предполагаемых циклов миграции можно допускать вариации не только глубины и интенсивности сильных землетрясений, но и из-

менения скорости миграции и даже пропуски разных участков в разных циклах. Все это осложняет при нынешнем уровне знаний оценку реальной сейсмической опасности каждого участка зоны только по рассмотренным данным. Если все же попытаться использовать обнаруженную закономерность миграции в качестве рабочей гипотезы, то, экстраполируя найденные направленность и скорость миграции, получим следующие результаты. В Гиндукуш-Дарваз-Каракульской зоне в пределах СССР следующее сильное землетрясение можно ожидать на северном склоне Заалайского хребта, где, кстати, известны следы сильных доисторических землетрясений ⁽¹¹⁾. Еще более вероятно с рассматриваемой точки зрения сильное землетрясение в Гиссаро-Кокшаальской зоне разломов в пределах Алайской долины, где оно предполагается также группой авторов, использовавших в прогнозах целях метод распознавания образов ⁽⁹⁾. Принимая известные скорости миграции очагов последних землетрясений вдоль зоны, будущее землетрясение в ней можно отнести к 1980_{-5}^{+10} году. Это не противоречит намечающейся периодичности учащения сильных и умеренных землетрясений региона приблизительно по двадцатилетиям (см. рис. 2).

Руководствуясь гипотезой миграции, можно дополнительно наметить следующие опасные в отношении сильных коровых землетрясений, возможно, до истечения нашего столетия места: Афганский Бадахшан, юго-западная часть Гиссарского хребта, северо-западные предгорья Киргизского хребта, бассейн р. Чилик, возможно, хр. Кара-Тау в Северном Тянь-Шане. Этот перечень вряд ли можно считать исчерпывающим, особенно за пределами рассмотренных зон, но эти места можно рекомендовать для детальных и целенаправленных сейсмологических, геофизических и геодезических исследований динамики процессов в земной коре и разработки методики выявления непосредственных предвестников сильных землетрясений.

Хотя природа линейной миграции сильных землетрясений не ясна, само явление можно рассматривать как свидетельство современной тектонической активности рассматриваемых зон разломов на всем их протяжении (см. также ⁽¹²⁾) в условиях действия единой региональной системы напряжений при субмеридиональной направленности наибольших сжимающих усилий. Последовательность возникновения землетрясений умеренной силы, по-видимому, зависит от распределения напряжений на ограниченных участках и потому непосредственно не подчиняется региональным закономерностям.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР
Москва

Поступило
11 VI 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. Е. Губин, Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана, М., Изд-во АН СССР, 1960. ² В. И. Бунз, Физические основания методов прогноза землетрясений, М., «Наука», 1970. ³ Сейсмическое районирование СССР, М., «Наука», 1968. ⁴ Б. Корольков, Изв. Туркест. отд. Русск. Геогр. общ-ва, т. 9, Ташкент, 1913. ⁵ А. А. Семенов, Тр. Ин-та сейсмологии АН ТаджССР, т. 94, Сталинабад, 1958. ⁶ Г. П. Горшков, Бюлл. Совета по сейсмологии, № 7, М., Изд-во АН СССР, 1960. ⁷ А. И. Суворов, Закономерности строения и формирования глубинных разломов, М., «Наука», 1968. ⁸ И. В. Курдюков, А. А. Никонов, Бюлл. МОИП, отд. геол., № 5 (1974). ⁹ И. М. Гельфанд, Ш. А. Губерман и др., Вычислительные и статистические методы интерпретации сейсмических данных, М., «Наука», 1973. ¹⁰ А. А. Никонов, Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического районирования, М., Изд-во МГУ, 1975. ¹¹ К. В. Курдюков, Активизированные зоны, новейшие тектонические движения и сейсмичность, М., «Наука», 1964. ¹² А. А. Никонов, Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического районирования, М., Изд-во МГУ, 1975. ¹³ Тектоническая карта Евразии, 1 : 5 · 10⁶; М., 1966.