

References

1. Берестнева, О.Г. Компьютерный анализ данных: учеб. пособие / О.Г. Берестнева, Е.А. Муратова, А.М. Уразаев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 204 с.
2. Карвасарский, Б.Д. Психотерапевтическая энциклопедия. – СПб.: «Питер Ком», 1998. – 752 с.
3. Коваленко, Н.А. Эмоциональный и телесный опыт ребенка с бронхиальной астмой: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. психол. наук. М., 1998. – 227 с.
4. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии. /Е.В.Сидоренко. – СПб.: Социально-психологический центр, 2006. – 352 с.
5. Шаропин К.А., Берестнева О.Г., Шкатова Г.И. Визуализация результатов экспериментальных исследований // Известия Томского политехнического университета, 2010 – т.316, - №5. – С. 172 – 176.
6. Берестнева О. Г. , Осадчая И. А. , Немеров Е. В. Методы исследования структуры медицинских данных [Электронный ресурс] // Вестник науки Сибири. – 2012 – №. 1 (2). – С. 333-338. – Режим доступа: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/245/250>

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ВСП В НАКЛОННЫХ СКВАЖИНАХ

Бузимова А.В., Рыбалка С.А.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: buzimova14@sibmail.com

Цель сейсмических исследований поиск новых месторождений или уточнение геологического строения уже разведанных залежей. Скважинная сейсморазведка используется для изучения свойств и строения геологического разреза по стволу скважины и в ее окрестности. К скважинной сейсморазведке относят большое количество методов исследований. Методом, положившим начало скважинной сейсморазведке, является сейсмокаротаж. Он определяет время пробега упругой волны по вертикали от поверхности до точек стоянки зонда в скважине [1].

На сегодняшний день наиболее распространены акустические методы исследования земных недр на большие глубины. Используют как методы общей глубинной точки (ОГТ), так и вертикального сейсмического профилирования (ВСП), для более полного исследования и получения данных сейсморазведки. ВСП можно назвать наиболее простым и самым распространённым методом скважинной сейсморазведки.

Современное состояние нефтегазодобывающей отрасли нашей страны ставит сложные задачи перед сейсморазведкой так как изучаются и структурные поверхности, и внутреннее строение все более сложных геологических объектов. Достаточно развитая система добычи и транспорта нефти и газа на этих объектах, мешает организации комплексных наземных сейсмических исследований. К тому же, этап доразведки отдельных залежей и участков крупных месторождений требует высокого уровня детализации строения геологической среды, который может быть получен лишь в результате проведения работ ВСП [2].

Основная задача метода ВСП – установление соответствия между геологическими пластами и их сейсмическими образами. Вертикальное сейсмическое профилирование – метод околосква-

жинных и межскважинных исследований, в котором сейсмоприемники, а иногда и источники располагаются в скважине. ВСП обеспечивает надёжность привязки выделенных на поверхностных сейсмограммах волн к конкретным отражающим и преломляющим границам, а также позволяет исследовать околоскважинное и межскважинное пространство на значительно больших расстояниях, чем у собственно скважинных исследований.

Суть метода ВСП состоит в следующем. Будет новая или используется одна из существующих подходящих скважин. Вокруг этой скважины, размещаются источники сейсмических волн, а в скважине располагаются высокочувствительные приёмники сейсмических колебаний, связанные каротажным кабелем с наземной сеймостанцией.

По расположению сейсмоприемника различают:

- прямое ВСП – сейсмоприемники (один или несколько) располагают в скважинах;
- обращенное ВСП – сейсмоприемник находится на земной поверхности, а взрывы осуществляют в скважине;
- комбинированное ВСП – сейсмоприемники могут быть и в скважине, и на земной поверхности.

Производится серия взрывов и регистрация акустических сигналов, достигших скважины на определенной глубине.

В 1960 годы в сейсморазведке был осуществлен переход на цифровую запись полевой информации. Результаты этой регистрации записываются в компьютерные файлы. Затем эти данные подвергаются обработке с целью выявления различных характеристик геологической среды в области, прилегающей к пробуренной скважине [1].

