

УДК 681.14:550.834.05

Е.А.Голов (5 курс, каф. КИТвП), А.П.Новицкий, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ АНАЛИЗА СПЕКТРА СИГНАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЧАСТОТ

Разрабатываемые методики и исследуемые алгоритмы предназначены для анализа данных геофизического сейсмопрофилирования, получаемых геологом-исследователем в полевых условиях. Разрабатываемые программы предполагается использовать в составе системы регистрации и обработки геофизических данных, которая создается коллективом студентов кафедр ИУС и КИТвП.

Регистрируемый акустический сигнал возникает в земной толще в результате импульсного возбуждения, производимого с поверхности экспериментатором (удар, взрыв). Приемником сигналом является акустический датчик на пьезопленке, представляющий собой с электрической точки зрения емкость малой величины (50...10 пФ). Регистрация выборок накапливается в памяти микроконтроллера. В конце рабочей смены с данными предполагается выполнить следующие действия:

- передать в стандартный персональный компьютер;
- обработать и интерпретировать при помощи средств системы Matlab.

Полученные результаты далее должны быть проанализированы и отредактированы геологом для получения ясной картины залегания структурных неоднородностей в земной толще.

Используется гипотеза, что отклик земной толщи на импульсное возбуждение (удар, взрыв) представляет собой сумму затухающих гармонических компонент. Этому соответствует модель земной толщи с имеющимися в ней слоями как набора резонаторов, каждый из которых имеет собственную частоту, зависящую от глубины залегания слоя. Таким образом, стоящая перед нами задача определения глубин залегания структурных неоднородностей в земной толще может быть решена при помощи спектрального анализа.

Классические методы спектрального анализа, такие как быстрое преобразование Фурье, дают значения частотных составляющих лишь в дискретных точках $f_1=1/T$, $f_2=2f_1$, $f_3=3f_1$, ... , кратных основной частоте, где T – период регистрации сигнала (длина выборки). Поскольку частота гармонической составляющей обратно пропорциональна толщине слоя ($f \sim 1/h$), то частоты f_1 , f_2 и т.д. соответствует глубинам h_{\max} , $h_{\max}/2$ и т.д. Таким образом, с увеличением глубины разрешающая способность резко убывает, то есть в области низких частот (больших глубин) она не представляется удовлетворительной. Повышение разрешающей способности при использовании классических методов может быть достигнуто только увеличением длительности выборки.

При использовании классических методов не используется никакой априорной информации о природе анализируемого сигнала. Существует, однако, группа методов (Берга, Прони и другие), называемых параметрическими. В этих методах изначально задается форма сигнала, а затем решается оптимизационная задача, в результате чего находятся параметры модели, аппроксимирующие реальный сигнал наиболее точно. Поскольку форма сигнала в нашем случае известна, то необходимые частотные пики могут быть найдены данными методами.

На первом этапе работы были изучены возможности среды Matlab 6.1 по обработке сигналов, а также информация по методам спектрального анализа сейсмосигналов.

На втором этапе решалась задача ввода экспериментальных данных в среду Matlab. Среда имеет встроенные возможности для доступа к СОМ-порту компьютера. Однако объем

данных, собранных за одну рабочую смену, велик (от сотен килобайт до нескольких мегабайт). Вследствие этого было решено использовать для передачи данных на компьютер USB-порт. Поскольку сам по себе протокол, который положен в основу коммуникации через USB-порт, довольно сложен для самостоятельной программной реализации на стороне ПК, было решено использовать технологию фирмы Future Technology Devices Intl. Ltd., включающую схему для платы-переходника между COM- и USB-интерфейсами. Фирма также предоставляет драйвер для устройства, выполненного по данной схеме, который эмулирует COM-порт, доступный программам на ПК. Это позволило однотипным образом обеспечить из среды Matlab доступ как к COM- так и к USB-порту.

В процессе работы в лабораторных условиях было выполнено устройство по предоставленной Future Technology Devices Intl. Ltd. электрической схеме, которое было протестировано с положительными результатами. В целях тестирования был установлен фирменный драйвер и подключено к USB-порту ПК само устройство. Далее из программы, созданной в среде Matlab 6.1, посылались тестовая последовательность, и отслеживались изменения выходов устройства с помощью светодиодных индикаторов.

На следующем этапе работы предполагается:

1. Оттестировать передачу данных с МК на персональный компьютер с использованием вышеупомянутого устройства.
2. Создать исполняемый файл с графическим интерфейсом пользователя в среде Matlab для обработки и удобного представления данных в виде графиков.

В будущем планируется разработать приложение, позволяющее геологу редактировать полученные 3D-графики на основании априорных данных и накопленного опыта, с тем чтобы исключить из изображения геологических слоев неопределенности и получить наиболее достоверную картину залегания в земной толще структурных неоднородностей.