

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических работ по дисциплине

ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль) Геолого-геофизические технологии в
нефтегазовом деле

Ставрополь, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. Обработка данных сейсмокаротажа.....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. Вычисление кинематических поправок и построение линии t_0	20
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. Частотная фильтрация сейсмических волн.....	24
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. Определение статических поправок.....	34
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5. Расчет кажущейся скорости среды по методу КМПВ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	53
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	62

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

(Тема 2. Основные процедуры обработки)

Обработка данных сейсмокаротажа

Цель работы: ознакомление с методикой проведения и обработкой данных сейсмокаротажа.

Теоретические основы

Методика проведения сейсмокаротажа. Наблюдения в скважинах при сейсмокаротаже ведутся, как правило, по следующей технологии. В каротируемую скважину на забой опускается скважинный сейсмоприемник в специальном корпусе или сейсмокаротажный зонд из шести сейсмоприемников (рис. 9). Скважинный сейсмоприемник (зонд) перемещается по стволу скважины (H) с шагом от 10 до 100 м (в зависимости от строения разреза и задач исследования). При каждом перемещении нижний сейсмоприемник зонда становится на место верхнего. Возбуждение волн производится из одного или двух пунктов возбуждения (ПВ), расположенных во взрывных скважинах, глубина (h) которых превышает мощность ЗМС. Скважинный сейсмоприемник регистрирует время первых вступлений прямой проходящей волны (t_n).

Использование нескольких ПВ имеет целью:

более обоснованно судить о скоростной неоднородности разреза;

избежать влияния на результаты определения скоростей кабельных и трубных волн, которые регистрируются в первых вступлениях на разных интервалах глубин, в зависимости от удаления ПВ.

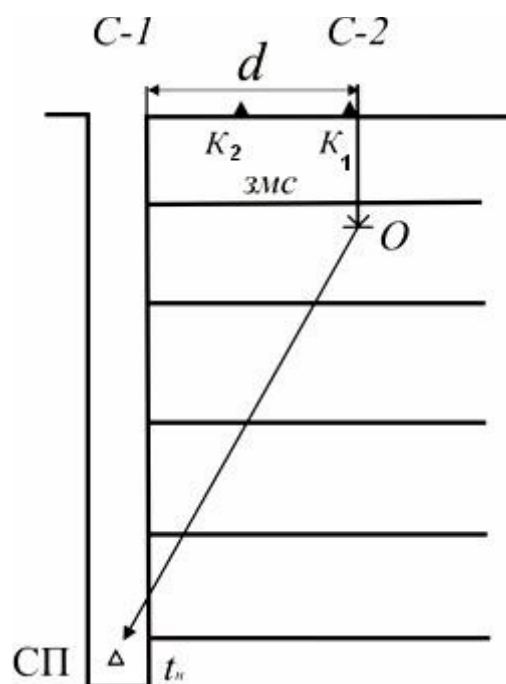


Рисунок 7.1 Методика проведения работ: СП – сейсмоприемник; O – источник; K_1 , K_2 – контрольные сейсмоприемники; $C-1$, $C-2$ – каротируемая и взрывная скважины; d – расстояние между взрывной и каротируемой скважинами

Ближний ПВ (основной) располагается на удалении (d) нескольких десятков метров от устья каротируемой скважины, а дальний – на 200-400 м от нее. Основные работы ведутся с ближнего пункта, а с дальнего выполняются записи для контроля через несколько стоянок сейсмоприемника или скважинного зонда. Если в первых вступлениях регистрируются волны-помехи, то переходят на регистрацию с дальнего ПВ, пока не будет пройден интервал первых вступлений трубных, кабельных или преломленных волн.

Контрольные сейсмоприемники, установленные на дневной поверхности, предназначены для исключения погрешностей, связанных с непостоянством условий возбуждения. Первый контрольный сейсмоприемник (K_1) расположен вблизи устья взрывной скважины и регистрирует время пробега волны вдоль ствола (t_{K1}). Второй (K_2) устанавливается между каротируемой и взрывной скважинами на таком удалении, чтобы небольшие изменения глубины взрыва не сказывались на величине времени пробега к нему прямой волны (t_{K2}).

Постоянство t_{k2} от взрыва к взрыву, т. о., объясняется только погрешностью отметки момента взрыва. На величину t_{k1} влияют глубина и момент взрыва.

Методика обработки данных сейсмокаротажа. В процессе обработки данных сейсмокаротажа условия первого взрыва принимают за исходные, а время t_{k1}^* и t_{k2}^* , соответствующие ему, считаются лишенными погрешности. Затем находят разности

$$\Delta t_{k1} = (t_{k1})_i - t_{k1}^* \text{ и } \Delta t_{k2} = (t_{k2})_i - t_{k2}^*, \quad (24)$$

где $(t_{k1})_i$, $(t_{k2})_i$ — времена прихода волны к контрольным сейсмоприемникам

при расположении скважинного зонда на глубине H_i ;

t_{k1}^* , t_{k2}^* — времена прихода волны к контрольным сейсмоприемникам при первом взрыве ($H = H_{\max}$).

Очевидно, что:

$$\Delta t_{k1} = \Delta t_h + \Delta t_m, \quad (25)$$

где Δt_h и Δt_m — поправки за глубину и момент взрыва, причем

$$\Delta t_m = \Delta t_{k2}.$$

Из выражения (25) следует:

$$\Delta t_h = \Delta t_{k1} - \Delta t_{k2}. \quad (26)$$

После определения поправок рассчитываются исправленные времена ($t_{исп}$), лишенные погрешностей за отметку момента и глубину взрыва:

$$t_{исп} = t_n + \Delta t_m - \Delta t_h. \quad (27)$$

Поправки Δt_h и Δt_m вводят со своими знаками.

По техническим условиям взрывные скважины располагают на некотором удалении (d) от устья каротируемой скважины. Поэтому при каротаже фиксируется время пробега по наклонным лучам. В связи с этим следующим этапом обработки является приведение исправленного времени к вертикали. При вычислении вертикальных времен предполагают, что скорости распространения волн одинаковы, а лучи прямолинейны.

Тогда:

$$t_{\epsilon} = t_{исп} \cdot \cos \alpha = t_{исп} \cdot \frac{H - h}{\sqrt{(H - h)^2 + d^2}}, \quad (28)$$

где α – угол между наклонным сейсмическим лучом и вертикалью; H – глубина погружения сейсмоприемника;

h – глубина взрывной скважины;

d – расстояние между каротируемой и взрывной скважинами.

По найденным вертикальным временам определяют среднюю скорость для каждой глубины H с шагом 50 или 100 м:

$$V_{cp} = \frac{H}{t_{\epsilon}}. \quad (29)$$

Далее строится график зависимости t_{ϵ} (H), который называется вертикальным годографом (рис. 10). Для определения пластовых скоростей вертикальный годограф усредняется ломаной линией таким образом, чтобы каждому ее отрезку соответствовало не менее 4-6 вертикальных времен. Точки излома вертикального годографа соответствуют границам пластов. Пластовая скорость определяется как отношение мощности пласта ΔH к приращению времени Δt_{ϵ} на соответствующем прямолинейном участке вертикального годографа:

$$V_{nl} = \frac{\Delta H}{\Delta t_g}. \quad (30)$$

Результаты обработки представляются на одном графике (рис. 10). Ось глубин направлена вертикально вниз, ось времен – вправо, а ось скоростей – влево. График скоростей представляет собой плавно меняющуюся зависимость, график пластовых скоростей – «ступенчатую» линию, изломы которой соответствуют границам пластов.

Данный прием обработки позволяет лишь грубо расчленить весь разрез на несколько крупных пластов и дает приближенное представление об истинном сейсмическом разрезе. Как правило, из поля зрения выпадают тонкие пласты и пропластки.

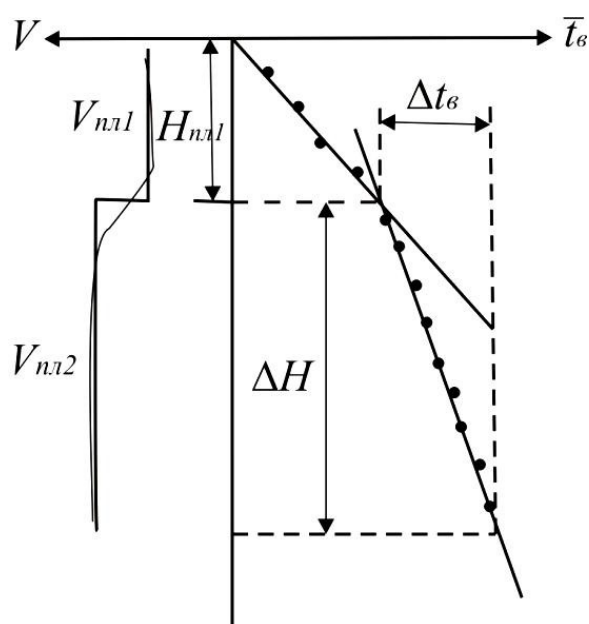


Рисунок 7.2 Результат обработки данных сейсмокаротажа

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

В соответствии с вариантом выбираются исходные данные из таблицы.

По формулам (24, 26) вычисляются поправки за момент взрыва Δt_m и глубину взрывной скважины Δt_h .

С учетом поправок по формуле (27) рассчитываются исправленные времена $t_{исп}$.

По формуле (28) вычисляются вертикальные времена t_v и строится вертикальный годограф $t_v = f(H)$.

Рассчитываются средние скорости по формуле (29).

Вертикальный годограф усредняется ломаной линией.

Рассчитываются пластовые скорости по формуле (30).

Строятся графики средних и пластовых скоростей справа от вертикального годографа (рис. 10).

В процессе вычислений результаты заносятся в таблицу.

Таблица

$H, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$t_H,$ с	$t_{K1},$ с	$t_{K2},$ с	$\Delta t_{K1},$ с	$\Delta t_{K2},$ с	$\Delta t_h,$ с	$t_{исп},$ с	$v,$	$v_{cp},$ /с

Исходные данные

Вариант 1

$d = 400$ м

№П/П	H , м	h , м	t_H , с	t_{K1} , с	t_{K2} , с
1	200	12	0,268	0,228	0,267
2	250	13	0,275	0,228	0,265
3	300	20	0,283	0,229	0,267
4	350	23	0,288	0,230	0,265
5	400	22	0,291	0,216	0,258
6	450	23	0,304	0,217	0,260
7	500	20	0,311	0,214	0,256
8	550	25	0,328	0,216	0,257
9	600	25	0,339	0,215	0,257
10	650	25	0,356	0,216	0,259
11	700	25	0,365	0,213	0,255
12	750	25	0,386	0,218	0,261
13	800	25	0,400	0,217	0,258
14	850	25	0,414	0,218	0,259
15	900	25	0,427	0,212	0,255
16	950	25	0,444	0,216	0,260
17	1000	25	0,465	0,221	0,264
18	1050	25	0,480	0,221	0,262

Вариант 2

$d = 400$ м

№ п/п	H , м	h , м	t_n , с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, с
1.	200	12	0,240	0,258	0,271
2.	250	12	0,246	0,259	0,271
3.	300	12	0,251	0,259	0,271
4.	350	12	0,265	0,263	0,274
5.	400	12	0,277	0,261	0,275
6.	450	12	0,287	0,261	0,273
7.	500	12	0,298	0,257	0,270
8.	550	12	0,312	0,258	0,272
9.	600	12	0,328	0,259	0,274
10.	650	12	0,344	0,259	0,272
11.	700	12	0,359	0,260	0,274
12.	750	12	0,373	0,257	0,271
13.	800	12	0,382	0,260	0,273
14.	900	12	0,428	0,261	0,275
15.	1000	12	0,459	0,259	0,273
16.	1100	17	0,484	0,259	0,274
17.	1200	25	0,507	0,262	0,277

Вариант 3

$d = 420 \text{ м}$

№ п/п	H , м	h , м	t_n , с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, с
1.	50	25	0,265	0,190	0,231
2.	100	25	0,270	0,182	0,225
3.	200	23	0,279	0,184	0,225
4.	300	27	0,282	0,182	0,226
5.	400	27	0,295	0,180	0,223
6.	500	27	0,325	0,185	0,229
7.	550	27	0,336	0,184	0,226
8.	600	27	0,351	0,186	0,229
9.	700	27	0,381	0,189	0,231
10.	800	27	0,412	0,181	0,224
11.	900	27	0,445	0,183	0,225
12.	1000	27	0,478	0,184	0,227
13.	1100	27	0,511	0,181	0,225
14.	1200	27	0,546	0,183	0,225
15.	1250	27	0,565	0,186	0,227
16.	1300	27	0,577	0,187	0,228

