

Член-корреспондент АН СССР Г. А. ГАМБУРЦЕВ

О КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В основе современных методов сейсморазведки лежат так называемые корреляционные принципы выделения и прослеживания волн. Они определяют технику регистрации сейсмических волн, методику полевых наблюдений, способы расшифровки сейсмограмм и построения годографов. Особое значение имеют методы фазовой корреляции (1), с помощью которых производится идентификация волн и их фаз* на разных пунктах наблюдений.

В сейсмологии корреляционные принципы почти не используются. Вместе с тем, как будет показано ниже, они могут принести известную пользу и при решении задач сейсмологии. Однако не может быть произведен простой перенос в сейсмологию методов корреляции, разработанных в сейсморазведке. Сейсмология нуждается в самостоятельном развитии корреляционных методов изучения землетрясений с учетом опыта сейсморазведки.

1. О волновой и фазовой корреляции наблюдений разных станций. В сейсмологии тип волны определяется по наблюдениям каждой станции в отдельности. В дальнейшем производится сопоставление записей разных станций, что способствует выявлению возможных ошибок изолированных определений. Таким образом осуществляется идентификация волн на записях разных станций или, иначе, в терминологии сейсморазведки, — волновая корреляция.

Однако фазы волн обычно не идентифицируются, так как этому препятствует большое расстояние между станциями, а также местные особенности геологического строения под каждой станцией, влияющие на форму волн. Вместе с тем некоторые задачи сейсмологии требуют идентификации не только волн, но и их фаз. К их числу относится, например, задача об определении динамических параметров очагов землетрясений (2).

Фазовая корреляция была бы облегчена, если бы были приняты меры для существенного понижения частот регистрируемых колебаний; но так как это поведет к ухудшению разрешенности записей, то более целесообразно рекомендовать параллельную запись с двумя видами частотных характеристик.

Без изменений в аппаратуре может быть осуществлена фазовая корреляция записей удаленных землетрясений на региональных станциях, которые располагаются значительно ближе друг к другу, чем сейсмические станции общего типа. Методы фазовой корреляции в данном случае в первую очередь следует использовать для изучения местных особенностей строения земной коры.

Удобным техническим приемом для проведения фазовой корреляции может служить составление по сейсмограммам отдельных станций сводной «многоканальной» сейсмограммы.

* Под фазой волны в сейсморазведке подразумевается какая-либо особенность формы волны, обычно экстремум колебания.

2. «Внутристанционные» виды корреляции. Большие затруднения, с которыми встречается корреляция записей разных станций, удаленных друг от друга на большие расстояния, заставляет думать в первую очередь об использовании корреляционных принципов в работе каждой станции в отдельности, а также в работе централизованной группы близких станций.

Здесь может идти речь о применении следующих видов волновой и фазовой корреляции:

1) позиционной корреляции (т. е. корреляции в функции положения точек наблюдения) в случае централизованной группы близких станций;

2) «осевой» корреляции (т. е. корреляции в функции направления оси максимальной чувствительности сейсмографа), в частности азимутальной корреляции ⁽³⁾;

3) комбинированных видов корреляции, например, азимутально-позиционной.

Целью использования этих «внутристанционных» видов корреляции является более тонкая расшифровка типов волн, а также определение с возможно большей точностью направления вектора смещения (и, следовательно, азимута подхода продольных волн) и кажущейся скорости фронта волн. Эти данные обеспечивают получение на каждой станции наиболее полных материалов для последующей интерпретации, а кроме того получение дополнительных критериев для волновой корреляции записей разных станций.

3. О типах корреляционных установок. Виды фазовой «внутристанционной» корреляции определяют типы корреляционных установок. Об азимутальной корреляционной установке было сказано в статье ⁽³⁾. Из других установок для осевой корреляции отметим установку с «наклонными» сейсмографами. Оси максимальной чувствительности группы сейсмографов, образующих такую «наклонно-осевую» установку, располагаются по образующим конуса. Это делается для облегчения определения направления подхода продольных волн.

Установка для позиционной корреляции в одном из простейших вариантов состоит из группы вертикальных сейсмографов, расположенных по двум пересекающимся взаимно-перпендикулярным профилям, и одного трехкомпонентного сейсмографа. Число сейсмографов и расстояние между ними определяются, исходя из величин периодов, кажущихся скоростей, а также из условий коррелируемости колебаний.

Комбинированная корреляционная установка в простейшем варианте состоит из азимутальной (или наклонно-осевой) установки и нескольких «выносных» сейсмографов, поставленных так, чтобы можно было определить вектор кажущейся скорости. Во всех установках должна быть предусмотрена осциллографическая запись на одной ленте (централизованная многоканальная регистрация).

Для регистрации удаленных землетрясений наиболее подходит азимутальная или наклонно-осевая установка. Добавление к ней выносных приборов может встретить серьезные затруднения. Для регистрации близких или местных землетрясений приемлемы все виды корреляционных установок. Ограничения могут возникнуть по отношению к позиционной установке при наблюдениях в горной местности.

4. Испытание корреляционных установок. Геофизическим институтом АН СССР было проведено испытание установок, упомянутых в предыдущем пункте (кроме наклонно-осевой), в применении к изучению территориального распределения слабых сейсмических толчков, наблюдаемых в сейсмически активных районах. Для этой цели были построены передвижные многоканальные сейсмические станции с центральной регистрацией, названные станциями типа КМИЗ (корреляционный метод изучения землетрясений).

В связи с обнаружением высокочастотных сейсмических толчков ⁽⁴⁾ эти

станции были настроены главным образом на их регистрацию. В качестве приемников колебаний применялись сейсмографы разведочного типа, допускающие работу в горизонтальном положении. В центральной станции, оборудованной в кузове автомобиля, помещались усилители с фильтрующими ячейками и осциллограф. Применялись автоматические приспособления, позволявшие без большого расхода фотоленты вести многоканальную регистрацию на большой скорости развертки. Увеличение сейсмического канала достигало 10 миллионов на частотах порядка 10—30 гц. Испытывались азимутальные установки, позиционные и комбинированные азимутально-позиционные. Кроме того испытывались макеты стационарных более низкочастотных корреляционных установок, построенных на базе региональных сейсмографов системы Д. А. Харина (5).

Работы велись в Северном Тянь-Шане и в юго-западной Туркмении в 1951 и 1952 гг.

В результате работ была экспериментально подтверждена возможность и рациональность использования корреляционных принципов при регистрации местных землетрясений. Сейсмические станции типа КМИЗ в принципе позволяют более надежно, чем это было возможно ранее, определять азимуты на эпицентр и углы выхода сейсмических волн. Это обеспечивается возможностью на базе фазовой корреляции более уверенного определения типов волн, а также возможностью выявления на сейсмограммах зон интерференции. Наиболее эффективны, особенно при работе в горной местности, азимутальные корреляционные установки, а также комбинированные азимутально-позиционные. Проведенные с их помощью работы указали, в частности, на перспективность применения станций типа КМИЗ (в высокочастотном варианте) для выявления и трассирования сейсмически активных глубинных разрывов в земной коре.

Поступило
24 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. А. Гамбургер, Ю. В. Ризниченко и др., Корреляционный метод преломленных волн, изд. АН СССР, М., 1952. ² В. И. Кейлис-Борок, ДАН, 70, № 6 (1950). ³ Г. А. Гамбургер, ДАН, 87, № 1 (1952). ⁴ Г. А. Гамбургер, ДАН, 88, № 5 (1953). ⁵ Е. Ф. Саваренский, Д. П. Кирнос, Элементы сейсмологии и сейсмометрии, М.—Л., 1949.