

Комментарий к статье V.S. Mostovoy, S.V. Mostovyi "Mathematical model of seismic signal, as a flow of physically non realizable single seismic waves"

© В.Н. Пилипенко, 2016

Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 19 сентября 2016 г.

Представлено членом редколлегии В.И. Старостенко

Из названия статьи и первых слов ее текста следует, что авторы предлагают некоторую специфическую модель сейсмического сигнала для реализации новой концепции анализа сейсмических данных. Если упоминается слово "model", следовательно предполагается и операция "modeling". Понятие "modeling" в сейсмике имеет двойной смысл. Определение волнового поля по известным характеристикам среды и сигнала означает "forward modeling", а обратная процедура анализа волнового поля именуется "inverse modeling" (Sheriff R. E., 2002. Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics (fourth edition). SEG, 249 p.). Если используется термин "modeling" без прилагательного, то имеется в виду "forward modeling" (Шерифф Р., Гелдарт Л., Сейсморазведка. Обработка и интерпретация данных. Т. 2. Москва: Мир, 1987. 223 с.). Однако в статье речь идет об анализе сейсмических данных, что, видимо, предполагает постановку некоторой задачи ("inverse modeling") по определению параметров сейсмических сигналов в рамках стохастического подхода, но эта задача четко не сформулирована. В частности, нет информации об исходных сейсмических данных, которые должны подвергаться анализу.

Попробуем, ориентируясь на содержание статьи, кратко сформулировать задачу, которую предполагают решать авторы.

Исходные данные задачи:

- наблюдаемая сейсмическая запись определенной длины, на которой зарегистрировано ограниченное число сигналов различного типа при наличии фона сейсмических помех;
- банк функций, аналитически описывающих возможные типы сигналов, присутствующие на записи.

Искомые результаты решения задачи:

- положение на записи каждого сигнала;

- числовые значения параметров по каждому сигналу согласно описанию, приведенному для данного типа сигнала в упомянутом банке;
- числовые значения дисперсии, полученные при расчете параметров сигналов.

Название статьи, которое можно перевести "Математическая модель сейсмического сигнала, как некоторый поток физически нереализуемых отдельных (одиноких) сейсмических волн", отражает лишь один из аспектов решения данной задачи. А именно, привлечение к решению задачи по определению значений параметров сейсмических сигналов стохастической информации о сейсмическом шумовом фоне.

Из начальной части статьи "... new conception of seismic data analysis ... is based on preliminary studying seismic background" следует вывод о важной роли, которую авторы отводят сейсмическому шуму в процессе решения данной обратной задачи. Причем "предварительное изучение сейсмического фона", видимо, завершается моделированием естественного сейсмического шума пуассоновским потоком: "Background noise was simulated as Poisson flow". Таким образом, на предварительном этапе предполагается выполнить обратное моделирование (inverse modeling) с целью определения параметров пуассоновского процесса по сейсмическому фону. В статье нет информации о том, как проводится "предварительное изучение", и как выполняется это обратное моделирование.

Все описание основного процесса анализа сейсмической записи в рамках стохастического потока Бернулли с применением вариационного метода и параметрической оптимизации по алгоритму Левенберга—Марквардта изложено весьма кратко, преимущественно в тезисной, вербальной форме. При таких обстоятельствах особое значение приобретает эксперимен-

тальное подтверждение состоятельности "new conception of seismic data analysis". Но раздел статьи "Numerical simulation", посвященный этому вопросу, также изложен очень сжато. В нем приведен численный пример анализа модельной сейсмической записи, которая образуется в процессе инициирования трех сейсмических импульсов на фоне случайных сейсмических помех.

В качестве результата численного эксперимента демонстрируется лишь три графика на временной оси, которые определяют области вероятного времени прихода каждого из трех сигналов. Параметр τ , соответствующий времени прихода сигнала, входит в число шести параметров, которые подлежат расчету по каждому сигналу.

К сожалению, в статье полностью отсутствует информация о значениях параметров сигналов (в сумме 18, включая и τ), которые были использованы на этапе формирования модельной сейсмической записи. Поскольку в этом случае речь должна идти о прямом моделировании ("forward modeling"), то при инициировании указанных сигналов на исходной модельной сейсмической записи сигналы не могут содержать свободных параметров. Все параметры, предусмотренные в описании сигналов, должны были быть представлены в числовом виде, а их значения необходимо было учесть при модельном расчете исходной сейсмической записи. Не имея численных параметрических данных по исходной сейсмической записи, затруднительно в последующем провести сравнительную оценку результатов данного численного эксперимента.

В процессе решения обратной задачи должны быть определены численные значения "сво-

бодных параметров", а это те же 18 параметров, о которых речь шла выше, но уже в рамках модели, используемой в "inverse modeling". Полученные в результате расчетов значения этих параметров (математические ожидания) в статье отсутствуют.

Таким образом, можно сделать вывод, что в статье при описании численного эксперимента не приведены ни исходные численные значения сигнальных параметров, ни их значения, полученные в результате расчетов, выполненных авторами в процессе анализа исходной сейсмической записи.

Читателю данной статьи, возможно, было бы интересно познакомиться с предыдущей публикацией авторов (Mostovoy V.S., Mostovyi S.V. Estimation of the parameters of seismic waves. Доп. НАН України. 2014. № 2. С. 118—123). В этой публикации рассматривается аналогичная задача, но с позиций ее детерминированного решения. Обе эти статьи объединяет сходное параметрическое описание сейсмических сигналов, а также привлечение метода Левенберга—Марквардта и вариационного метода к расчету сигнальных параметров. К сожалению, ни практического, ни модельного примера, подтверждающего правомерность такой постановки задачи, в упомянутой публикации не найти.

Возможно, что в случае полноценного экспериментального опробования двух алгоритмов анализа сейсмических данных, приведенных в этих публикациях, и сравнения полученных результатов у авторов появятся убедительные доказательства в пользу применения именно "Mathematical model of seismic signal, as a flow of physically non realizable single seismic waves" при расчетах параметров сейсмических сигналов.