Вариант 4

$d = 420 \text{ м}$

№п/п	H , м	h , м	t_n , с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, с
1.	200	24	0,279	0,184	0,225
2.	300	28	0,282	0,182	0,226
3.	400	24	0,295	0,180	0,223

4.	500	28	0,325	0,185	0,229
5.	600	28	0,351	0,186	0,229
6.	700	28	0,381	0,189	0,231
7.	800	28	0,412	0,181	0,224
8.	900	28	0,445	0,183	0,225
9.	1000	28	0,478	0,184	0,227
10.	1100	27	0,511	0,181	0,225
11.	1200	27	0,545	0,183	0,225
12.	1250	27	0,565	0,186	0,227
13.	1300	26	0,577	0,187	0,228
14.	1350	28	0,592	0,181	0,223
15.	1400	28	0,610	0,185	0,228
16.	1425	28	0,613	0,182	0,223

Вариант 5

$d = 70 \text{ м}$

№п/п	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$t_n, \text{ с}$	$t_{к1}, \text{ с}$	$t_{к2}, \text{ с}$
1.	50	24	0,059	0,028	0,060
2.	100	25	0,075	0,028	0,061
3.	200	26	0,115	0,029	0,060
4.	300	26	0,166	0,030	0,061
5.	400	28	0,211	0,029	0,060
6.	500	28	0,256	0,031	0,062
7.	550	28	0,274	0,029	0,060
8.	600	28	0,293	0,030	0,060
9.	700	28	0,326	0,031	0,060
10.	800	28	0,369	0,033	0,062
11.	900	28	0,410	0,030	0,061
12.	1000	28	0,447	0,033	0,063
13.	1100	28	0,481	0,029	0,060
14.	1200	28	0,520	0,030	0,061
15.	1300	28	0,556	0,033	0,062
16.	1400	28	0,586	0,030	0,060
17.	1425	28	0,599	0,031	0,060

Вариант 6

$d = 380 \text{ м}$

№п/п	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$t_n, \text{ с}$	$t_{к1}, \text{ с}$	$t_{к2}, \text{ с}$
1.	200	12	0,263	0,223	0,262

2.	250	13	0,270	0,223	0,260
3.	300	20	0,278	0,224	0,262
4.	350	23	0,283	0,225	0,260
5.	400	22	0,286	0,211	0,253
6.	450	23	0,300	0,212	0,255
7.	500	20	0,306	0,209	0,251
8.	550	25	0,323	0,211	0,252
9.	600	25	0,334	0,210	0,252
10.	650	25	0,351	0,211	0,254
11.	700	25	0,360	0,208	0,250
12.	750	25	0,381	0,213	0,256
13.	800	25	0,395	0,212	0,253
14.	850	25	0,409	0,213	0,254
15.	900	25	0,422	0,207	0,250
16.	950	25	0,439	0,211	0,255
17.	1000	25	0,460	0,216	0,259

Вариант 7

$d = 320 \text{ м}$

№п/п	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$t_H, \text{ с}$	$t_{K1}, \text{ с}$	$t_{K2}, \text{ с}$
1.	50	25	0,255	0,180	0,221
2.	100	25	0,260	0,172	0,215
3.	200	23	0,269	0,174	0,215
4.	300	27	0,272	0,172	0,216
5.	400	27	0,285	0,170	0,213
6.	500	27	0,315	0,175	0,219
7.	550	27	0,326	0,174	0,216
8.	600	27	0,341	0,176	0,219
9.	700	27	0,371	0,179	0,221
10.	800	27	0,402	0,171	0,214
11.	900	27	0,435	0,173	0,215
12.	1000	27	0,468	0,174	0,217
13.	1100	27	0,501	0,171	0,215
14.	1200	27	0,536	0,173	0,215
15.	1250	27	0,555	0,176	0,217
16.	1300	27	0,567	0,177	0,218

Вариант 8

$d = 400 \text{ м}$

№п/п	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$t_H, \text{ с}$	$t_{K1}, \text{ с}$	$t_{K2}, \text{ с}$
1.	200	22	0,245	0,258	0,271
2.	250	22	0,251	0,259	0,271

3.	300	22	0,256	0,259	0,271
4.	350	22	0,270	0,263	0,274
5.	400	22	0,282	0,261	0,275
6.	450	22	0,292	0,261	0,273
7.	500	22	0,303	0,257	0,270
8.	550	22	0,317	0,258	0,272
9.	600	22	0,333	0,259	0,274
10.	650	22	0,349	0,259	0,272
11.	700	22	0,364	0,260	0,274
12.	750	22	0,378	0,257	0,271
13.	800	22	0,387	0,260	0,273
14.	900	22	0,433	0,261	0,275
15.	1000	22	0,464	0,259	0,273
16.	1100	27	0,489	0,259	0,274
17.	1200	30	0,512	0,262	0,277

Вариант 9

$d = 70 \text{ м}$

№п/п	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$t_{н}, \text{ с}$	$t_{к1}, \text{ с}$	$t_{к2}, \text{ с}$
1.	150	25	0,091	0,024	0,058
2.	200	25	0,111	0,021	0,057
3.	250	25	0,129	0,021	0,055
4.	300	25	0,150	0,025	0,056
5.	350	25	0,173	0,027	0,059
6.	400	25	0,191	0,026	0,061
7.	450	25	0,209	0,025	0,059
8.	500	25	0,230	0,025	0,053
9.	550	25	0,248	0,022	0,058
10.	600	25	0,270	0,024	0,058
11.	700	25	0,312	0,030	0,061
12.	800	25	0,348	0,025	0,058
13.	900	25	0,385	0,029	0,060
14.	1000	25	0,419	0,024	0,057
15.	1100	25	0,446	0,022	0,058
16.	1200	25	0,474	0,025	0,058
17.	1300	25	0,504	0,025	0,056

Вариант 10

$$d = 80 \text{ м}$$

№п/п	H , м	h , м	$t_{из}$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, с
1.	100	25	0,086	0,024	0,050
2.	200	25	0,111	0,021	0,044
3.	300	25	0,124	0,023	0,048
4.	400	25	0,150	0,025	0,052
5.	500	25	0,168	0,027	0,056
6.	600	25	0,180	0,026	0,054
7.	700	25	0,191	0,024	0,050
8.	800	25	0,204	0,025	0,052
9.	900	25	0,215	0,022	0,046
10.	1000	25	0,230	0,024	0,050
11.	1100	25	0,244	0,030	0,062
12.	1150	25	0,256	0,026	0,054
13.	1200	25	0,270	0,029	0,060
14.	1250	25	0,311	0,028	0,058
15.	1300	25	0,349	0,025	0,052
16.	1350	25	0,387	0,026	0,054
17.	1400	25	0,420	0,026	0,054

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший практическую работу, должен оформить отчет и предоставить его на защиту.

Отчет должен содержать:

- Титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.
- Название и цель работы.
- Пояснительную записку с формулами и результатами расчетов.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.
- Графические построения вертикального годографа, графики средних и пластовых скоростей выполнить в программах Excel и AutoCAD или подобных, либо на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие между методами МСК и сейсмокаротажа?
2. С какой целью устанавливаются контрольные приборы на поверхности?
3. Запишите формулу расчета исправленных времен.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

(Тема 3. Определение сейсмических скоростей)

Вычисление кинематических поправок и построение линии t_0

Цель работы: приобретение опыта вычисления кинематических поправок и получение представления об их использовании.

Теоретические основы

Кинематическая поправка вычисляется как разность между теоретическим временем прихода волны в данную точку и на пункт взрыва; граница принимается за горизонтальную:

$$\Delta t_k = t_x - t_0$$

где t_x – теоретическое время прихода волны в точку с абсциссой x ;

t_0 – время прихода волны на пункт взрыва;

Δt_k – кинематическая поправка.

Если эхо-глубина границы в несколько раз превосходит длину расстановки, то годограф отраженной волны можно аппроксимировать параболой, что равносильно приближенному извлечению корня в уравнении годографа. Тогда для горизонтальной границы и однородной покрывающей среды:

$$t_x = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{v^2}} \approx t_0 + \frac{x^2}{2t_0 v^2}$$

откуда кинематическая поправка:

$$\Delta t_k = \frac{x^2}{2t_0 v^2} \quad (39)$$

где $t_0 = \frac{2h}{v}$

Кинематическая поправка вычитается из наблюдаемого времени t_n :

$$t_{исп} = t_n - \Delta t_k \approx t_0 \quad (40)$$

где $t_{исп}$ – исправленное время.

Исправленное время относится к середине расстояния между пунктом взрыва и пунктом приема (рис. 11а, точка N). При горизонтальной границе эта точка – проекция точки отражения M на линию наблюдений. Вычислять поправку по формуле (39) допустимо, если кажущийся угол наклона границы не превосходит $10-15^\circ$.

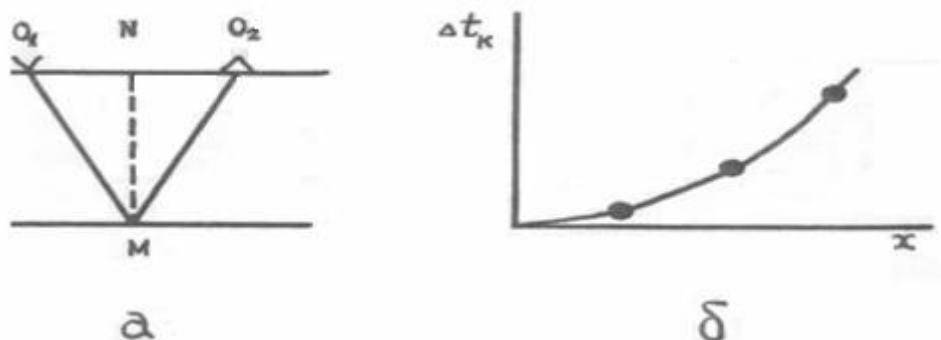
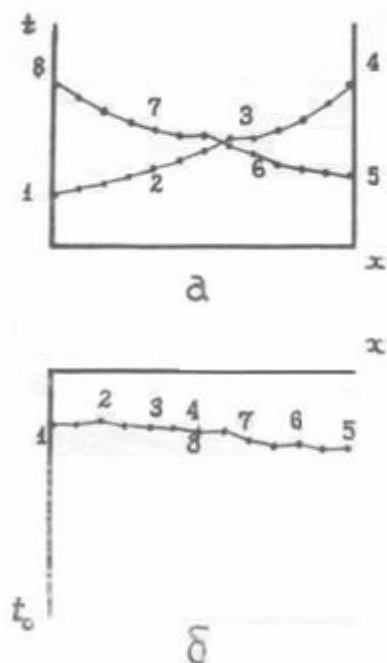


Рисунок 9.1 а– ход лучей падающей и отраженной волн; б– график изменения кинематической поправки



После введения кинематической поправки (40) исправленное время не зависит от x и является, практически, t_0 для точки N . По исправленным временам строят линию $t_0(x)$, которая в двое короче годографа. Линии $t_0(x)$, построенные по встречным годографам, составляют непрерывную последовательность точек. Если линию $t_0(x)$ построить в системе координат, у которой ось времен направлена вниз (рис. 11 б), то качественно она отразит поведение горизонта, т. е. станет подобна горизонту на временном разрезе. Построение линии $t_0(x)$ иллюстрируется рис. 9.2.

Рисунок 9.2

а– годографы отраженных волн;

б – линия $t_0(x)$

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

В работе используются результаты, полученные при выполнении лабораторной работы № 8 ($V_{эф}$)

1. По формуле (39) рассчитываются кинематические поправки для трех расстояний x которые указываются в таблице. Для расчетов используются усредненные значения t_0 (работа №8) и эффективная скорость.
2. По вычисленным кинематическим поправкам строится график зависимости $\Delta t_k(x)$ (рис. 9.2 б). На пункте взрыва кинематическая поправка равна нулю.

3. В наблюдаемые годографы вводятся кинематические поправки и рассчитывается $t_{исп}$ (40)

Строятся линии $t_0(x)$ для каждого годографа. Ось времен направляется вниз (рис. 9.2 б). Исправленные времена относятся к середине расстояния между пунктами взрыва и приема. Начало отсчета времен берется так же, как и при построении годографов в лабораторной работе № 8.