По результатам обработки исходных сейсмограмм выявляют границы разделения геологических сред и другие параметры. Для более точного моделирования геометрии границ на современном этапе взрывы проводят из большого количества пунктов взрывов, которые покрывают, целую площадь земной поверхности вокруг устья скважины. И тогда удастся смоделировать геометрию границ разделения сред не только по отдельным направлениям, но и по целой площади. При интерпретации результатов обработки большую роль играет их визуальный анализ.

Порядок обработки и интерпретации сейсмических данных называется граф обработки. Граф обработки данных ВСП с ближнего пункта возбуждения выглядит примерно следующим образом:

- редакция и предварительная обработка;
- регулировка амплитуд и фильтрация;
- разделение волн и подавление помех;
- деконволюция по форме падающей волны;
- построение трассы коридорного суммирования.

При обработке данных ВСП с удаленных пунктов возбуждения граф обработки включает:

- подбор модели среды по разным типам волн;
- построение изображения околоскважинного пространства с помощью миграции или преобразования ВСП-ОГТ.

Основные геофизические задачи, которые можно решить с помощью методики ВСП это:

- изучение сейсмического волнового поля;
- изучение формы сейсмического сигнала;
- определение скоростной модели среды;
- согласование каротажных и наземных сейсмических данных.

По сравнению с наземной сейсморазведкой этот метод обладает следующими преимуществами:

- практически полностью устранено влияние на сейсмограмму поверхностных волн, так как сейсмоприемники обычно расположены ниже области регистрации таких волн;
- первые вступления на сейсмограмме дают первое приближение истинной кинематической модели среды;
- возможность точной увязки данных ГИС с данными наземной сейсморазведки;

- сигнал от возбуждения наблюдается в среде, а не на поверхности, что позволяет оценить и учесть его форму, что раскрывает дальнейшее развитие метода совместно с наземной сейсморазведкой в сторону совместных систем наблюдения.

К недостаткам метода следует отнести:

- необходимость дорогостоящего бурения скважины;

- ограниченность изучаемого пространства околоскважинной областью;

- несимметричность системы наблюдения (приемники расположены в скважине, источники возбуждения – на поверхности), усложняющая анализ и обработку сейсмограмм [3].

Сегодня сейсмические методы разведки активно используются в угледобывающей промышленности. Такие исследования имеют четкую последовательность и этапность. На первой стадии проводятся региональные сейсмические исследования и выявляются перспективные площади. Основной задачей этого этапа является выявление перспективных угольных интервалов и пластов для добычи метана. На этапе детализации, когда уже пробурены разведочные скважины на угольном разрезе, с целью построения геолого-геофизической модели изучаемого участка используют, в том числе, и ВПС. На последующих стадиях оценивают промысловые характеристики угольных пластов и возможности добычи метана, как сопутствующего углеводорода. На стадии подсчета запасов углей и запасов метана все ранее полученные данные повторно анализируются, и выдается прогноз продуктивности, рекомендации по заложению вертикальных и горизонтальных скважин, технологии бурения и развитию ресурсной базы.

При обработке материалов сейсморазведки обычно исходят из предположения, что скважина строго вертикальна. Такое допущение часто справедливо при анализе данных ВСП для нефтяных скважин. Но в реальности скважина может иметь искривления или вообще быть наклонной по отношению к границам исследуемой слоистой среды. Это тем более справедливо для скважин, которые бурятся при проведении исследований в угледобывающей промышленности. Поэтому для корректной интерпретации данных ВСП в условиях наклонных скважин требуется уточнение моделей волновых полей и технологии анализа получаемых данных [3].

Моделирование сейсмического волнового поля можно рассматривать как один из подходов к интерпретации сейсмических данных, позволяющий подтвердить или опровергнуть построенную модель среды. На разработанной модели можно изучать зависимость между параметрами модели и сейсмическим волновым полем. Реальная среда, распространения сейсмических волн имеет очень сложное строение. Модель строится в виде набора слоев с заданными параметрами, которые определяют физические свойства каждого слоя модели. При моделировании сейсмических волн могут использоваться волновое уравнение или уравнение упругости. Сравниваются полученные сейсмические волновые поля с реальными полями, зарегистрированными при полевых экспериментах. Сравнивая реальное и модельное поле можно сделать вывод о близости реальной геологической

среды и модели, заложенной в расчет модельного волнового поля [2].

