

тора 3 и микроконтроллера 5 появляется возможность получать данные в интервале температур с нескольких термопар 1-N одновременно, сохранять их и передавать для дальнейшей обработки. На пути движения сигнала от термопар 1-N, соединённых с дифференциальными усилителями ДУ1, ДУ2, ..., ДУ N к микроконтроллеру 5 расположен компаратор 3. Компаратор 3 отсекает непопадающие в интервал температур значения, затем сигнал с помощью АЦП 4 преобразуется в цифровую форму и уже нужные данные попадают для обработки на микроконтроллер 5. Причем, наличие компаратора 3 между микроконтроллером 5 и термопарой 1 дает возможность одновременно принимать сигнал с нескольких термопар 1-N сразу. Микроконтроллер 5 имеет возможность через обратную связь управлять работой компаратора 3, настраивать рабочие интервалы температур, воспринимаемые компаратором 3. Также микроконтроллер 5 выводит получаемые данные на индикатор 7, выводит данные через порт RS232 8 на компьютер. Управление работой микроконтроллера 5 и устройства в целом осуществляют через клавиатуру 6.

Результаты исследования представленные в настоящей работе выполнены при поддержке гранты Президента РФ МК-6661.2013.8.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ПЛАСТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Гуляева К.В.

Научный руководитель: Степанов Д.Ю.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: ksuksu245@gmail.com

Введение

Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) – один из методов скважинной сейсморазведки, в основе которого лежит изучение особенностей волнового поля во внутренних точках среды. Общей задачей ВСП, как и любого другого метода изучения геологических сред, является уточнение априорной информации о модели среды, в том числе построение пластовой модели среды. Пространственное распределение скоростей распространения сейсмических волн в реальных средах определяется множеством факторов, главным из которых являются два - слоистость и горное давление. Действие других факторов, как правило, осложняет характер распределения физико-геологических свойств горных пород по горизонтали и вертикали. В результате распределение значений скоростей распространения упругих волн в общем случае представляет собой очень сложную функцию координат пространства. Однако для обеспечения реальной возможности решения прикладных задач в сейсморазведке необходимо прибегать к построению упрощенной сейсмической модели изучаемой среды. Основой та-

Литература

1. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Егоров Ю.П. Производство поршневых колец компрессоров высокого давления // Литейное производство. – 2008. – № 8. – С. 24-26.
2. Мартюшев Н.В., Семенков И.В. Структура и свойства бронзовых отливок при различных скоростях охлаждения // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 1-1.
3. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на структуру и свойства бронз, содержащих свинец // Metallurgia машиностроения. – 2010. – № 4. – С. 32-36.
4. Мартюшев Н.В. Параметры дендритной структуры медных сплавов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2011. – № 11-3 (54). – С. 229-232.
5. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на свойства отливок из бронзы брос 10-10 // Литейное производство. – 2011. – № 6. – С. 11-13.
6. Мартюшев Н.В. Программные средства для автоматического металлографического анализа // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 79-79.

кого упрощения является представление о сейсмических свойствах слоя [1]. Целью представленной работы является построение физической модели среды.

Под математическим моделированием в сейсморазведке подразумевают процедуры построения сейсмогеологической модели, математическое описание ее параметров, расчеты волновых полей для заданных схем наблюдений, обработку и интерпретацию результатов расчетов. Интерпретация реальных волновых полей на основе математического моделирования предполагает уточнение априорной модели, проведение новых расчетов волновых полей, сравнение теоретических сейсмограмм с реальными [2].

Математическое описание модели

Как правило, модель описывается граничными условиями и параметрами пластов в отдельных точках среды, а для расчета волновых полей в двумерных и трехмерных средах требуется находить параметры модели в любой точке, что требует решения задачи аппроксимации параметров модели. Далее рассмотрим модель горизонтально-

слоистой среды и будем полагать, что слои являются однородными. Т.е. внутри слоя скорость прохождения волны постоянна. Пусть X является горизонтальной координатой, h – глубиной, z_{i-1} и z_i – границы i -ого и $i+1$ -ого слоев, V_i – скорость в i -ом слое. Наблюдение ВСП проводят в дискретных точках среды, определяемых положением ствола скважины и расстоянием между сейсмоприемниками. Предположим, что скважина вертикальная. При проведении ВСП известно только $t(z_i)$ – время пробега от поверхности до глубины z_i . Для решения вопросов сейсморазведки перед методом ВСП ставится задача: по наблюдаемым $t(z_i)$ определить глубины залегания границ z_i .