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший практическую работу, должен оформить отчет и предоставить его на защиту.

Отчет должен содержать:

- Титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.
- Название и цель работы.
- Пояснительную записку с формулами и результатами расчетов.
- График кинематических поправок, график линий $t_0(x)$.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.
- Графические построения, выполненные в программе AutoCAD или подобных, либо на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

Контрольные вопросы

1. Что такое кинематическая поправка?
2. Что такое линия t_0 ?
3. К чему относится исправленное время?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

(Тема 5. Фильтрация сейсмических колебаний)

Частотная фильтрация сейсмических волн

Цель работы: Познакомится с основными задачами частотной фильтрации в сейсморазведке.

Теоретические основы

Частотной фильтрацией называется процедура изменения спектра сейсмической волны с целью подавления мешающих колебаний и улучшения временной разрешенности полезного сигнала. В сейсморазведке фильтрация применяется на этапе регистрации сигнала и при обработке записанных данных.

Фильтрация реализуется на аппаратном и вычислительном уровне. В первом случае сигнал пропускается через устройство, а во втором – обрабатывается математической процедурой. В любом случае фильтр однозначно задается временной $h(t)$ или частотной характеристикой $H(f)$. Действие фильтра описывается операцией свертки во временной области и умножением в частотной (рис 1). Если к сигналу применяется последовательная комбинация фильтров, то характеристика системы равна произведению характеристик отдельных фильтров.

Фильтры называются по области частот, которые пропускаются при фильтрации без существенных искажений. Фильтры верхних частот (ФВЧ) пропускают колебания с частотой, превышающей граничную частоту фильтра. Фильтры нижних частот (ФНЧ) пропускают частоты ниже определенного предела. Полосовые фильтры (ПФ) пропускают колебания в заданном диапазоне частот. Режекторные фильтры (РФ) пропускают все частоты вне заданного, очень узкого диапазона.

При записи сейсмических колебаний сигнал последовательно пропускается через несколько устройств-фильтров, которые объединяются под названием “регистрирующий канал”. Как правило, регистрирующий канал состоит из сейсмоприемника, усилителя, аналогового фильтра и АЦП. Правильный выбор параметров фильтров на этапе регистрации позволяет подавить мешающие колебания и существенно увеличить динамический диапазон записи.

Фильтры регистрирующего канала относятся к классу физически-реализуемых и работают в режиме реального времени. При этом фильтру в каждый момент времени доступны значения сигнала, полученные в этот момент или до этого. Такие фильтры неизбежно искажают фазовую характеристику сигнала.

При обработке данных все значения сигнала уже записаны, что дает возможность реализовывать любые виды фильтрации. К ним в первую очередь относятся оптимальные фильтры – обнаружения, воспроизведения и обратные, а также уже указанные, но с нулевой фазовой характеристикой. В процессе обработки сигнала фильтрация применяется для улучшения отношения сигнал/помеха, исправления формы сигнала, обнаружения импульсов небольшой амплитуды на фоне значительных помех, а также для повышения временной разрешенности сейсмической записи.

Рисунок 1 Фильтрация сигналов во временной и частотной областях

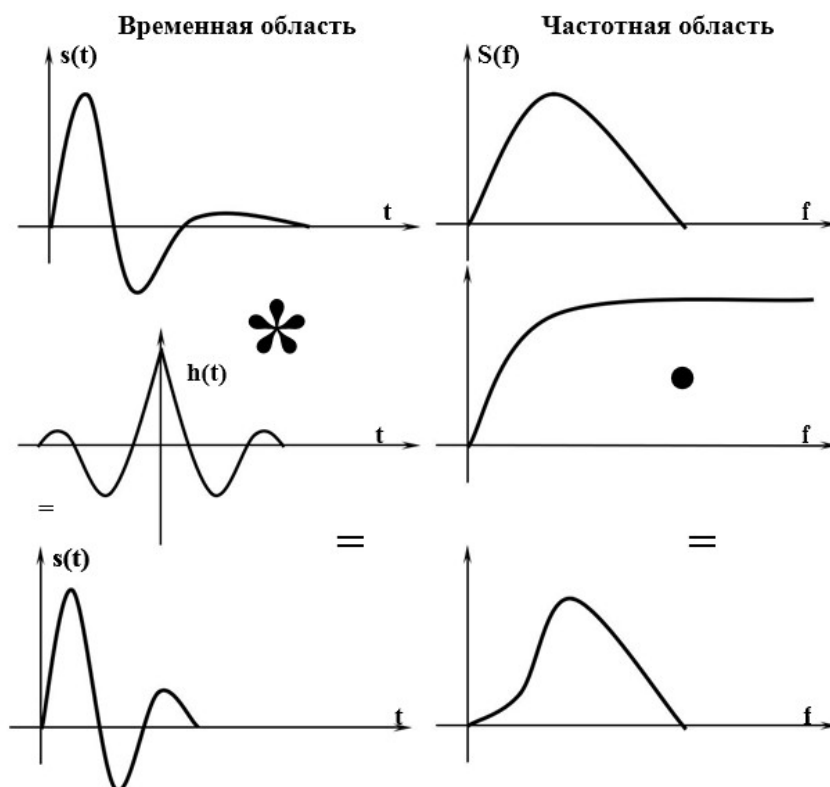


Рисунок 14.1 Фильтрация сигналов во временной и частотной области.

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

Амплитудно-частотные спектры сигнала S и помехи N с максимальными значениями A_S и A_N . Сигнал и помеха последовательно проходят через фильтр сейсмоприемника, аналоговый фильтр на входе сейсмической станции и оптимальный (винеровский) фильтр воспроизведения. Их амплитудно-частотные характеристики обозначены как H_C, H_3 и H_B .

Для полезной волны и помехи рассчитать и изобразить эффект их прохождения через сейсмический приемник, аналоговой фильтр записи и цифровой фильтр Колмогорова – Винера.

Таблица 1 Масштабы построения

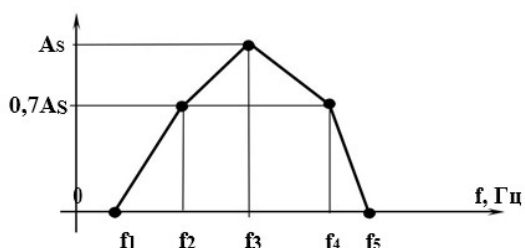
Величина	Масштаб	Величина	Масштаб
f	1 см – 10 Гц	t	1 см – 20 мс
S, N	1 см – 0,2	s, n	$A_N = 1$

--	--	--	--

1. Постройте спектры сигнала и помехи

Постройте по данным варианта заданий спектры сигнала и помехи. Спектры задаются пятью точками: в точках f_1 и f_5 – нулевое значение спектра, в точках f_2 и f_4 – 0,7 от максимума, в точке f_3 – максимум (рис 2).

Рисунок 2 Пример построения спектра сигнала



С шагом Δf , равным 5 Гц, найдите значения спектров сигнала и помехи и занесите их в таблицу 2 (рис 3).

Рисунок 3 Определение дискретных значений спектров

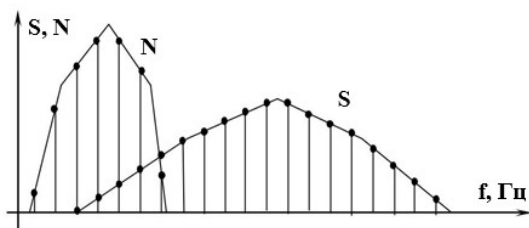


Таблица 2 Определение дискретных значений спектров

k	$k\Delta f$	S	N
1	5		
2	10		
3	15		
...	...	...	...

2. Постройте импульсы сигнала и помехи s, n на оси времени t

Импульсы сигнала и помехи представляет собой один период синусоиды T_s, T_n с амплитудами a_s, a_n . Видимый период T определяется по преобладающей частоте f , соответствующей максимуму спектра.

$$T_s = \frac{1}{f(S = \max)}; T_n = \frac{1}{f(N = \max)}$$

Амплитуды сигнала и помехи рассчитываются по дискретным значениям спектров

$S(k\Delta f), N(kf)$:

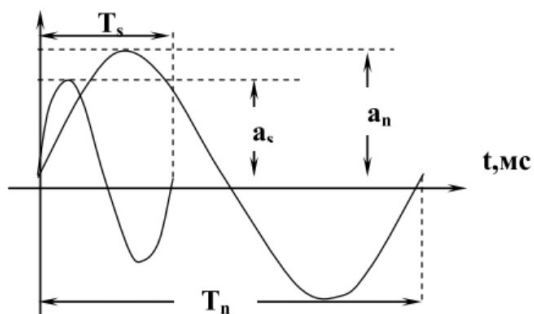
$$a_s = \sqrt{\sum_{k=1}^m S^2(k\Delta f)}; a_n = \sqrt{\sum_{k=1}^m N^2(k\Delta f)}$$

$k\Delta f$ – дискретные значения частоты,
 m – число ненулевых значений спектра.

Постройте на одной оси времени импульсы сигнала и помехи (рис 4).
Оцените отношение сигнал/помеха до фильтрации на канале регистрации и

обработки: $K = \frac{a_s}{a_n}$

Рисунок 4 Импульсы сигнала и помехи



3. Постройте частотную характеристику регистрирующего канала

H_P

Регистрирующий канал состоит из сейсмоприемника H_C и фильтра записи H_3 . Частотные характеристики этих преобразователей соответствуют ФВЧ и действуют на сигнал и помеху последовательно. Следовательно, их частотные характеристики перемножаются:

$$H_P(k\Delta f) = H_C(k\Delta f) * H_3(k\Delta f)$$

Рисунок 5 Определение частотной характеристики регистрирующего канала H_P , как произведения характеристик сейсмоприемника H_C и фильтра записи H_3

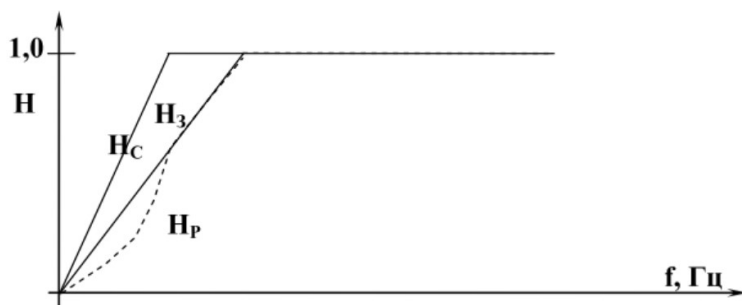
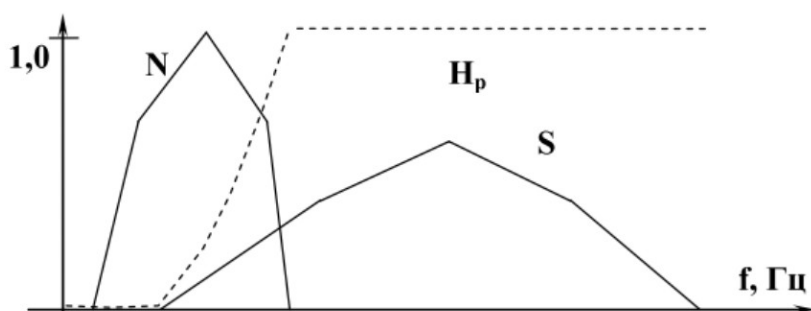


Рисунок 6 Вычисленная частотная характеристика регистрирующего канала и спектры волн до фильтрации