Модель геологического разреза, созданная для расчета сейсмического волнового поля, должна содержать следующую информацию:

- данные о положении и геометрических свойствах отражающих границ;
- скорости продольной и поперечной волн;
- плотности пород;
- форма сейсмического сигнала, возбуждаемого источником.

На сегодня известно несколько методов моделирования волновых полей и интерпретации дан-

ных в условиях вертикальных скважин. Для случая наклонных скважин и скважин имеющих значительное искривление необходимо развитие и обобщение известных моделей.

Литература

1. Боганик Г.Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / И.И. Гурвич. – Тверь: АИС, 2006. – 744 с.
2. Гальперин Е.И. вертикальное сейсмическое профелирование. – М.: Недра, 1971. – 263 с
3. Шевченко А.А. Скважинная сейсморазведка. – М: РГУ нефти и газа, 2002. – 129 с.

ВЫЧИСЛЕНИЕ БПФ НА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЕ С РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕМ ОПЕРАЦИИ «БАБОЧКА»

Черемнов А.Г.

Научный руководитель: Аврамчук В.С.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: 8xandr@gmail.com

В настоящее время постоянно увеличиваются размеры обрабатываемой информации, а увеличение её объёмов, в свою очередь, приводит к повышенным требованиям к быстродействию компонентов ЭВМ, что влечёт за собой развитие специализированных подходов эффективного использования аппаратных ресурсов ЭВМ.

Разработка узкоспециализированного архитектурного решения для учёта аппаратных особенностей используемого вычислителя и системы в целом является приоритетной задачей. В многопроцессорных системах роль вычислителя играет многоядерные процессоры. Добиться прироста производительности вычислительных операций можно при помощи параллельного выполнения этих операций.

В наши дни корреляционный анализ сигналов используется в акустике, физике, экономике, биологии, геологии и в других областях науки и техники. Быструю корреляцию применяют при обработке больших массивов данных или при необходимости обработки в режиме реального времени. Использование такого подхода основано на применении теоремы о корреляции и быстрого преобразования Фурье (БПФ) [1].

Увеличение числа операций быстрого преобразования Фурье является основным недостатком такого подхода. На основании этого, применение подобного метода в однопроцессорных системах реального времени невозможно.

Алгоритм Кули-Тьюки является наиболее простым в понимании и реализации способом вычисления БПФ [2]. Не смотря на широкую известность алгоритмов БПФ и огромную проработку в этом направлении, каждый год создаются новые реализации БПФ. Это легко объясняется экспоненциальным развитием вычислительной техники, созданием новых архитектур, направленных на

ускорение вычислительных операций. Создавая такие алгоритмы, разработчикам программного обеспечения удаётся добиться максимального быстродействия, компактности и эффективности кода.

Первоначально повышения эффективности вычисления БПФ можно добиться предварительной обработкой входных данных – изменением порядка следования бит в двоичном представлении числа на противоположный (операция бит-реверсирования). Стоит отметить, что преобразованию подвергаются только индексы элементов входных данных, численные значения остаются без изменения.

Пример выполнения бит-реверсирования для 8-ми элементов приведён на рисунке 1.

До	После
0 0 0 =0	0 0 0 =0
0 0 1 =1	1 0 0 =4
0 1 0 =2	0 1 0 =2
0 1 1 =3	1 1 0 =6
1 0 0 =4	0 0 1 =1
1 0 1 =5	1 0 1 =5
1 1 0 =6	0 1 1 =3
1 1 1 =7	1 1 1 =7

Рис. 1. Пример обработки входных данных для 8-ми элементов

После обработки входных данных производится расчёт БПФ. Разбиение исходной анализируе-