Если глубины расположения сейсмоприемников z_i с номера n по m находятся в одном слое, то зарегистрированные времена прихода t_i в эти сейсмоприемники должны лежать на одной прямой. Отклонение t_i от прямой внутри однородного слоя обусловлено неточностью регистрации данных, аппаратными помехами, ошибкой при работе системы синхронизации, задержкой срабатывания детонатора, ошибкой глубины установки заряда, искажением сейсмической записи. [3] Если глубины расположения сейсмоприемников z_i с номера n по m находятся в разных слоях, то зарегистрированные времена прихода t_i в эти сейсмоприемники не должны лежать на одной прямой. Отклонение от прямой может означать наличие границы пластов в интервале (z_{i-1}, z_i) и обуславливаться сменой скорости прохождения этого интервала. Методическая погрешность оценки $t(z_i)$ уменьшается с глубиной, т.к. уменьшается вклад поверхностных помех и расстояние между источником и приемником волны возрастает. Пусть $t_{i+1} = t_i + \Delta t_i$, где $t_i = \sum_{j=1}^i \frac{z_j}{V_j}$ (если $z_i = \sum_{j=1}^i \Delta z_j$), Δt_i – погрешность измерения годографа $t(z_i)$.

Работа заключается в разработке алгоритмов построения пластовой модели среды в околоскважинном пространстве. Задачу построения пластовой модели среды по наблюдаемому вертикальному годографу можно представить в виде задачи кусочно-линейной аппроксимации годографа, в которой ограничения линейных функций будут определять границы пластов, а коэффициенты линейного уравнения – пластовые скорости.

Описание алгоритмов аппроксимации

Суть алгоритма 1 заключается в определении отклонения по времени точек, принадлежащих годографу, от аппроксимирующих отрезков, последовательном построении прямых, проходящих через начальную точку потенциального пласта и следующих точек, а также нахождения отклонения промежуточных точек от прямой [3].

Приведем описание алгоритма:

1. $z = 0$,

2. Выбирается глубина z_i .
3. Вводится счетчик $m = 2$.
4. Строим прямую, проходящую через точки (z_{i-1}, t_{i-1}) и (z_m, t_m) : $t^*(z) = k \cdot z + t_0$.
5. Проверяем условие линейной аппроксимации на отрезке $[z_{i-1}, z_m]$, например, если $k = \frac{z_m - z_{i-1}}{t_m - t_{i-1}}$, $t_m - t^*(z_m) > \epsilon_0$, тогда z_{i-1} – граница слоев, иначе увеличиваем m и выполняем п. 3.
6. Увеличиваем n на 1 и переходим к п. 2.

Проведение экспериментов

Для осуществления тестирования алгоритма аппроксимации проведем эксперимент, который позволит проверить работоспособность и помехоустойчивость модели.

Пусть $\epsilon(t)$ – неоднородный случайный процесс с нормальным законом распределения и параметрами

$$m_\epsilon = 0, \sigma_\epsilon^2(t) = \sigma_0^2 \cdot e^{-\alpha^2 t^2}, \quad (1)$$

где σ_0^2 – дисперсия погрешности при $t = 0$, α – коэффициент затухания. В качестве модельных данных построена толстослоистая модель.

Перейдем к этапам выполнения эксперимента:

- осуществление расчета времени пробега волны между сейсмоприемниками;
- моделирование случайного процесса $\epsilon(t)$;
- выполнение алгоритма аппроксимации с введением погрешности, зависящей от глубины. Для определения границ пластов используем формулу $t_{i+1} = t_{i+1}(z_i) + \epsilon_i(z_i)$.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

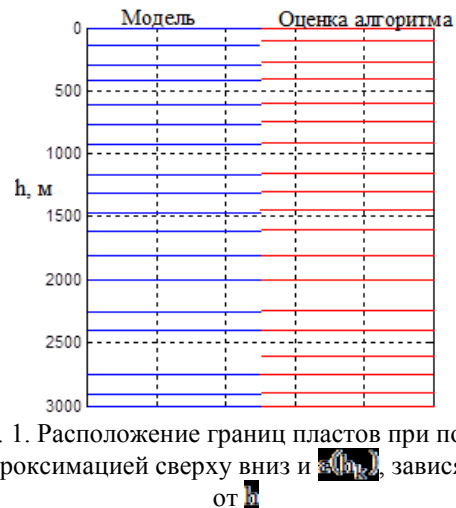


Рис. 1. Расположение границ пластов при поиске аппроксимацией сверху вниз и $\epsilon(t)$, зависящей от t

Алгоритм определил «лишние» границы пластов, где амплитуда шума достаточно высока. Сделаем вывод о том, что при модели с уменьшающимися с глубиной погрешностями алгоритм, в котором $\epsilon(t)$ зависит от t , дает лучший результат независимо от выбора порядка аппроксимации.