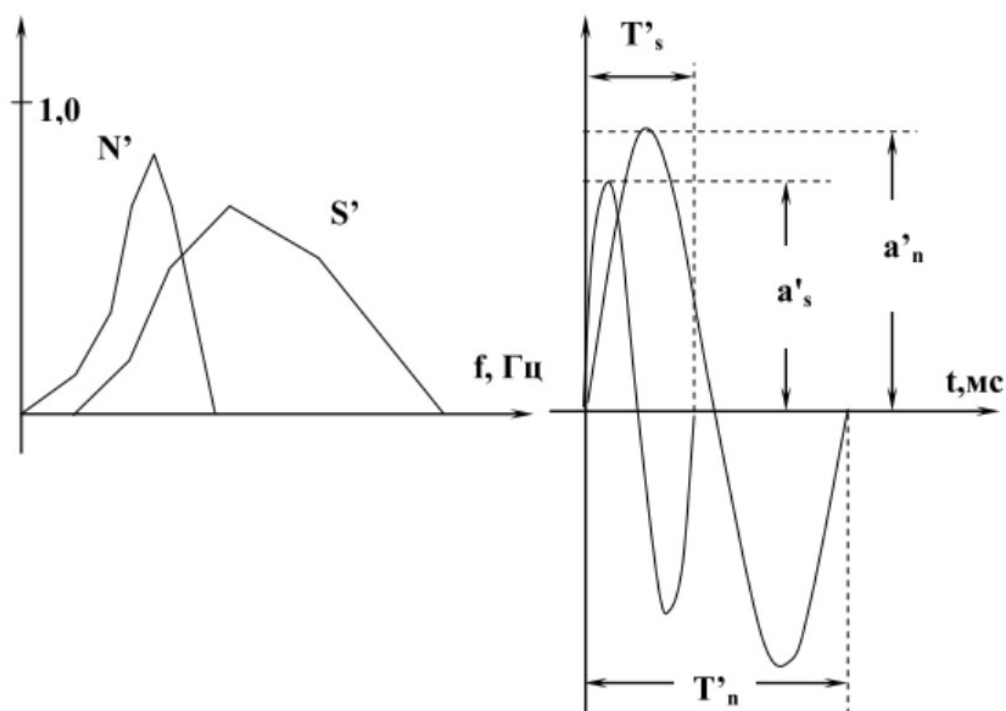
4. Постройте спектры и временные аналоги профильтрованных волн

волн

Фильтрация в частотной области – это умножение спектров сигнала и помехи на спектр оператора фильтра – частотную характеристику регистрирующего канала H_P :

$$S'(k\Delta f) = S(k\Delta f) * H_P(k\Delta f); N'(k\Delta f) = N(k\Delta f) * H_P(k\Delta f);$$

Рисунок 7 Спектры отфильтрованных сигналов и их аналоги во временной области



Амплитуда и частота временных аналогов спектров S' и N' определяются по формулам пункта 2. Эффективность фильтрации K_p оценивается по отношению сигнал/помеха до и после фильтрации:

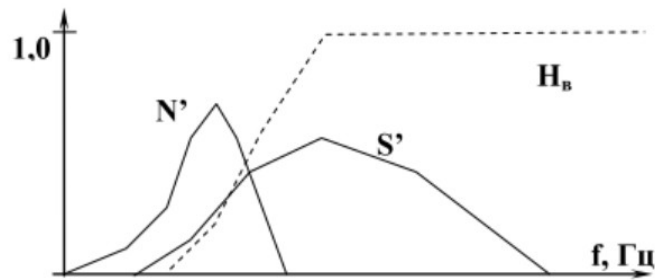
$$K_p = \frac{a'_s}{a'_n} / K$$

5. Постройте частотную характеристику винеровского фильтра H_B

данной работе для цифровой фильтрации используются согласованный оптимальный фильтр воспроизведения. Характеристика винеровского фильтра рассчитывается по дискретным значениям спектров сигнала и помехи, профильтрованных в регистрирующем канале S' и N' :

$$H_B = \frac{S'^2(k\Delta f)}{S'^2(k\Delta f) + N'^2(k\Delta f)}$$

Рисунок 8 Частотная характеристика оптимального винеровского фильтра

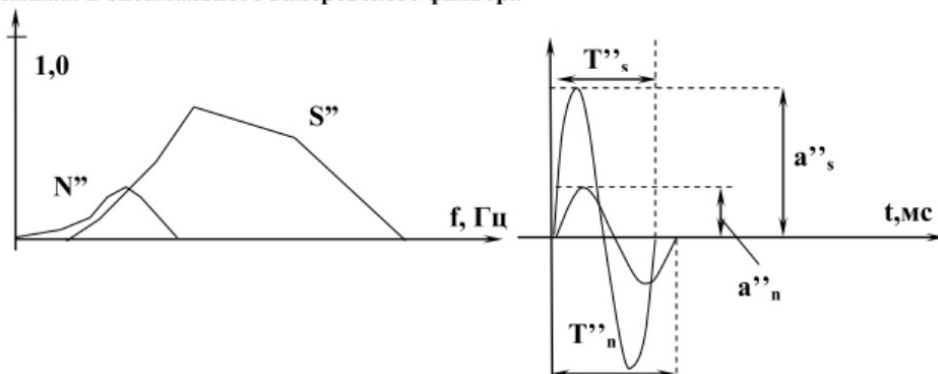


6. Постройте спектры волн после применения винеровского фильтра

Фильтрация в частотной области и расчет временных аналогов производится по формулам пунктов 3 и 5.

$$S'' = S' (k\Delta f) * H_B(k\Delta f) ; N'' = N'(k\Delta f) * H_B(k\Delta f) ;$$

Рисунок 9 Сигнал и помеха после применения фильтра регистрирующего канала и оптимального винеровского фильтра



Эффективность применения оптимального фильтра K_B оценивается по

$$K_B = \frac{a''_s}{a''_n} / K_p$$

выражению:

Эффективность всей обработки K_Σ оценивается сравнением первоначального отношения сигнал/помеха к отношению после всех

$$K_{\Sigma} = \frac{a''_s}{a''_n} / K$$

описываемых процедур:

Исходные данные

Варианты заданий

№ вар.	S - спектр сигнала						N - спектр помехи						f _c	f ₃
	A _s	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	A _N	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅		
1	0,3	5	22	33	55	75	0,9	0	3	10	20	30	20	20
2	0,4	5	25	40	60	80	1,1	2	5	16	24	35	30	30
3	0,4	10	20	35	55	90	1,2	0	5	20	25	35	30	25
4	0,3	10	25	45	60	90	1,0	0	2	14	25	40	20	25
5	0,5	5	20	32	45	70	1,1	3	10	15	23	35	20	30
6	0,3	5	20	35	60	85	1,2	0	5	18	25	40	20	25
7	0,5	8	24	38	65	90	1,1	3	8	20	30	40	10	20
8	0,4	5	15	35	65	85	1,0	0	5	20	25	35	20	30
9	0,5	5	24	36	50	70	0,9	0	5	15	30	40	30	30
10	0,3	10	25	40	65	90	1,1	0	2	18	25	45	30	40
11	0,4	8	22	42	60	80	1,2	1	10	14	30	40	20	30
12	0,5	10	20	33	50	75	1,1	2	5	16	27	30	10	20

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший практическую работу, должен оформить отчет и предоставить его на защиту.

Отчет должен содержать:

- Титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.
- Название и цель работы.

- Пояснительную записку с формулами и результатами расчетов.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.
- Графические построения, выполненные в программе AutoCAD или подобных, либо на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

Контрольные вопросы

1. Что такое фильтрация? Задачи, решаемые фильтрацией.
2. Виды фильтров.
3. Понятие частотной характеристики фильтра.
4. Фильтрация в частотной и временной области.
5. Расчет оптимального фильтра воспроизведения в частотной области.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

(Тема 6. Контроль качества полевого материала)

Определение статических поправок

Цель работы: приобретение навыков вычисления статических поправок, для коррекции влияния ВЧР на время прихода отраженных волн.

Теоретические основы

Резкие изменения рельефа дневной поверхности, а также мощности зоны малых скоростей, приводит к искажению годографа отражённых волн на сейсмограммах и как следствие влияет на качество суммарных временных разрезов. Повысить качество сейсмических записей возможно только путем смещения положения начала записи каждой трассы, что реализуется введением специально рассчитанных компенсирующих временных сдвигов – *статических поправок*.

Поправки с положительным знаком сдвигают начало записи, как бы в прошлое, до начала записи, в область с нулевыми отчетами, тем самым увеличивая время прихода отраженных волн. Поправки с отрицательным знаком сдвигают начало записи в другое направление, тем самым уменьшая время прихода отраженных волн, а область нулевых значений появиться в конце записи реальных отчетов. На рисунке 1. представлено три положения одной трассы, слева на право: исходная, с введённой положительной статической поправкой, с введённой отрицательной статической поправкой.

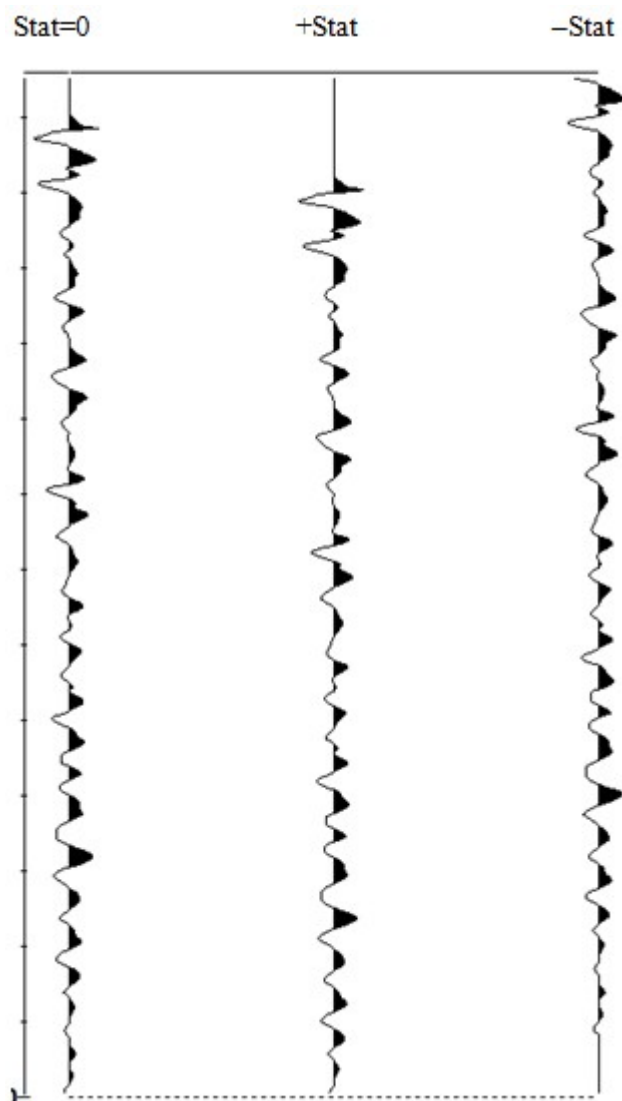


Рисунок 1.

При этом общая статическая поправка, вносимая в каждую «Трассу» определяется как сумма поправок за ПВ, ПП и ряд корректирующих поправок с учетом их знаков:

$$Stat = Stat_{Sou} + Stat_{Rec} + Stat_{cor1} + Stat_{cor2} \dots + Stat_{corn} \quad (1)$$

На первом этапе определяют и вводят так называемые предварительные (априорные) статические поправки, рассчитываемые как сумма поправок за ПВ и ПП.

$$Stat = Stat_{Sou} + Stat_{Rec} \quad (2)$$

На втором этапе проводят несколько итераций коррекций (уточнения) статических поправок и затем прибавляют к априорным статическим поправкам с учетом знака как показано в формуле (1), тем самым приближаются к истинным временам наблюдения отражений.

Перед расчетом априорных статических поправок выбирается единая горизонтальная плоскость в случае 3D, или линия в случае 2D, на которую математическим сносом будут установлены сейсмические позиции* источников и приемников, при этом в независимости от метода принято называть данную плоскость или линию «Линия приведения» или «Final Datum Elevation».

Принято считать, что падающие и отраженные волны в ЗМС, распространяются с небольшим отклонением от вертикали, поэтому линию приведения следует выбирать вблизи подошвы ЗМС, при взрывных работах рекомендуется располагать ее ниже забоя взрывной скважины, так как при этом погрешности определения поправок оказываются минимальными.

Для крупных регионов линия приведения выбирается на едином уровне, чтобы обеспечить взаимную сопоставимость структурных карт и глубинных разрезов, построенных по сейсмическим наблюдениям разных лет. Например, для Тимано-Печорской провинции линия приведения соответствует уровню +100 м, в отдельных случаях +50 м.

Вычисление статических поправок как априорных, так и корректирующих выполняется по стандартным алгоритмам на ВЦ. При вычислении априорных статических поправок принимается, 2 слойное реже 3 слойное модель строение ВЧР. В виду простаты реализации алгоритма расчета априорных статических поправок при двух слойной модели, в стандартном офисном Excel, данная лабораторная работа посвящена именно этому алгоритму.

Как описывалось ранее в формуле (2) априорная статическая поправка состоит из суммы двух поправок: за пункт возбуждения и пункт приема. Поправка за пункт возбуждения ($Stat_Sou$) - соответствует времени пробега волны от альтитуды положения источника до альтитуды линии приведения. Поправка за пункт приема ($Stat_Rec$) – соответствует времени пробега волны от приемника до линии приведения.

В данной работе мы используем исходные данные МОГТ-2D, при производстве которых возбуждение упругих волн производились в скважине. Глубина положения ВВ условно совпадает с границей ЗМС. При этом допускается, что заряд может находиться только выше линии приведения.

Для расчета поправки за пункт взрыва ***Stat_Sou*** для начала необходимо вычислить альтитуду заложения ВВ (альтитуда забоя взрывной скважины) Alt_{sou} которая вычисляется по формуле:

$$Alt_{sou} = Alt_{sps} - Depth \quad (3)$$

Где Alt_{sps} – альтитуда пикета возбуждения (альтитуда рельефа в точке возбуждения, для взрывного метода альтитуда устья скважины) храниться в файле Sps с 66 по 71 позицию.

Depth – глубина заложения ВВ храниться в файле Sps с 33 по 36 позицию.

При известной альтитуде заложения ВВ расстояние которое потребовалось прямой волне до линии приведения H_{sou} рассчитывается, по формуле:

$$H_{sou} = Alt_{FD} - Alt_{sou} \quad (4)$$

Alt_{FD} – альтитуда линии приведения (Final Datum Elevation)

Зная расстояние и используя скорость упругих волн в среде от альтитуды заложения ВВ до линии приведения V_{is} , которая была рассчитана на

предыдущей лабораторной работе настоящей методички, либо берется со значением 1800м/с, время затраченное прямой волной на данный путь и есть значение статической поправки за ПВ, рассчитывается по формуле:

$$Stat_{Sou} = \frac{H_{sou}}{V_{is}} \quad (5)$$

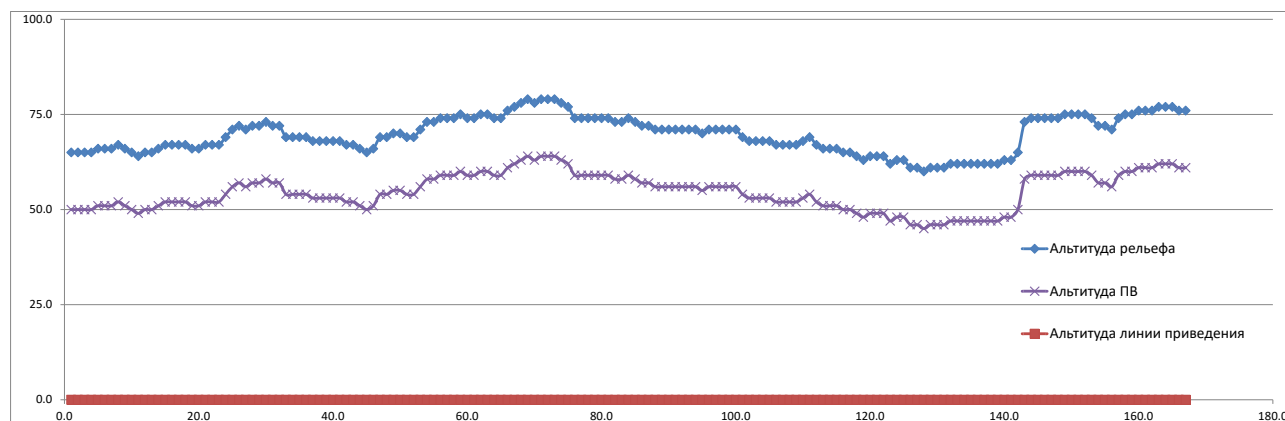


Рисунок .1 Двухслойная модель разреза ВЧР

Поправка за пункт приема выражается временем пробега отраженной волны, условно по вертикали от линии приведения до сейсмоприемника, если ВВ находится выше линии приведения, поправку за пункт приема можно рассчитать по формуле:

$$Stat_{Rec} = Stat_{Sou} - UT \quad (6)$$

Где UT – вертикальное время пробега прямой волны от ВВ к устью скважины, фиксируемое специальным сейсмоприемником (Т- вертикальное или ТВ) установленным взрывником на время подрыва заряда. Вертикальное время по сути, это время между командой на подрыв, оно совпадает с отметкой момента (ОМ), и временем регистрации прямой волны на устье скважины.

При этом общая статическая поправка, вносимая в каждую «Трассу» определяется как сумма поправок за ПВ и ПП с учетом их знаков как указано в формуле (2).

Если нет возможности использовать значение UT , или есть информация о строении ВЧР, то статическая поправка за ПП рассчитывается по формуле:

$$Stat_{Rec} = \frac{H_{nn}}{V_{nn}} + \frac{H_{змс}}{V_{змс}} \quad (7)$$

где H_{nn} и $H_{змс}$ – соответственно мощность подстилающих пород до линии приведения и мощность ЗМС;

V_{nn} и $V_{змс}$ – скорости распространения волны в подстилающих породах и в ЗМС. Как правило, пункты приема расположены над линией приведения, при расчете H_{nn} и $H_{змс}$ берутся с отрицательными знаками, а значит и поправка $Stat_Rec$ имеет отрицательный знак.

Второй типичный случай – возбуждение (используются невзрывные источники), и возбуждение и прием упругих волн осуществляются на поверхности земли. В этом случае поправки за пункт возбуждения и приема будут рассчитываться по одинаковым формулам, а общая суммарная статическая поправка равна:

$$Stat = \left(\frac{H_{nn(i)}}{V_{nn(i)}} + \frac{H_{змс(i)}}{V_{змс(i)}} \right) + \left(\frac{H_{nn(j)}}{V_{nn(j)}} + \frac{H_{змс(j)}}{V_{змс(j)}} \right) \quad (8)$$

в точках возбуждения (i) и приема (j)

Более сложным является последний, *третий* случай, когда разрез ВЧР представлен зоной малых скоростей, зоной промежуточных скоростей (ЗПС) и подстилающими породами до линии приведения (рис. 2).

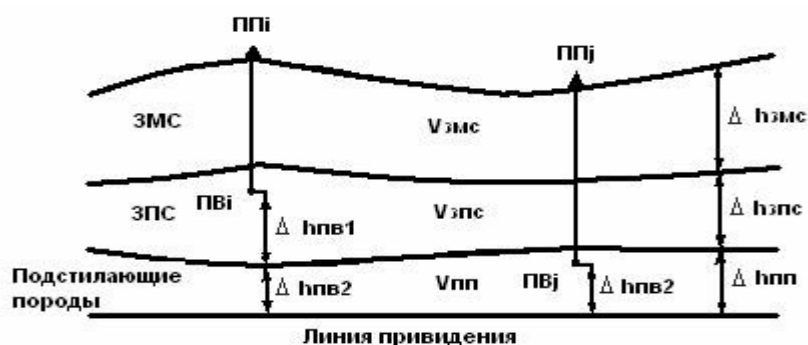


Рисунок 2. Трехслойный разрез ВЧР

Такая модель может быть построена только на основе данных изучения ВЧР методами МСК и МПВ по результатам которых получения значений априорных (предварительных) статических поправок необходимо знание нивелировочного разреза профиля наблюдений и значения скоростей распространения упругих волн в верхней части разреза.

Расчетные статические поправки всегда являются лишь приблизительной оценкой истинного значения поправки и отличаются от них присутствием погрешностей в используемых данных (высот, скоростей и мощностей слоев, слагающих ВЧР). Поэтому после ввода априорных поправок остается некоторый остаточный сдвиг $\Delta\theta_{ст}$, выявление и устранение которого является задачей второго этапа ввода статических поправок – этапа коррекции (уточнения) $\Delta t_{ст}$. Остаточный сдвиг обычно принято представлять суммой низкочастотной $\Delta\theta_{ст}'$ и высокочастотной $\Delta\theta_{ст}''$ компонент:

$$\Delta\theta_{ст} = \Delta\theta_{ст}' + \Delta\theta_{ст}''.$$

Высокочастотная (случайная) составляющая погрешности имеет знакопеременный характер и может рассматриваться как результат влияния случайных погрешностей в исходных данных. Низкочастотная компонента является результатом недостаточно полных сведений о строении ВЧР. В процессе автоматизированной обработки применяется довольно много способов коррекции статических поправок. Они отличаются друг от друга степенью помехоустойчивости, трудоемкости, затратами машинного времени, областью применимости и др.

Библиотека статических поправок хранится в базе данных обрабатывающего комплекса. Информация позиций ПП и ПВ, такая как:

координаты XYZ;

номер линии и номер точки;

глубина заложения взрывчатого вещества (ВВ);

вертикальное время и т.д.

хранится в файлах в формате SPS.

Формат данных Shell Processing Support (SPS) (рис. 3.), был первоначально создан и использовался Shell Internationale Petroleum для передачи данных позиционирования и передачи геофизических данных от 3D судов в сейсмические центры обработки.

В 1993 SEG Технический комитет по стандартам, принял SPS в качестве стандартного формата для обмена геофизическими данными позиционирования.

Формат SPS представляет собой набор из трех файлов, называемых: файлом приемников с расширением *.rps; файлом источников с расширением *.sps; файлом шаблонов системы наблюдения с расширением *.xps, связывающие источник и приемник, в момент возбуждения. Они содержат сведения о ID источниках и приемниках связанных с конкретным ID возбуждения. Указывается для каждой точки возбуждения порядковый номер записи и соотношение между номерами каналов записи и пунктами приема.

(a) UKOOA Coordinate Column Definition

Parameter	Start Col	End Col	Math Op:	Op Value
Record Id	1	1		
Line	2	17		
Point/Station	18	25		
Point Index	26	26		
Point Depth	33	36		
Uphole Time	41	42		
Water Depth	43	46		
X - Easting	47	55		
Y - Northing	56	65		
Elev/Depth	66	71		
Date	72	74		
Time	75	80		

(b) UKOOA Relation Column Definition

Parameter	Start Col	End Col	Math Op:	Op Value
Record Id	1	1		
Field Taper	2	7		
FFID	8	11		
FFID Inc	12	12		
Source Line	14	29		
Point/Station	30	37		
Point Index	38	38		
From Chan	39	42		
To Chan	43	46		
Chan Inc	47	47		
Rcvr Line	48	63		
From Rcvr	64	71		
To Rcvr	72	79		
Rcvr Index	80	80		

(a)

(б)

Рисунок 6.4 Формат данных Shell Processing Support (SPS): а) библиотека данных позиционирования ПП и ПВ; б) библиотека шаблонов системы наблюдения;

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

Скопировать на компьютер данные из директории расположенной на диске DVD-ROM:\Geolab\DATA_LAB#6\ прилагаемом к методическим указаниям. Данные представляют собой файлы описания положения пунктов приема и пунктов возбуждения в формате SPS.

Таблицу заполнить данными из SPS файлов:

Открыть файл *****.sps** в программе Excel (рис. 4.а). Текст комментариев, удалить (рис. 4.б). Разбить «данные по столбцам» используя одноименную команду на вкладке «Данные» на панели инструментов. Согласно формату SPS, пример таблицы вычислений заполненной данными из SPS-файлов представлен на (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G
55	H418Spare	;					
56	H419Spare	;					
57	H500Type,model,polarity	G1_geophone 1;					
58	H601Damp coeff,natural freq.	;					
59	H602Units,len(X),width(Y)	;					
60	H603Unit spacing X,Y	;					
61	H604Spare	;					
62	H605Spare	;					
63	H606Spare	;					
64	H607Spare	;					
65	H608Spare	;					
66	H609Spare	;					
67	H700Type,model,polarity	E1_Explosive;					
68	H701Size,vert,stk fold	;					
69	H702Units,len(X),width(Y)	;					
70	H703Unit spacing X,Y	;					
71	H711Nom,shot depth,charge len.	;					
72	H712Nom,soil,drill method	;					
73	H713Weathering thickness	;					
74	H714Spare	;					
75	H715Spare	;					
76	S3	4591G1	15.0	9	435461.9	536548.4	86.3 1235959
77	S3	4601G1	15.0	9	435513.1	536548.8	85.0 1235959
78	S3	4611G1	15.0	9	435562.2	536549.0	84.3 1235959
79	S3	4621G1	15.0	18	435612.1	536549.3	83.1 1235959
80	S3	4631G1	15.0	8	435662.6	536549.6	81.4 1235959
81	S3	4641G1	15.0	9	435713.1	536549.9	81.9 1235959
82	S3	4651G1	15.0	9	435762.5	536550.2	83.8 1235959
83	S3	4661G1	15.0	9	435812.9	536550.5	85.0 1235959

(а)

метка	страницы	Формулы	Данные	Рецензирование	Вид	Надстройки
Существующие подключения	Обновить все	Свойства	Подключения	Сортировка	Фильтр	Очистить
Подключения	Изменить связи	Подключения	Подключения	Сортировка и фильтр	Дополнительно	Текст по столбцам

S3	4591G1	15.0	9	435461.9	536548.4	86.3	1235959
LAB_#6.xlsx							
1							
2	S3	4591G1	15.0	9	435461.9	536548.4	86.3 1235959
3	S3	4601G1	15.0	9	435513.1	536548.8	85.0 1235959
4	S3	4611G1	15.0	9	435562.2	536549.0	84.3 1235959
5	S3	4621G1	15.0	18	435612.1	536549.3	83.1 1235959
6	S3	4631G1	15.0	8	435662.6	536549.6	81.4 1235959
7	S3	4641G1	15.0	9	435713.1	536549.9	81.9 1235959
8	S3	4651G1	15.0	9	435762.5	536550.2	83.8 1235959
9	S3	4661G1	15.0	9	435812.9	536550.5	85.0 1235959
10	S3	4671G1	15.0	8	435863.6	536550.7	85.0 1235959
11	S3	4681G1	15.0	8	435912.2	536551.0	84.6 1235959
12	S3	4691G1	15.0	7	435962.8	536551.3	84.7 1235959
13	S3	4701G1	15.0	9	436012.1	536551.5	83.7 1235959
14	S3	4711G1	15.0	9	436063.6	536552.0	82.7 1235959

(б)

Рисунок 6.5 Пример библиотеки данных положения ПВ в формате SPS открытой в программе Excel: а) с заголовком описания библиотеки б) без заголовка.

Пример таблицы вычислений

Линия ПВ	ПВ	глубина заложения заряда	Вертика льное время	X	Y	Z	$\Delta t_{пв}$	Линия пп	пп	X	Y	Z	$\Delta t_{пп}$	$\Delta t_{сч}$

Построить нивелировочный разрез по данным описывающим положение пунктов приема (ПП), и пунктов возбуждения (ПВ). Рассчитать и нанести на него сведения о положении подошвы ЗМС приняв её положение как 10м от поверхности земли.

Выбирается линия приведения.

Вычисляются поправки за пункт взрыва и пункт приема.

Вычисляется суммарная статическая поправка.

Под нивелировочным разрезом ВЧР строятся графики поправок Δt_{nv} ,

Δt_{nn} и Δt_{cm} .

Построения выполняются в масштабе:

для нивелировочного разреза – в 1 см-10 м (вертикальный) и в 1 см-100 м (горизонтальный);

- для графиков поправок – в 1 см-0,01 с (вертикальный) и 1 см-100 м (горизонтальный).

Исходные данные

Данные для выполнения лабораторной работы хранятся в директории DVD-ROM:\Geolab\DATA_LAB#6\ и представляют собой файлы описания положения пунктов приема и пунктов возбуждения в формате SPS.

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший практическую работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Выполненное задание представляется на защиту в виде построений, выполненных на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

- На листах А4 должны быть выписаны формулы и результаты расчетов, выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Что такое линия приведения?
2. Что такое ТВ (вертикальное время), и можно ли его использовать при расчете статических поправок, когда источник находится на поверхности.
3. Запишите формулу общей статической поправки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

(Тема 7. Интерпретация данных метода первых волн)

Расчет кажущейся скорости среды по методу КМПВ

Цель работы: изучение методики проведения и обработки данных простейших модификаций метода преломленных волн (МПВ) – метода первых вступлений – при изучении особенностей строения верхней части разреза (ВЧР).

Теоретические основы

Изучение ВЧР с помощью МПВ обычно выполняют при сейсмических исследованиях с источниками поверхностного типа.

Методика полевых работ предусматривает отработку коротких линейных сейсмондирований длиной в одну расстановку сейсмоприемников с использованием простых встречных наблюдений.

Длина зондирования зависит от предполагаемой толщи ВЧР (зоны малых скоростей – ЗМС) и должна обеспечивать прослеживание в области первых вступлений преломленной волны от поверхности коренных пород, подстилающих ЗМС, и волн, освещающих особенности строения и параметры слоев, слагающих ЗМС (в простейшем случае – прямых волн). Обычно считают, что область прослеживания преломленной волны от подошвы ЗМС должна быть не менее области прослеживания прямой волны в случае однослойной однородной зоны. Исходя из этого, длина зондирования (база наблюдения) L может быть приближенно оценена по формуле:

$$L \geq 4h_3 \sqrt{\frac{V_K + V_3}{V_K - V_3}},$$

где h_3 – толщина зоны; V_3 и V_K – скорости волн соответственно в зоне и в подстилающих коренных породах.

Чаще всего длина зондирования не превышает первых сотен метров.

Пункты возбуждения (ПВ) располагают на концах расстановки в 5-20 м от крайних сейсмоприемников. При взрывном способе возбуждения заряды размещают в шурфах или скважинах (шпурах) глубиной 0.5-1.5 м.

Сейсмоприемники (пункты приема – ПП) внутри базы приема обычно располагают неравномерно: вблизи ПВ шаг наблюдений сокращают до 2-10 м, в средней же части базы зондирования он составляет 10-20 м. Делается это для уверенного прослеживания прямых волн, распространяющихся с меньшей скоростью и поэтому характеризующихся более крутым годографом. При относительно простом разрезе вдоль профиля расстояние между приемниками может быть постоянным.

При изучении ЗМС обработка обычно ведется в предположении, что преломляющая граница (подошва ЗМС) плоская, а скорости распространения волн в зоне VЗ и коренных породах VK в пределах базы приема постоянны. В случае однослойной однородной зоны порядок определения параметров разреза обычно таков (рассмотрим вместе с примером).

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

1. Исходными данными для выполнения работы являются сейсмограммы (их копии), соответствующие встречной системе наблюдений преломленных волн на общей базе приема. На сейсмограммах указаны номер варианта, пикеты источников и приемников, по которым могут быть определены дистанции наблюдений x (расстояния приемников от относящегося к ним пункта возбуждения). На рисунке 1 представлены примеры сейсмограмм. Из указанных параметров ясно, что длина участка зондирования 480 м, расстояние между пунктами приема (сейсмоприемниками) 20 м. При возбуждении колебаний в ПВ1 (который расположен в точке 0 м) регистрация выполнялась на интервале 20-480 м. При возбуждении колебаний в ПВ2

(который расположен в точке 480 м) регистрация выполнялась на интервале 460-0 м

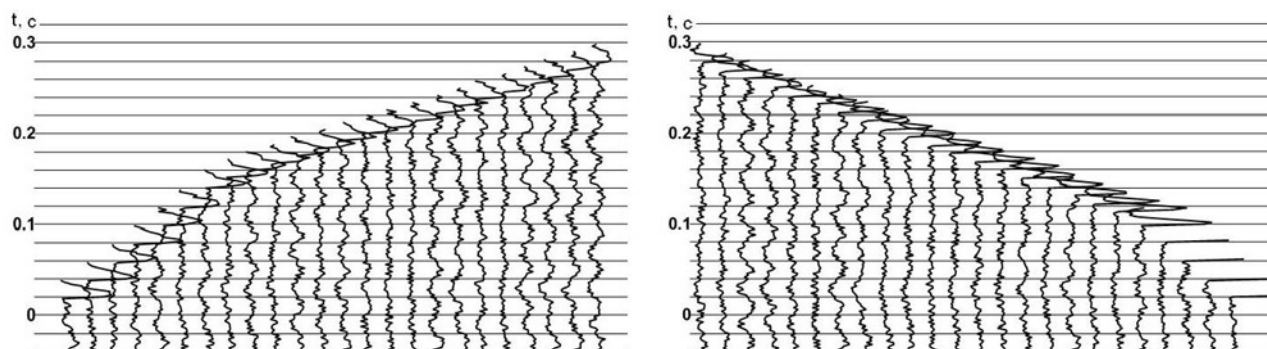


Рисунок 12.1 – Сейсмограммы прямого (а) и встречного (б) зондирования

2. На каждой трассе сейсмограмм отмечают моменты первых вступлений, которые проявляются резкими изменениями амплитуды трасс. На рисунке 2 на сейсмограммах отмечены эти моменты точками. В таблице приведены значения времен соответствующих первых вступлений с привязкой к точкам измерения.

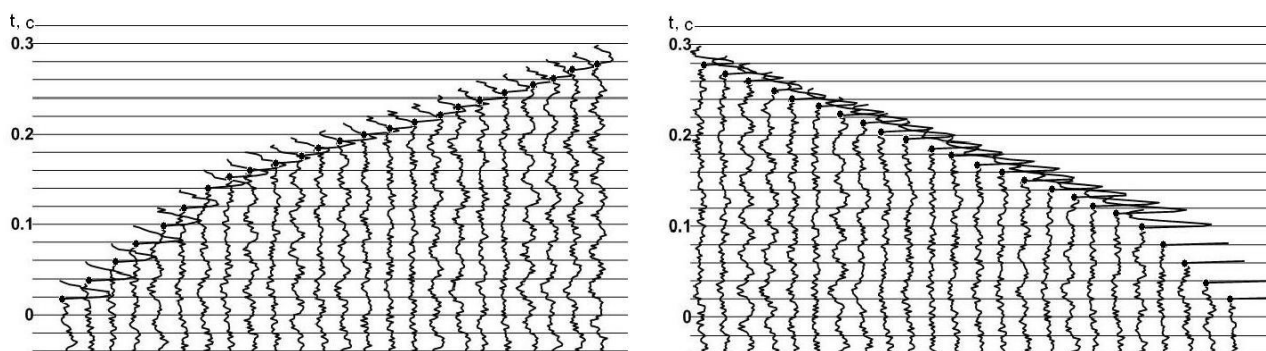


Рисунок 12.2 – Сейсмограммы зондирования с отмеченными моментами первых вступлений

3. На масштабную бумагу из таблицы выносят значения времен (рис. 12.3), получая прямой и встречный годографы. Наблюдаемые годографы усредняют отрезками прямых.

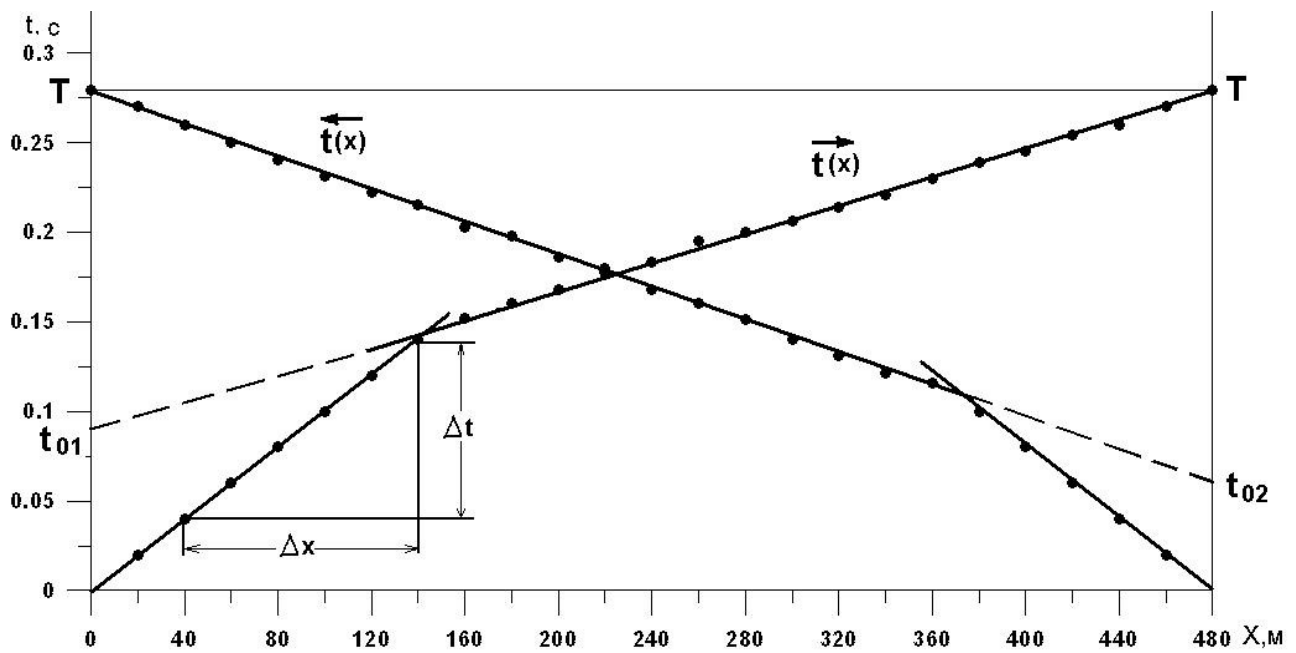


Рисунок 12.3 - Прямой и встречный годографы зондирования с примером определения кажущейся скорости в зоне малых скоростей методом треугольника

5. По наклону осредненных встречных годографов прямых волн определяют значения скорости в зоне $V_3 = \Delta x / \Delta t$. Получаем: $V_{31} = 945$ м/с, $V_{32} = 955$ м/с. В дальнейших расчетах за скорость V_3 принимают среднее арифметическое из значений у обоих ПВ - $V_3 = 950$ м/с.

6. По наклону осредненных встречных годографов преломленных волн определяют кажущуюся скорость V_B^* в направлении восстания подошвы ЗМС и V_{II}^* в направлении падения. Получаем: $V_B^* = 2537$ м/с, $V_{II}^* = 2182$ м/с. В направлении восстания она имеет большее значение.

7. Решая совместно известные соотношения

$$\begin{cases} V_B^* = V_3 / \sin(i - \varphi) \\ V_{II}^* = V_3 / \sin(i + \varphi) \end{cases},$$

определяют критический угол i и угол φ наклона подошвы ЗМС на базе приема

(определение угла наклона не обязательно):

$$i = \frac{1}{2} \left(\arcsin \frac{V_3}{V_{\Pi}^*} + \arcsin \frac{V_3}{V_B^*} \right)$$

$$\varphi = \frac{1}{2} \left(\arcsin \frac{V_3}{V_{\Pi}^*} - \arcsin \frac{V_3}{V_B^*} \right)$$

Получаем: $i=2^\circ$, $\varphi=24^\circ$.

Затем определяется граничная скорость (скорость в коренных породах)

$$V_K = V_3 / \sin \varphi, \quad V_K = 2334 \text{ м/с.}$$

8. Находят величины t_{01} и t_{02} как отрезки, отсекаемые продолжением осредненных годографов преломленных волн на осях времен, проведенных из соответствующих ПВ (см. рис. 3), и вычисляют значения глубин h_1 и h_2 по

нормали к преломляющей границе:

По найденным параметрам строится разрез (проводится линия подошвы ЗМС и указываются скорости в зоне и в подстилающих ее породах) – рисунок 4.

$$h_1 = k \times t_{01} \quad \text{и} \quad h_2 = k \times t_{02},$$

$$k = \frac{V_3}{2 \cos i} = \frac{V_3 \times V_K}{2 \sqrt{V_K^2 - V_3^2}}.$$

Получаем $h_1=47$ м, $h_2=33$ м.



Если участок совместного прослеживания прямого $t(x)$ и встречного $t(x)$ годографов преломленной волны от подошвы ЗМС достаточно велик, то граничная скорость может быть вычислена детальнее по разностному годографу $t_P(x)$. В этом же интервале профиля могут быть получены дополнительные значения $t_0(x)$, а значит и данные о толщине ЗМС

Положения разностного годографа и линии $t_0(x)$ определяются соотношениями:

$$t_P(x) = \bar{t}(x) + [T - \bar{t}(x)] \text{ и } t_0(x) = \bar{t}(x) - [T - \bar{t}(x)].$$

Граничная скорость приближенно определяется как $V_K = 2V_P$, где V_P - кажущаяся скорость по разностному годографу.

Исходные данные

Таблица значений моментов первых вступлений

№пп	X, м	$t_p(x), c$	$t_a(x), c$
1	0	–	0.279
2	20	0.020	0.270
3	40	0.040	0.260
4	60	0.060	0.250
5	80	0.080	0.240
6	100	0.100	0.231
7	120	0.120	0.222
8	140	0.140	0.215
9	160	0.152	0.203
10	180	0.160	0.198
11	200	0.168	0.186
12	220	0.178	0.180

№пп	X, м	$t_p(x), c$	$t_a(x), c$
13	240	0.183	0.168
14	260	0.195	0.160
15	280	0.200	0.151
16	300	0.206	0.140
17	320	0.214	0.131
18	340	0.221	0.121
19	360	0.230	0.116
20	380	0.239	0.100
21	400	0.245	0.080
22	420	0.254	0.060
23	440	0.260	0.040
24	460	0.270	0.020
25	480	0.279	–

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший практическую работу, должен оформить отчет и предоставить его на защиту.

Отчет должен содержать:

- Титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.
- Название и цель работы.
- Пояснительную записку с формулами и результатами расчетов.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

- Графические построения, выполненные в программе Excel и AutoCAD или подобных, либо на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

Контрольные вопросы

1. Каким способом определяют по данным МПВ скорость в зоне малых скоростей? Пояснить рисунком.

2. Порядок определения параметров ЗМС способом встречных годографов (перечислить этапы).

3. Порядок определения разностного годографа и линии $t_0(x)$.
Пояснить рисунком.

4. Когда возможно и с какой целью строят разностный годограф и линию $t_0(x)$?

5. Как по годографам преломленных волн определить направление восстания подошвы ЗМС?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

К выполнению практических работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по охране труда при работе в компьютерном классе для обучающихся согласно инструкции ИОТ-УИ-274-13, утвержденной ректором СКФУ.

1. Общие требования охраны труда

1.1. К самостоятельной работе с ПЭВМ допускаются обучающиеся после прохождения ими инструктажа на рабочем месте, обучения безопасным методам работ и проверки знаний по охране труда.

1.2. Обучающиеся обязаны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные в университете, требования инструкций по охране труда:

по оказанию доврачебной медицинской помощи пострадавшим ИОТ- МЦ -08-13;

по пожарной безопасности в СКФУ ИОТ-УКБ-Об-13;

для операторов и пользователей ПЭВМ, работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видео дисплейных терминалов ИОТ-УИ-05-13.

1.3. Запрещается употреблять во время учебно-воспитательного процесса алкогольные напитки, а также приходить на занятия в состоянии алкогольного, наркотического или иного опьянения.

Курить запрещено в компьютерных классах, учебных корпусах и студенческих общежитиях.

Курить разрешается на территории университета только в специально оборудованных местах.

1.4. При работе с ПЭВМ рекомендуется организация перерывов на 10 - 15 мин. через каждые 45 - 60 мин. работы.

1.5. При работе на ПЭВМ могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы:

Физические:

- повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного излучения;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- уровень положительных и отрицательных аэронов в воздухе рабочей зоны;
- неравномерность распределения яркости в поле зрения;
- повышенная яркость светового изображения;
- повышенный уровень пульсации светового потока;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- повышенный уровень прямой и отраженной блескости;
- повышенный уровень ослепленности;
- повышенные энергетические потоки света;
- несоответствие параметров микроклимата нормам.

Химические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и полихлорированных бифенилов.

Психофизиологические:

- напряжение зрения и внимания; интеллектуальные и эмоциональные нагрузки;
- длительные статические нагрузки;
- монотонность труда; большой объем информации обрабатываемой в единицу времени;
- нерациональная организация рабочего места.

Биологические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов.

1.6. Запрещается находиться в компьютерном классе в верхней одежде, а также принимать пищу.

1.7. Обучающийся должен знать месторасположение первичных средств пожаротушения и уметь ими пользоваться.

1.8. Обучающийся должен знать местонахождения медицинской аптечки, правильно пользоваться медикаментами и уметь оказать доврачебную медицинскую помощь пострадавшим.

1.9. При несчастном случае на производстве обучающийся обязан:

- устранить травмирующий фактор (если это возможно);
- оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;
- при необходимости вызвать скорую медицинскую помощь или организовать доставку пострадавшего в медицинское учреждение;
- немедленно сообщить о случившемся администратору, преподавателю, заведующему кафедрой;
- сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих и не приведет к аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения - зарисовать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести фотографирование или видеосъемку).

1.10. При работе с ПЭВМ обучающиеся должны соблюдать правила личной гигиены.

1.11. Работа в компьютерном классе разрешается исключительно в присутствии преподавателя или технического персонала компьютерного класса.

1.12. Запрещается присутствие в помещении компьютерного класса посторонних лиц.

1.13. По всем вопросам, связанным с работой вычислительной техники следует обращаться к техническому персоналу компьютерного класса.

2. Требования охраны труда перед началом работ

2.1. Перед началом работы пользователь ПЭВМ обязан:

- осмотреть и привести в порядок рабочее место, освободив его от посторонних предметов;
- убедиться в достаточности освещенности, отсутствии отражений на экране, отсутствии встречного светового потока;
- проверить комплектность компьютера;
- проверить правильность установки стола, стула, положения оборудования, угла наклона экрана, положения клавиатуры.

2.2. При подключении компьютера необходимо соблюдать следующую последовательность включения оборудования:

- включить блок питания или источник бесперебойного питания (если есть);
- включить периферийные устройства (принтер, монитор, сканер и др.);
- включить питание системного блока или иного оборудования.

2.3. Запрещается приступать к работе при:

- нарушении целостности корпуса компьютера, монитора, клавиатуры, мыши;
- обнаружении неисправности оборудования;
- отсутствии защитного заземления устройств ПЭВМ;
- отсутствии огнетушителя и аптечки первой помощи в компьютерном классе;
- нарушении гигиенических норм размещения мониторов.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Во время работы на ПЭВМ обучающийся обязан:

- аккуратно обращаться с клавиатурой;
- держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств;

- соблюдать расстояние от глаз до экрана в пределах 60-80 см;
- следить, чтобы кабель (шнур) ПЭВМ был защищен от случайного повреждения и соприкосновения с горячими и сырыми поверхностями.

3.2. Пользователю ПЭВМ во время работы запрещается:

- дотрагиваться до экрана монитора и вращать монитор;
- работать с ПЭВМ при снятом корпусе;
- во избежание внутреннего перегрева и выхода ПЭВМ из строя закрывать во время работы вентиляционные отверстия посторонними предметами или чехлами;
- оставлять включенный ПЭВМ без присмотра;
- самостоятельно вскрывать корпус монитора, системного блока;
- самостоятельно разбирать монитор, системный блок, клавиатуру, мышь;
- самостоятельно переключать силовые питающие кабели проводов связи с периферийными устройствами на задней крышке корпуса системного блока и монитора;
- отключать штепсельные разъемы;
- подключать в цепь нулевого провода предохранители;
- заземлять компьютер на батарею парового или водяного отопления;
- переключать разъёмы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- оказывать механические усилия (наступать ногами, дергать)' силовые питающие кабели и за провода связи с периферийными устройствами;
- ударять сильно по клавишам клавиатуры;
- работать грязными руками;
- касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры (возможен разряд повышенного электростатического потенциала);

- прикасаться к задней панели системного блока (возможно поражение электрическим током);
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, клавиатуры;
- загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними предметами; подвергать монитор воздействию прямых солнечных лучей или других источников тепла;
- устанавливать системный блок на полу непосредственно у ног пользователя ПЭВМ, в зоне повышенной влажности и повышенного содержания пыли;
- передвигать столы с оборудованием, переставлять оборудование на столах.

3.3. Необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- не прикасаться одновременно к металлическим частям ПЭВМ и устройствам, имеющим естественное заземление (радиаторы отопления, водопроводный кран и т.д.).
- во избежание повреждения соединительного провода клавиатуры работать с клавиатурой только на столе.
- при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2.0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1.2 м.

3.4. Помещение для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение.

3.5. Рабочие столы рекомендуется размещать таким образом, чтобы видео дисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам и естественный свет падал преимущественно слева.

3.6. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

3.7. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана.

3.8 Должен быть обеспечен свободный доступ к сетевому выключателю ПК и розетке.

3.9. Рабочие места с ПЭВМ не должны размещаться вблизи силовых кабелей, технологического оборудования.

3.10. Необходимо систематически проветривать помещение с ПЭВМ - во время перерывов с обязательным выходом из него обучающихся.

3.11. По всем вопросам, связанным с неисправностями в вычислительной технике следует обращаться к преподавателю или техническому персоналу компьютерного класса.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. Пользователь ПЭВМ обязан немедленно отключить электропитание:

- во всех случаях обнаружения обрыва проводов питания, неисправности заземления, элементов электрооборудования, запаха гари и т. п.)
- при возникновении «дрожания» изображения (рябь, покачивание, подергивание);
- при обнаружении человека, попавшего под напряжение, (немедленно) освободить его от действия тока, оказать до прибытия врача потерпевшему первую медицинскую помощь;
- при повреждении штепсельного соединения кабеля (шнура) или его защитной трубки;
- в случае внезапного прекращения подачи электроэнергии;
- при появлении не характерного для работы ПЭВМ шума;
- при появлении дыма или запаха, характерного для горячей изоляции.

4.2. При возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности.

4.3. При любой аварии или аварийной ситуации, которая может привести к аварии или несчастному случаю, обучающийся обязан сообщить преподавателю или техническому персоналу компьютерного класса.

5. Требования охраны труда по окончании работ

5.1. Заккрыть активные задачи.

5.2. Убедиться, что в дисковоме нет дискеты или диска.

5.3. Провести завершение работы.

5.4. Выключить периферийные устройства и монитор.

5.5. Отключить питание системного блока.

5.6. Выполнить упражнение для глаз, шеи, спины в течении 1-2 минут.

5.7. Привести в порядок рабочее место.

5.8. О всех замеченных неполадках сообщить преподавателю или техническому персоналу компьютерного класса.

5.9. По окончании работы сдать свое рабочее место с ПЭВМ преподавателю или техническому персоналу компьютерного класса.

Создание нового проекта RadExPro и загрузка данных

Обработка данных в программе RadExPro происходит в рамках обрабатывающих проектов. Проект

представляет собой базу данных, содержащую исходные сейсмические данные, промежуточные и

окончательные результаты обработки, а также все потоки обработки и их параметры, таблицы

скоростей, пикировки горизонтов и другую вспомогательную информацию. Каждый проект и все

принадлежащие к нему файлы хранятся в отдельной папке на жестком диске. Перед тем как

приступать к обработке сейсмических данных в RadExPro, данные нужно загрузить в проект.

Ниже, в пунктах 1-7 мы описываем по шагам как создать новый проект RadExPro.

Дальше, в пунктах 8-14 рассказывается, как загрузить в созданный проект сейсмические данные.

Создание нового проекта

1. Запустите RadExPro. В предыдущих версиях ОС Windows доступ к программе можно

получить через меню Start (Пуск), All programs (Все программы) /DECO Geophysical, в ОС Windows 8

требуется перейти на экран Start (Пуск)/All applications (Все приложения)/DECO Geophysical.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Боганик, Г. Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / Боганик Г. Н., Гурвич И. И.; Рос. гос. геологоразв. ун-т. Ассоц. научно-техн. и делового сотр. по геофиз. иссл. и работам в скважинах. - Тверь: АИС, 2006. - 744 с.: ил. - Гриф: Доп. МО для спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых". - Предм. указ.: с. 711- 729. - Библиогр.: с. 730-733. - 1000 экз. - ISBN 1810-5599.

Дополнительная литература:

1. Бондарев В. И., Сейсморазведка / - Екатеринбург.: ИРА УТК, 2007. - 704 с.
2. В.К. Хмелевской. Геофизические методы исследования земной коры. Кн.1: Методы прикладной и скважинной геофизики. Учебник. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна». –1997, 276с., с ил.
3. В.К. Хмелевской. Геофизические методы исследования земной коры. Кн.2: Региональная, разведочная, инженерная и экологическая геофизика. Учебное пособие. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна». –1999, 184с., с ил.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.geophone.com/> - Сайт компании Sensor;
2. <http://www.iongeo.com/russia/> - Сайт компании ION;
3. <http://www.sercel.com/> - Сайт компании SERSEL;
4. <http://www.ymg.ru/> - Сайт ГНЦ «Южморгеология».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы

«Обработка и интерпретация данных сейсморазведки»

для студентов направления подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) «Геолого-геофизические технологии в нефтегазовом деле»

1. Общие положения

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в вузе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» направлена на формирование следующих компетенций:

Код	Формулировка
ПК-8	Способен обрабатывать и интерпретировать результаты геолого-геофизических исследований

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента - формирование набора компетенций будущего бакалавра.

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование

умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельной работы и лабораторных занятий.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр					
ИД-1ПК-8	Подготовка к лекциям	Тестирование, собеседование	7,5	0,5	8
ИД-1ПК-8	Подготовка к практическим занятиям	Тестирование, собеседование	7,5	0,5	8
ИД-1ПК-8	Самостоятельное изучение литературы	Тестирование, собеседование	55	1	56
Итого за 7 семестр			70	2	72
Итого			70	2	72

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того, насколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию) усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы,

делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

- а. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
2. Выделите главное, составьте план.
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
 - а. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При

конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

б. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Для того чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала – умение отвечать на вопросы для собеседования.

Контроль самостоятельной работы студентов Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем. Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных

средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Вопросы или задания

Номер задания	Содержание вопроса
1.	Прямой задачей сейсморазведки является: а: получение уравнения годографа над разрезом с известными мощностями слоев и скоростями распространения волн б: определение строения сейсмогеологической среды по наблюдениям возникающего в ней поля упругих волн с: получение уравнения упругой волны над разрезом с известными мощностями слоев и скоростями распространения волн d: вычисление скоростей распространения упругих волн в исследуемом разрезе
2.	Обратной задачей сейсморазведки является: а: получение уравнения годографа над разрезом с известными мощностями слоев и скоростями распространения волн. б: определение строения сейсмогеологической среды по наблюдениям возникающего в ней поля упругих волн с: получение уравнения упругой волны над разрезом с известными мощностями слоев и скоростями распространения волн d: вычисление скоростей распространения упругих волн в исследуемом разрезе
3.	Сейсмическая трасса это: а: сейсмический сигнал, зарегистрированный в пункте приема в течение заданного времени после возбуждения упругой волны б: линия, соединяющая соседние пункты приема сейсмических сигналов с: линия, соединяющая соседние пункты возбуждения сейсмических волн d: линия, соединяющая первый пункт возбуждения и последний пункт приема на сейсмическом профиле
4.	Сейсмограмма это: а: набор сейсмических трасс, записанных по двум соседним точкам возбуждения б: набор сейсмических трасс, записанных по двум соседним точкам приема с: набор сейсмических трасс по данной точке возбуждения, или точке приема, или общей глубинной точке d: набор сейсмических трасс, записанных по двум соседним общим глубинным точкам
5.	Ось синфазности это: а: линия на сейсмической трассе, соединяющая максимумы этой трассы б: линия на сейсмической трассе, соединяющая минимумы этой трассы с: линия на сейсмограмме или на временном сейсмическом разрезе, соединяющая экстремумы, отличающиеся на одну и ту же разность фаз d: линия на сейсмограмме или на временном сейсмическом разрезе, соединяющая экстремумы одной и той же фазы сейсмической волны
6.	Годограф сейсмической волны это: а: уравнение зависимости амплитуды сейсмической волны от расстояния между ПВ и ПП б: уравнение зависимости времени пробега сейсмической волны от ПВ к ПП от расстояния между ПВ и ПП с: график зависимости времени пробега сейсмической волны от ПВ к ПП от расстояния между ПВ и ПП d: график зависимости амплитуды сейсмической волны от расстояния между ПВ и ПП

7.	Сейсмограмма ОПВ это: a: набор сейсмических трасс, записанных при отработке одного пункта возбуждения b: набор сейсмических трасс, записанных от одного пункта приема c: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной глубинной точки d: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной сейсмической границы
8.	Сейсмограмма ОПП это: a: набор сейсмических трасс, записанных при отработке одного пункта возбуждения b: набор сейсмических трасс, записанных от одного пункта приема c: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной глубинной точки d: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной сейсмической границы
9.	Сейсмограмма ОГТ (ОСТ) это: a: набор сейсмических трасс, записанных при отработке одного пункта возбуждения b: набор сейсмических трасс, записанных от одного пункта приема c: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной глубинной точки d: набор сейсмических трасс, записанных при прослеживании одной сейсмической границы
10.	Статические поправки это: a: поправки к амплитудам сейсмических трасс b: поправки для исключения волн-помех на сейсмических трассах c: временные поправки, которые вводят для спрямления гиперболических годографов отраженных волн на сейсмограммах ОПВ, ОПП или ОГТ. d: временные поправки, вводимые в сейсмические трассы для исключения влияния рельефа местности, приповерхностных неоднородностей и приведения ПВ и ПП к единому уровню, называемому уровнем приведения
11.	Кинематические поправки это: a: поправки к амплитудам сейсмических трасс b: поправки для исключения волн-помех на сейсмических трассах c: временные поправки, которые вводят для спрямления гиперболических годографов отраженных волн на сейсмограммах ОПВ, ОПП или ОГТ. d: временные поправки, вводимые в сейсмические трассы для исключения влияния рельефа местности, приповерхностных неоднородностей и приведения ПВ и ПП к единому уровню, называемому уровнем приведения
12.	Временной разрез это: a: изображение сейсмических границ на плоскости в координатах "расстояние вдоль профиля" - "время до отражающей границы по вертикали", представляющее собой поле времен отраженных волн, которое было бы зарегистрировано на горизонтальной линии наблюдений, если бы волны падали и отражались от границ только по нормальным сейсмическим лучам b: изображение сейсмических границ на плоскости в координатах "расстояние вдоль профиля" - "глубина до отражающей границы по вертикали" c: изображение сейсмических границ на плоскости в координатах "расстояние вдоль профиля" - "время регистрации сейсмической волны" d: изображение сейсмических границ на плоскости в координатах "расстояние вдоль профиля" - "глубина распространения сейсмической волны"

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно выполнил 88-100 % тестовых заданий

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно выполнил 72-87 % тестовых заданий

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно выполнил 53-71 %

тестовых заданий

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно выполнил менее 53 % тестовых заданий

Список источников для выполнения СРС

Перечень основной литературы

- Боганик, Г. Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / Боганик Г. Н., Гурвич И. И.; Рос. гос. геологоразв. ун-т. Ассоц. научно-техн. и делового сотр. по геофиз. иссл. и работам в скважинах. - Тверь: АИС, 2006. - 744 с.: ил. - Гриф: Доп. МО для спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых". - Предм. указ.: с. 711-729. - Библиогр.: с. 730-733. - ISBN 1810-5599.

- Кузнецов, В. И. Элементы объемной 3D сейсморазведки: учеб. пособие / В. И. Кузнецов; Фед. агенство по образованию, Гос. образоват. учрежд. высш. профессиона. образования Тюм. гос. нефтегаз. ун-т ОАО "Тюменнефтегеофизика". - Тюмень: Изд-во "Тюмень", 2004. - 272 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 259-270. - ISBN 5-87591-037-5;

- Сейсморазведка: справочник геофизика: в 2 кн. / под ред. В. П. Номоконова, Кн. 2. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 1990. - 400 с.: ил. - Библиогр.: с. 395-398. - ISBN 5-247-01863-X;

- Урупов, А. К. Основы трехмерной сейсморазведки: учеб. пособие / А. К. Урупов. - М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 584 с.: ил. - Библиогр.: с. 567-573. - ISBN 5-7246-0314-4;

- Бондарев, В.И. Сейсморазведка / В.И. Бондарев. – Екатеринбург.: Изд-во Уральский государственный горный университет, 2007 г. – 703 с.

Перечень дополнительной литературы

Обработка и интерпретация данных сейсморазведки: учебное пособие-практикум: / сост.: Л. С. Мкртчян, В. С. Крамаренко (рукопись).

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

- <https://www.geokniga.org/books> - сайт проекта «Геологическая библиотека GeoKniga»;

- <https://teach-in.ru/course/seismic-tomography/about> - сайт с лекциями учёных МГУ;

- <https://npod.ru/about> - сайт проекта «Национальная платформа открытого образования».

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине по дисциплине «Теоретические основы обработки геофизической информации». Ставрополь: СКФУ, 2025.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - www.biblioclub.ru (Договор № 50-04/19 об оказании информационных услуг от 13.05.2019г.)
2	Электронная библиотечная система «IPRbooks» (ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № 5168/19 от 13.05.2019 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks. Организация: ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)
3	«eLIBRARY.RU»: [Научная электронная библиотека]. – URL: http://elibrary.ru
4	Информационно-правовой портал "Гарант" - http://www.garant.ru/