Заключение

Эксперимент на модельных данных для подтверждения работоспособности и помехоустойчивости алгоритма показал, что для идеальных моделей границы пластов определяются безошибочно, а при наличии помех возникает погрешность как в определении положения границ пластов, так и их количестве. Полное совпадение границ с модельными выполняется максимум на 33,3%. Определение границ близких к модельным данным выполняется максимум на 79%.

Эксперимент подтвердил работоспособность и помехоустойчивость алгоритмов. В результате вычислительного эксперимента определена рекомендация по выбору величины погрешности

Литература

1. Резяпов Г.И. Сейсморазведка. Конспект лекций «Геофизические методы исследования скважин» – Томск, ТПУ, учебное пособие, 2011. – 228 с.
2. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. Опыт и результаты. - М.: «Наука» 1994. – 480 с.
3. Шевченко А.А. Скважинная сейсморазведка, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. М.: 2002. - 129 с.
4. Поданева Д.С. Алгоритм построение пластовой модели среды с согласованием данных наземной сейсморазведки и скважинной сейсморазведки//Технология Microsoft в теории и практики программирования, Томск, 2012. – с. 82-85.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТОКИ В СФЕРИЧЕСКОМ ДИОДЕ

Колмакова И.А.

Научный руководитель: Григорьев В.П.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: iakolmakova@mail.ru

Введение

В ряде современных электронных приборов используются направленные управляемые потоки (пучки) электронов, создаваемые с помощью магнитных и электрических полей в различных диодах. Под пучком заряженных частиц обычно понимают поток частиц, движущихся в одном направлении примерно параллельно друг другу. Электроны пучка при движении в ускоряющем диоде создают собственное электрическое поле, связанное с пространственным зарядом пучка. Это поле тормозит последующие электроны, влетающие в диодный промежуток. В результате, тот пучок, который может проходить через систему, ограничен. Возникает понятие предельного тока. Под предельным током понимают максимально допустимое в стационарном режиме значение тока пучка, протекающего через диод. Известны различные конфигурации диодов, основные из них: плоские, коаксиальные и сферические

Задачи определения предельных токов решались для плоских и коаксиальных диодов. Проводились исследования как для ультрарелятивистских напряжений, слабoreлятивистских и нерелятивистских. Что касается сферических диодов, то в настоящее время отсутствуют исследования предельных токов для релятивистских напряжений.

Ниже мы рассмотрим задачу о предельном токе в сферическом диоде для релятивистских напряжений, когда $U_0/m_0c^2 \gg 1$ и скорость электронов пучка v_0 в первом приближении можно считать постоянной порядка скорости света c . Определим зависимость предельного тока в этом

случае от геометрии диода и ускоряющего напряжения U_0 .

Основные уравнения. Предельные токи

1. Пусть система представляет собой вложенные сферы с катодом на внутренней сфере. Определим предельный ток при движении электронов пучка с внутреннего r_0 радиуса системы к внешнему R под действием разности потенциалов U_0 (рис. 1).

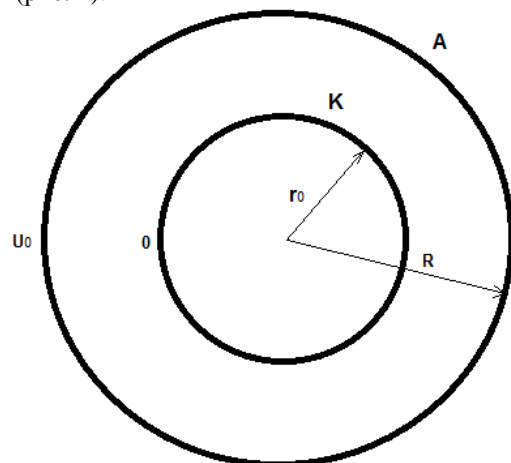


Рис. 1. Сферический диод с внутренним радиусом

r_0 и внешним радиусом R

Уравнение Пуассона запишем в виде:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right) = 4\pi en = \frac{4\pi j}{c} \quad (1)$$

Граничные условия при этом запишутся в виде: