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

Методические указания

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Направление подготовки/специальность	21.05.02 Прикладная геология
Направленность (профиль)/специализация	Геология месторождений нефти и газа

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ..... **4**

Этапы обработки сейсмической записи 4

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ..... **19**

Основные процедуры обработки 19

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ..... **30**

Определение сейсмических скоростей 30

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ..... **36**

Фильтрация сейсмических колебаний 36

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 ..... **50**

Контроль качества полевого материала 50

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 ..... **61**

Интерпретация данных метода первых волн 61

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ..... **78**

Анализ результатов сейсмических исследований и способы их представления 78

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ..... **86**

Графы и системы обработки и интерпретации сейсмической информации 86

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ **171**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Этапы обработки сейсмической записи

Цель работы: овладеть методикой выявления и прослеживания осей синфазности и их пикировки с целью построения графика зависимости времени прихода волны к ПП от удаления ПВ, и расчета кажущейся скорости.

Теоретические основы

Сейсмические волны относятся к классу акустических волн (то есть по диапазону частот попадают в интервал, воспринимаемый человеческим ухом) и могут распространяться в упругих и относительно изотропных средах. Волны объемные или пространственные. Два главных типа волн: продольные – колебания происходят вдоль линии распространения волны и поперечные – колебания частиц происходят поперек направления распространения волны.

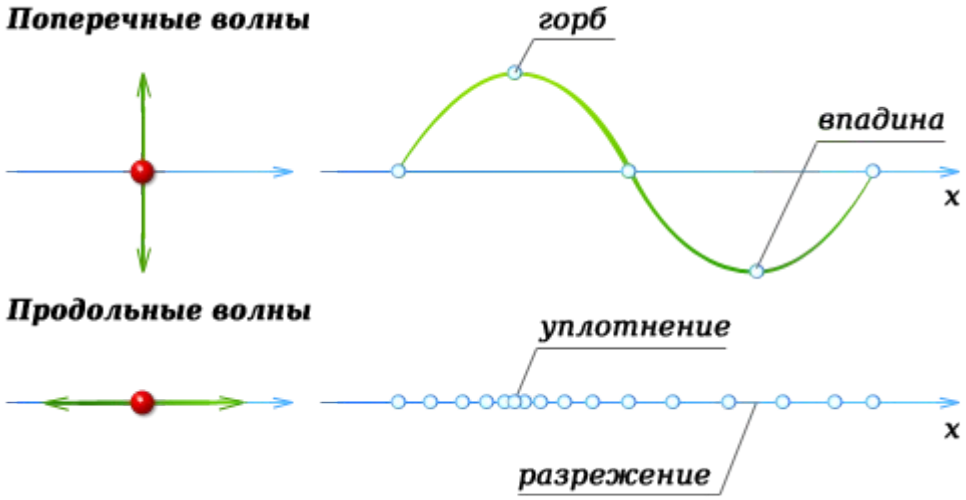


Рисунок 2.1 Процесс распространения продольных(P), и поперечных волн(S) в средах.

Продольные волны распространяются в твердых средах и в жидкостях, поперечные волны распространяются только твердых средах.

В сейсморазведке геологическая среда характеризуется такими упругими константами, как модуль продольного растяжения (модуль Юнга), модуль поперечного сжатия (модуль Пуассона), а также скоростью распространения

упругих колебаний, волновым сопротивлением, равным произведению скорости сейсмических волн на плотность среды. В теории упругих волн рассматривают волны, падающие на какую-либо поверхность раздела сред с разными упругими свойствами, отраженные от нее волны и проходящие в нижнюю среду волны. На рис. 2 показано соотношение сейсмических лучей и фронтов этих волн.

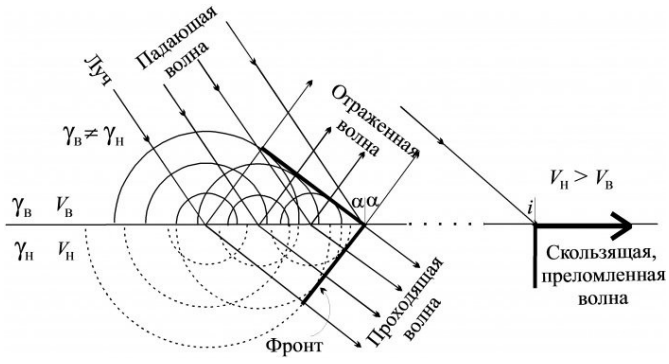


Рисунок 2.2 Образование отраженных и преломленных волн

В теории сейсморазведки доказывается, что условием возникновения отраженных волн является: граница должна разделять среды с различным волновым сопротивлением; при этом угол падения волны равен углу отражения (Закон Снелиуса).

Для возникновения преломленных волн необходимо, чтобы в нижней среде скорость распространения упругих колебаний VH была бы больше, чем в верхней – VB. В этом случае при падении волны на границу под углом i, подчиняющимся закону sin i =VB/VH, фронт проходящей волны будет перпендикулярен к границе раздела сред. В оптике такой угол называют критическим углом или углом полного внутреннего отражения. В сейсморазведке такая волна называется преломленной, ее луч «бежит» вдоль границы раздела сред.

Пусть в точке О на земной поверхности находится источник сейсмических колебаний (пункт взрыва), а на остальной части профиля (вдоль оси абсцисс) расставлены сейсмические приемники: теоретически бесконечно близко друг к другу – континуально, рис. 3.

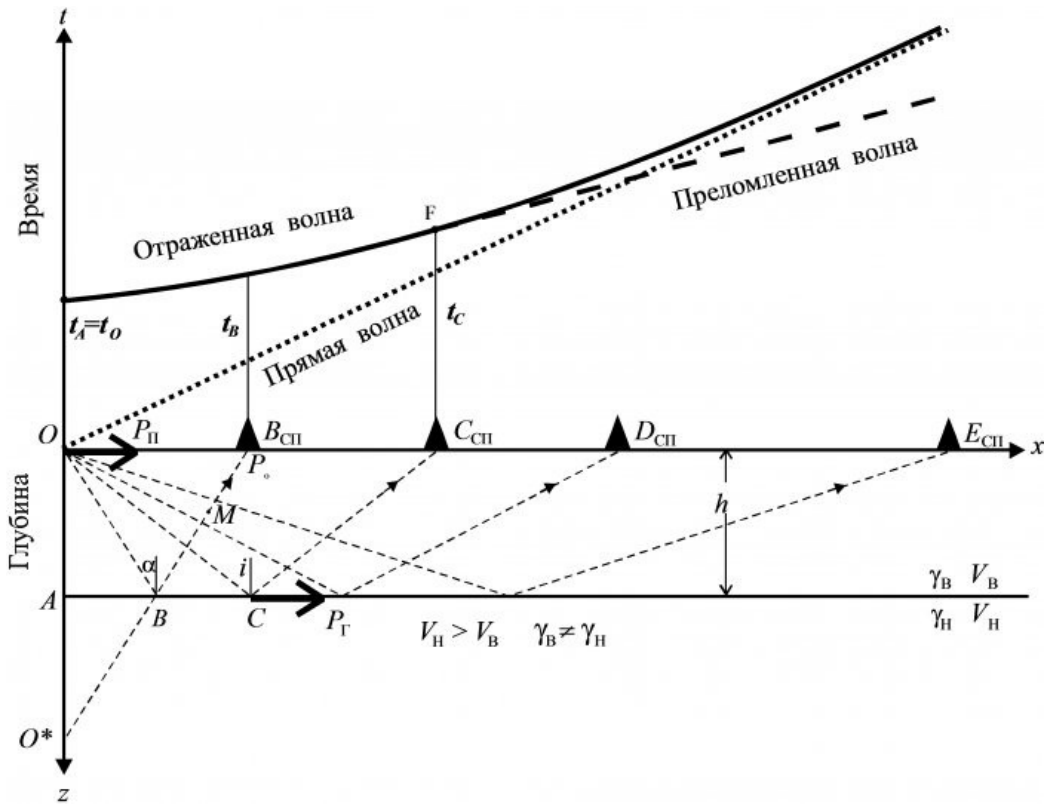


Рисунок 2.3 Фронты и годографы прямой, отраженной и преломленной волн для двухслойной среды

После возбуждения в верхней среде из точки возбуждения во все стороны будут распространяться сейсмические лучи (волны). Один из лучей (Рп) будет «бежать» вдоль земной поверхности со скоростью VB и приходить в сейсмоприемники в моменты времени, пропорциональные расстоянию сейсмоприемников от пункта взрыва О (при этом, очевидно, коэффициент пропорциональности равен VB). Годограф этой волны, называемый в сейсморазведке прямой волной, представляет собой прямую линию (рис. 3.).

Другие лучи станут последовательно достигать глубинной границы в точках А, В, С, D, Е, … , и, отражаясь в них от границы, приходить в сейсмоприемники соответственно в точки О, ВСП, ССП, … Ниже будет показано, что время прихода отраженной волны в сейсмоприемники (tO, tB,) увеличивается нелинейно, поэтому годограф будет криволинейным (рис. 2.3.).

Сейсмические лучи, падая на границу раздела сред, будут отражаться с постепенно возрастающим углом. Пусть в точке С угол отражения станет равным критическому углу i, соответствующему соотношению VB/VH = sin i. Тогда в точке С возникнет преломленная волна, луч Рг которой далее будет двигаться вдоль границы равномерно, как и прямая волна, но со скоростью VH>VB (см. рис. 3.). При этом первая информация о преломленной волне зафиксируется сейсмоприемником в точке С и время ее прихода будет равно времени прихода в этой же точке отраженной волны (см. точку F). Но далее по профилю уже в сейсмоприемнике D и следующих за ним преломленная волна будет приходить раньше отраженной, так как скорость ее распространения VH больше, чем скорость распространения отраженной волны VB. Более того, начиная с некоторой точки, преломленная волна будет регистрироваться раньше и отраженной и прямой волны.

Образованная подобным образом преломленная волна в сейсморазведке называется головной. Граница, на которой она возникает, называется преломляющей.

Но в геологической среде помимо преломляющих границ могут существовать маломощные пласты с большей скоростью, чем во вмещающей среде. Такие пласты также могут создавать преломленные волны, но с существенно меньшей интенсивностью. Нередко трудно узнать, преломленная волна скользит вдоль преломляющей границы или вдоль пласта небольшой мощности. В этой ситуации скорость скользящей преломленной волны называют граничной скоростью и обозначают VГ.

Не все отражающие границы являются преломляющими и наоборот (у них разные условия образования). Прямые продольные волны, распространяющиеся вдоль земной поверхности, в сейсморазведке, как правило, не представляют практического интереса.

ГОДОГРАФ – график зависимости времени прихода сейсмической волны от координат точек наблюдения. Годографы сейсмических волн являются

основными источниками информации в сейсморазведке. По ним могут быть определены тип волны (прямая, отраженная, преломленная, дифрагированная и др.), закон изменения скорости с глубиной, глубина и форма отражающих и преломляющих поверхностей.

Работа выполняются на основе данных расположенных на прилагаемом DVD-ROM в папке Data_lab#2.

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

• Скопировать на компьютер программу Лакколит из директории Geosoft расположенной на диске DVD-ROM прилагаемом к методическим указаниям.

• Отобразить в программе Лакколит, Сейсмограммы.

• Подобрать параметры визуализации для корректного прослеживания фронта волны, зарегистрированного в первых вступлениях.

• Пикировать первые вступления и сохранить пикировки в текстовом документе.

• Построить годограф первых вступлений.

• Рассчитать скорость прихода волны (зарегистрированной в первых вступлениях) в каждому ПП.

Копируется программа Лакколит 5.1. расположенная на DVD-ROM прилагаемом к методическим указаниям.

Место расположения программы: DVD-ROM\ Geosoft\

Рекомендуемое место хранения программы X:\KVC\GeoLab\.

Директорию с данными необходимо скопировать в директорию X: \KVC\GeoLab\

Где X – имя диска удобный для хранения данных, дальше X будет заменен на D так как на этом диске расположена база данных у автора.

Загружается программа Лакколит 5.1. Lakkolit.exe

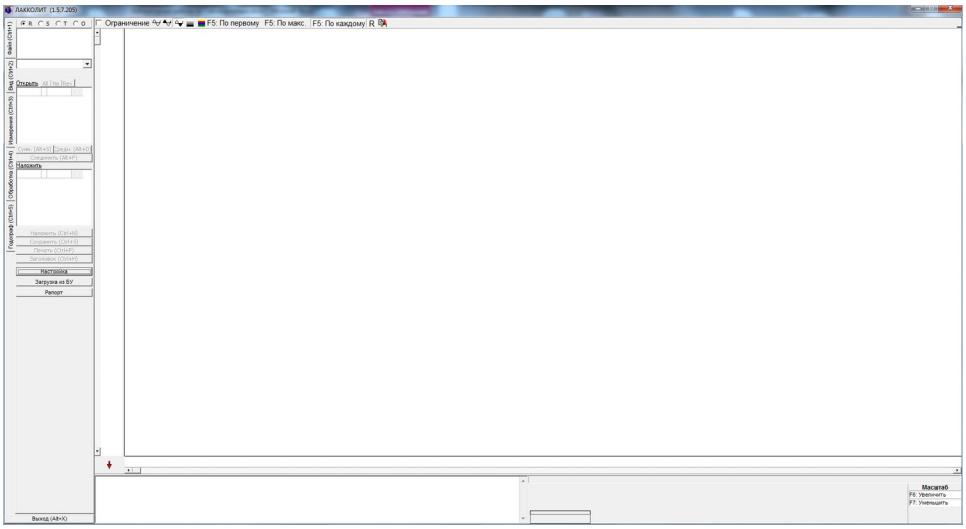


Рисунок 2.4 Общий вид программы Лакколит 5.1.

В левой части программы вертикально располагаются вкладки Файл, Вид, Измерения, Обработка, Годограф.

Необходимо прописать путь к базе данных зарегистрированных наблюдений:

Вкладка **Файл → Настройки**

Нажав кнопку Обзор: выбираем путь к базе данных расположения материала

(Путь для хранения «D:\KVC\Geolab\Data_lab#2»)

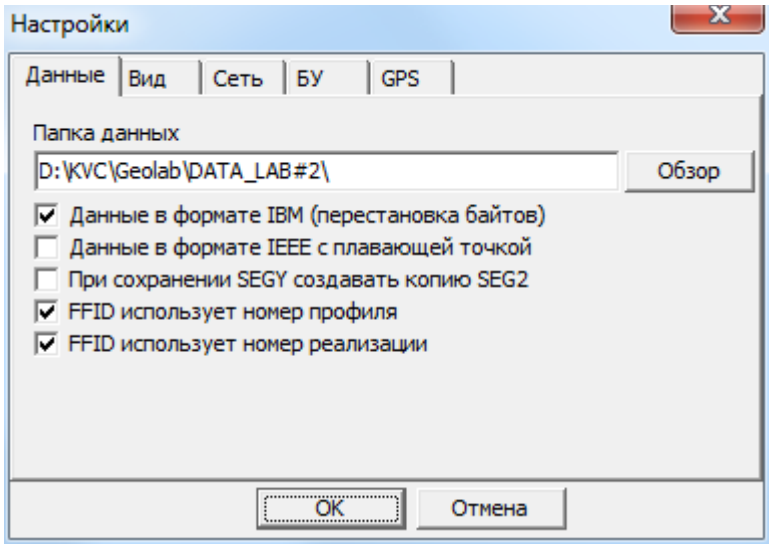


Рисунок 2.5. Настройка программы Лакколит 5.1.

При нажатой вкладке Фаил в верхнем левом углу в окне отобразится название профиля PR0002, 2 в конце названия означает что регистрация данных происходила на профиле под названием 2.

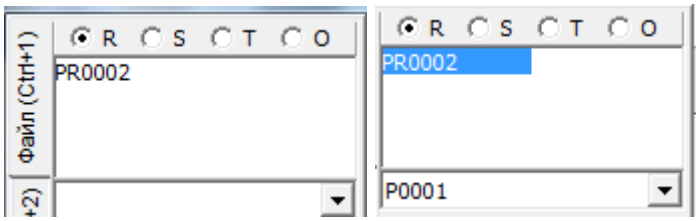


Рисунок 2.6. Выбор профиля для дальнейшей работы Лакколит 5.1.

Выбрав левой кнопкой (MB1) мыши, название профиля PR002, при этом оно выделится синим цветом и в раскрывающемся окне появиться название первой группы файлов относящихся к FFID (Field-Полевой, File-Файл, Identification-идентификатор, Data-данных, что значит уникальный номер записи данных) зарегистрированному на данном пункте возбуждения (ПВ).

Классификация названий

Хранящиеся данные в директории D:\KVC\Geolab\DATA_LAB#2\PR0002 представляют собой файлы в формате SEG-Y, имеющие названия PR****_P****_R****.sgy,

где * любое может принимать любое значение от 0 до 9.

PR**** означает номер профиля, под него отводится 4 знака, при этом номер профиля может принимать значение: от 1 до 9999 (от PR0001 до PR9999). Название выбирается в процессе съемки оператором.

P**** означает номер точки (Point), под него отводится 4 знака, при этом номер точки может принимать значения: от 1 до 9999 (от P0001 до P9999). Название выбирается в процессе съемки оператором, при этом, при запуске новой серии, номер автоматически изменится на 1.

В процессе заполнения рапорта оператора мы будет считать, что P**** означает номер FFID, так как в процессе обработки все файлы зарегистрированный серия, будут просуммированы в один и иметь конечное название PR****_P****RSUM.sgy

Сочетание номера профиля и номера точки(PR****_P****), называется номером серии.

R**** означает порядковый номер накопления в зарегистрированной серии. Под номер накопления, под него также отводится 4 знака, при этом номер может принимать значение от 1 до 9999 (от R0001 до R9999). номер автоматически изменится на 1 в процессе отработки серии.

Количество накоплений в одной серии выбирается оператором перед началом отработки на ПВ, в зависимости от шумовой обстановки. Серия обычно насчитывает от 4 до 24 накоплений.

В базе данных для лабораторной работы №2 хранится файл OBSERVER_LOG_Line_2.xls. Данный файл является рапортом оператора, который заполняется в процессе полевых работ.

Рапорт оператора, отработки профиля№2 при первом положении приемной расстановки (46-92).

Первый канал ПП лежит на расстоянии 46 м от начала профиля, последний на расстоянии 92м, шаг между ПП 2м. Отрабатываются ПВ от 0 до

138м от начала профиля. За начало профиля принят первый ПВ его дистанция 0м.

Имя файла	ПП	ПВ		Приборы	Фильтр			Усиление	кол-во накоплений	Примечания
		X (м)	направ	(x,y,z)	ФНЧ	ФВЧ	РФ			
PR0002_P0023_RSUM.sgy	92-138	46		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0024_RSUM.sgy	92-138	70		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0025_RSUM.sgy	92-138	92		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0026_RSUM.sgy	92-138	116		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0027_RSUM.sgy	92-138	138		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0028_RSUM.sgy	92-138	162		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0029_RSUM.sgy	92-138	184		Z	500	-	-	100		
PR0002_P0042_RSUM.sgy	92-138	46	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0043_RSUM.sgy	92-138	46	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0040_RSUM.sgy	92-138	70	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0041_RSUM.sgy	92-138	70	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0038_RSUM.sgy	92-138	92	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0039_RSUM.sgy	92-138	92	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0036_RSUM.sgy	92-138	116	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0037_RSUM.sgy	92-138	116	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0034_RSUM.sgy	92-138	138	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0035_RSUM.sgy	92-138	138	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0032_RSUM.sgy	92-138	162	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0034_RSUM.sgy	92-138	162	-	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0030_RSUM.sgy	92-138	184	+	Y	500	-	-	100		
PR0002_P0031_RSUM.sgy	92-138	184	+	Y	500	-	-	100		
Скважина на 20 канале ПП ПП-130										

Имя файла		Имя серии (FFID) под котором в БД будет храниться или уже храниться суммарная запись серии.
ПП		Приемная расстановка ПП, в метрах от начала профиля. (положение первого ПП - положение последнего ПП)
ПВ		Пункт возбуждения (ПВ).
	X (м)	В метрах от начала профиля.
	направ	Заполняется при работе с горизонтально направленными приемниками. (+) - если удар идет в сторону крышки сейсмоприемника, (-) - если удар идет в обратную сторону от крышки сейсмоприемника.
Приборы		
(x,y,z)	X	ПП расположен горизонтально в вдоль и ориентирован вдоль линии приема.
	Y	ПП расположен горизонтально в вдоль и ориентирован ортогонально линии приема.
	Z	ПП расположен вертикально.
Фильтр		
	ФНЧ	Фильтр Низкой Частоты
	ФВЧ	Фильтр Высокой Частоты
	РФ	Режекторный фильтр
Усиление		Усиление при приеме
кол-во накоплений		Кол-во накоплений в серии
Примечания		Дополнительная информация о преградах и помехах в момент отработки профиля

Рапорт оператора, отработки профиля№2 при втором положении приемной расстановки (92-138).

Контрольная скважина на канале20, ПП 130м.

Рисунок 2.7. Схема отработки профиля.

Студент выбирает номер серии (линию (PR****) и точку(P****)) указанную в варианте.

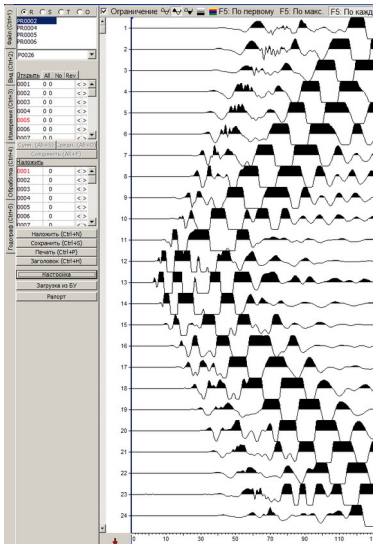
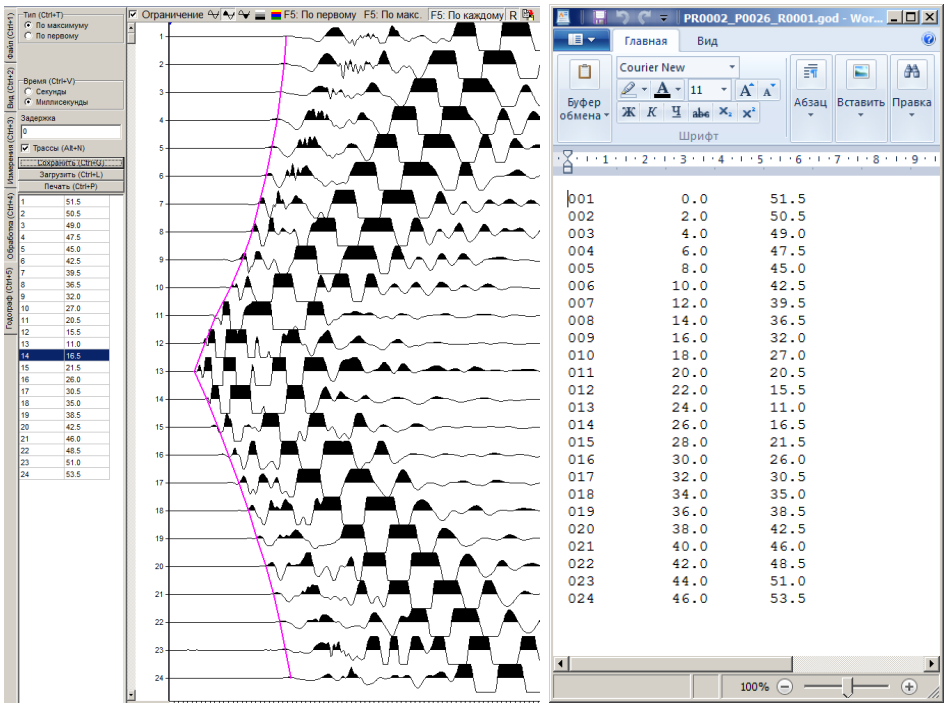


Рисунок 2.8. Отображение сейсмограммы в программе Лакколит 5.1.

На вкладке «ГОДОГФАФ» пикируем первые вступления фронта волны, при помощи MB1 и стрелок клавиатуры для точной установки пикировки. Сохраняем пикировки в текстовом файле.



(а) (б)

Рисунок 2.9. Отображение сейсмограммы при включённой вкладке годограф(а). текстовый документ с пикировками(б).

Текстовый документ с сохранёнными пикировками представляет собой три столбика описания ПП, в первом - номер канала (Chan), во втором -удаление положения каждого ПП от первого ПП(если реально первый ПП не совпадает с началом профиля то внести поправку в каждый ПП равную реальному положению первого ПП), третий время про пикированное на сейсмограмме.

Необходимо заполнить таблицу.

Chan	ПП	OFFSET	AOFFSET	t	Vk

Chan – номер канала в регистрирующем комплексе.

ПП- Пункты Приема (в метрах от начала профиля)

OFFSET – удаление ПП от ПВ в метрах.

AOFFSET – удаление ПП от ПВ в метрах абсолютных значениях.

t- время пикировки.

Vk - кажущаяся скорость

Пример выполнения задания

Chan	ПП	OFFSET	AOFFSET	t	Vk
1	46	24	24	51.5	1500
2	48	22	22	50.5	1500
3	50	20	20	49.0	1500
4	52	18	18	47.5	1500
5	54	16	16	45.0	727
6	56	14	14	42.5	727
7	58	12	12	39.5	727
8	60	10	10	36.5	727
9	62	8	8	32.0	392
10	64	6	6	27.0	392
11	66	4	4	20.5	392
12	68	2	2	15.5	392
13	70	0	0	11.0	392
14	72	-2	2	16.5	417
15	74	-4	4	21.5	417
16	76	-6	6	26.0	417
17	78	-8	8	30.5	417
18	80	-10	10	35.0	417
19	82	-12	12	38.5	545
20	84	-14	14	42.5	545
21	86	-16	16	46.0	545
22	88	-18	18	48.5	800
23	90	-20	20	51.0	800
24	92	-22	22	53.5	800

На основе табличных данных строится график зависимости времени прихода волн к ПП ,от ПВ, и во вспомогательной программе, или на миллиметровке, некоторые диапазоны точек аппроксимируется прямыми, по которым высчитывается кажущиеся скорости по формуле.

$$Vk = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

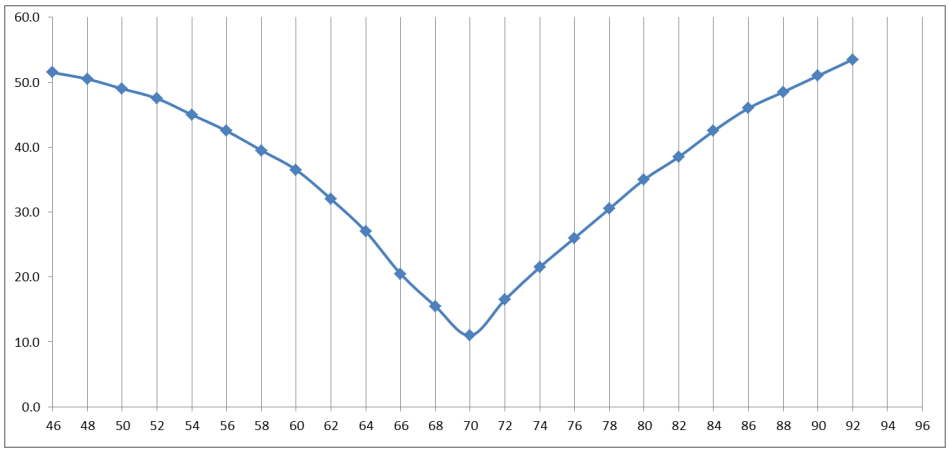


Рисунок 2.10 Пример построения годографа.

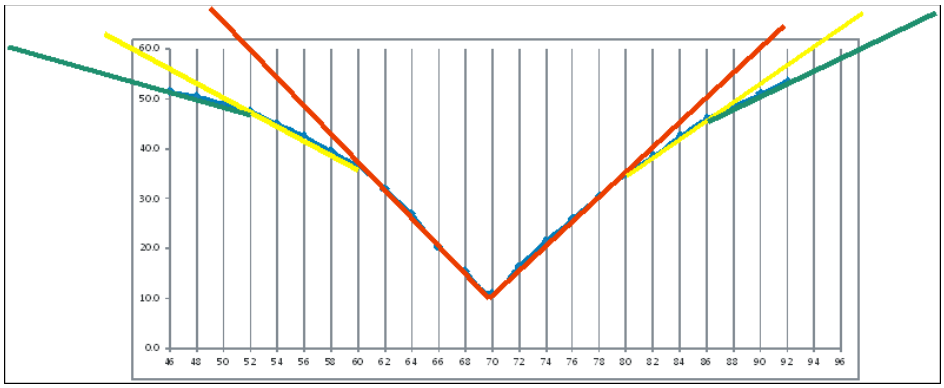


Рисунок 2.11 Пример аппроксимации годографа прямыми линиями.

Исходные данные

Имя файла	№ варианта	ФИО студента		Имя файла	№ варианта	ФИО студента
PR0002_P0004_RSUM.sgy	1			PR0002_P0023_RSUM.sgy	8	
PR0002_P0021_RSUM.sgy				PR0002_P0042_RSUM.sgy		
PR0002_P0022_RSUM.sgy				PR0002_P0043_RSUM.sgy		
PR0002_P0002_RSUM.sgy	2			PR0002_P0024_RSUM.sgy	9	
PR0002_P0019_RSUM.sgy				PR0002_P0040_RSUM.sgy		
PR0002_P0020_RSUM.sgy				PR0002_P0041_RSUM.sgy		
PR0002_P0003_RSUM.sgy	3			PR0002_P0025_RSUM.sgy	10	
PR0002_P0017_RSUM.sgy				PR0002_P0038_RSUM.sgy		
PR0002_P0018_RSUM.sgy				PR0002_P0039_RSUM.sgy		
PR0002_P0005_RSUM.sgy	4			PR0002_P0026_RSUM.sgy	11	
PR0002_P0015_RSUM.sgy				PR0002_P0036_RSUM.sgy		
PR0002_P0016_RSUM.sgy				PR0002_P0037_RSUM.sgy		
PR0002_P0006_RSUM.sgy	5			PR0002_P0027_RSUM.sgy	12	
PR0002_P0013_RSUM.sgy				PR0002_P0034_RSUM.sgy		
PR0002_P0014_RSUM.sgy				PR0002_P0035_RSUM.sgy		
PR0002_P0007_RSUM.sgy	6			PR0002_P0028_RSUM.sgy	13	
PR0002_P0011_RSUM.sgy				PR0002_P0032_RSUM.sgy		
PR0002_P0012_RSUM.sgy				PR0002_P0034_RSUM.sgy		
PR0002_P0008_RSUM.sgy	7			PR0002_P0029_RSUM.sgy	14	
PR0002_P0009_RSUM.sgy				PR0002_P0030_RSUM.sgy		
PR0002_P0010_RSUM.sgy				PR0002_P0031_RSUM.sgy		

Оформление лабораторной работы

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

Отчет должен содержать:

• Название и цель работы.

• Схема расположения ПВ и ПП с выделенным ПВ по которому произведена работа.

• Журнал оператора с выделенным ПВ

• 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 OFSSET и чем он отличается от AOFFSET?

2. Записать закон Снеллиуса.

3. Основное условие образования головной волны.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Основные процедуры обработки

Цель работы: Получить представление о физических процессах, влияющих на амплитуду отраженных и кратных волн, распространяющихся в реальных геологических средах

Теоретические основы

Большое значение при изучении геологического строения района работ имеет интенсивность отраженных волн, наблюдаемых на поверхности земли. Она зависит от ряда факторов и в первую очередь от условий распространения волн в среде. Главнейшими из них являются:

1. геометрическое расхождение энергии волны;
2. поглощение и рассеивание волн геологическими средами;
3. отражение и двойное преломление на границах раздела с различными акустическими свойствами.

1. Геометрическое расхождение энергии волны

Рассмотрим однородную среду, в которой расположен точечный источник сейсмической волны. Ограничим часть пространства лучами, образующими силовую трубку (рис. 1). Очевидно, что по мере удаления от источника на расстояния r_1, r_2,…, r_i увеличивается площадь поперечного сечения силовой трубки $S_1 < S_2 < \ldots < S_i$. Согласно закону сохранения энергия (E) внутри силовой трубки остается постоянной, а плотность энергии $j = E/S$ уменьшается по мере удаления от источника, таким образом, $j_1 > j_2 > \ldots > j_i$.

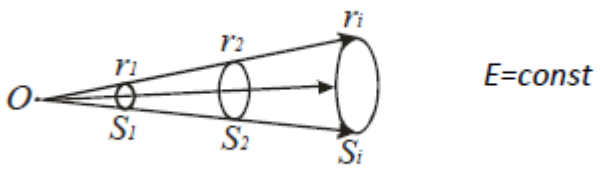


Рисунок 3.1 Силовая трубка, образованная силовыми линиями

o – точечный источник; r_1, r_2, …, r_i – расстояния от точечного источника;

$S_1 < S_2 < \ldots < S_i$ – площади сечения силовой трубки на расстоянии $r_1, r_2, \ldots, r_i$

Отсюда следует, что плотность энергии, приходящаяся на единицу поперечного сечения силовой трубки, убывает пропорционально величине $1/_i$. Из теории колебаний известно, что плотность энергии волны ***j*** пропорциональна ее амплитуде. Следовательно, в однородной упругой среде вследствие геометрического расхождения фронта прямой и отраженной волны их амплитуда убывает обратно пропорционально расстоянию, пройденному волной,

$$a_r = \frac{a_0}{r_i}, \qquad (1)$$

где a_0 – амплитуда волны точечного источника;
r_i – путь, пройденный волной.

2. Поглощение и рассеивание волн геологическими средами

При распространении сейсмических волн через горные породы часть упругой энергии колебаний, вследствие трения частиц среды, необратимо переходит в тепловую и другие виды энергии (электрическую, химическую и т. п.). Этот эффект называется поглощением упругой энергии волны. При наличии в среде литологических неоднородностей, инородных включений, флюида, насыщающего пласт (нефть, газ, вода), происходит частичное рассеивание волны, которое также приводит к уменьшению общей энергии сейсмической волны. Ослабление всех типов волн, вызываемое поглощением и рассеиванием, может быть охарактеризовано множителем $e^{-\delta r}$, где ***e*** – основание натурального логарифма, равное 2,72, ***r*** – длина пути, пройденного волной (м), ***б*** –

коэффициент поглощения (***1/м***). Величина коэффициента ***δ*** характеризует поглощающие свойства пласта мощностью 1/м, произведение ***δr*** – полный коэффициент поглощения геологической среды, в которой распространяется волна. Величина коэффициента ***δ*** в осадочных породах меняется от 10^{-2} до 10^{-6} (1/м) при изменении скорости в пределах 500-5000 м/с.

Сейсмическая волна в реальной геологической среде испытывает одновременно и поглощение, и рассеивание, и геометрическое расхождение. Поэтому общее убывание амплитуды волны подчиняется следующей зависимости:

$$a_i = a_0 \frac{e^{-\delta r}}{r} \qquad (2)$$

Если волна проходит несколько слоев, каждый из которых имеет мощность h_i и характеризуется (коэффициентом поглощения $б_i$), амплитуда a_i определяется по формуле:

$$a_i = a_0 \frac{e^{-\sum_{i=1}^{n} h_i \delta}}{\sum_{i=1}^{n} h_i}, \qquad (3)$$

где n – число пластов, которые проходит волна.

3. Отражение и двойное прохождение

Интенсивность отраженных волн зависит от характера границы раздела, на которой они образовались. Если сейсмическая граница разделяет среды с резко различающимися скоростями V и волновыми сопротивлениями Ω = V*σ (где σ – плотность горных пород), то возникающие на ней отраженные волны характеризуются значительной интенсивностью. Чем меньше различие волнового сопротивления на границе, тем слабее образующаяся на ней отраженная волна. Поэтому интенсивность полезных волн, прошедших

приблизительно одинаковые расстояния, может заметно различаться.

Расчетная часть

Расчет коэффициентов отражения и двойного прохождения: уменьшение амплитуд волн при образовании отраженных и проходящих волн характеризуется коэффициентами отражения и прохождения (прозрачности) соответственно. При падении волны на i-ую отражающую границу коэффициент отражения Ai рассчитывается по формуле:

$$A_i = \frac{V_{i+1} \cdot \sigma_{i+1} - V_i \cdot \sigma_i}{V_i \cdot \sigma_i + V_{i+1} \cdot \sigma_{i+1}}, \quad (4)$$

где V_i и V_{i+1} – соответственно верхний и нижний пласты;

σ_i и σ_{i+1} соответственно плотности верхнего и нижнего пластов.

Коэффициент отражения может быть отрицательным, если скорость нижнего пласта больше скорости вышележащего пласта. Это свидетельствует о том, что волна отражается в противофазе.

$$B_{+i} = \frac{2V_i\sigma_i}{V_i\sigma_i + V_{i+1}\sigma_{i+1}}. \quad (5)$$

При падении снизу коэффициент прохождения B_{-I} равен:

$$B_{-i} = \frac{2V_{i+1}\sigma_{i+1}}{V_i\sigma_i + V_{i+1}\sigma_{i+1}}. \quad (6)$$

Коэффициент двойного прохождения представляет собой произведение коэффициентов прохождения волны через границу при нормальном падении сверху и снизу, т. к. любая волна, приходящая к дневной поверхности, любую границу проходит минимум дважды – при падении вниз и возвращении вверх. При падении сверху на i-ую границу коэффициент прохождения $\boldsymbol{B_{+i}}$ равен:

Поскольку коэффициенты отражения $\boldsymbol{A}$ и прохождения $\boldsymbol{B}$ связаны соотношением:

$\boldsymbol{B = 1 + A}$, а коэффициенты отражения при падении волны сверху и снизу на границу различаются только знаком, т. е.

$\boldsymbol{A_{+i} = A_{-i}}$, то произведение

коэффициентов прохождения вниз и вверх через границу (коэффициент двойного прохождения) равно:

$$C_i = B_{+i}B_{-i} = (1 + A_{+i})(1 + A_{-i}) = (1 + A_{+i})(1 - A_{+i}) = 1 - A_{+i}^2 . \qquad (7)$$

Коэффициенты отражения ***A*** и двойного прохождения ***C*** используются далее для расчета интенсивностей волн.

Расчет амплитуд отраженной и кратной волн

В общем случае для расчета амплитуд волн надо учитывать коэффициенты отражения и двойного прохождения на границах раздела, поглощение и рассеивание волн.

Амплитуды сигнала вычисляем, перемножая коэффициенты отражения ***A*** всех границ, от которых волна отражается (с учетом знаков коэффициента), и коэффициенты двойного прохождения ***C*** всех границ, через которые волна проходит. Для учета геометрического расхождения подсчитываем путь волны, суммируя мощности всех пластов, через которые волна проходит. Учитывая все сказанное, запишем выражение для амплитуды волны, зарегистрированной на пункте взрыва, которая отразилась от ***i -ой*** границы горизонтально-слоистой среды при распространении по вертикали (по нормалям к границе):

$$a_i = a_0 \frac{e^{-2\sum_{i=1}^{i} h_i \delta_i}}{2\sum_{i=1}^{i} h_i} (1 - A_1^2)(1 - A_2^2)\ldots(1 - A_{i-1}^2) A_i , a_0 = 1\,м . \qquad (8)$$

В формуле (8) индексы у коэффициентов отражения соответствуют временам отражающих границ (сверху вниз), а множители 2 появляются потому, что волна проходит дважды каждый слой (при распространении сверху вниз и снизу вверх).

На некоторых отражающих границах (при значительных коэффициентах отражения) могут возникать кратные отраженные волны, которые являются серьезными помехами при проведении сейсморазведочных исследований.

Отражаясь несколько раз от одной или нескольких границ (чаще всего не больше чем от двух), кратные волны могут приходить к пунктам приема одновременно с полезными волнами, отразившимися от более глубоких границ, или – на близких временах. В результате интерференции кратных и полезных волн затрудняется прослеживание последних, и интерпретация полевых материалов может оказаться неоднозначной или ошибочной.

Рассмотрим простую кратную отраженную волну. Коэффициент отражения от границы «земля-воздух» близок к ***1***, т. к. волновое сопротивление воздуха ничтожно по сравнению с волновым сопротивлением горных пород. При каждом отражении от границы амплитуда кратной отраженной волны изменяется в ***A*** раз, между двумя отражениями она дважды проходит слой от границы до поверхности земли и обратно. Если кратнообразующей поверхностью является верхняя, то амплитуда полнократной отраженной волны рассмотренного типа, которая зарегистрирована на пункте взрыва при горизонтально -слоистом разрезе, т. е. при распространении волны по вертикали (нормали к границе), связана с параметрами зависимостью:

$$\alpha_{кр} = \alpha_0 \frac{e^{-2n\delta_1 h_1}}{2nh_1} A^n, \alpha_0 = 1\,м, \qquad (9)$$

где $\alpha_{кр}$ -амплитуда простой кратной отраженной волны, полученной на пункте взрыва при указанных особенностях разреза; ***n*** - кратность волны.

После расчета амплитуд всех волн определяют времена их пробега по вертикали (до границы и обратно) по формуле:

$$t_{0i} = \frac{2\sum_{i=1}^{i} h_i}{V_{ср}}. \qquad (10)$$

Средняя скорость вычисляется по формуле:

$$V_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{\sum_{i=1}^{n} \Delta t_{вi}}, \qquad (11)$$

где h_i – мощности пластов;

$\Delta t_{вi} = \frac{h_i}{V_i}$ – время пробега волны в i-том пласте.

По полученным результатам строят импульсную (синтетическую) сейсмограмму, для чего от выбранного начала отсчета времен откладывают время регистрации каждой волны, определяемой по формуле (10), и в полученных точках в выбранном масштабе строят отрезки длиной, равной амплитудам соответствующих волн, которые определяются по формуле (8) для однократных отраженных волн или по формуле (9) для простых кратных отраженных волн. Импульсная сейсмограмма представлена на рисунке 2.

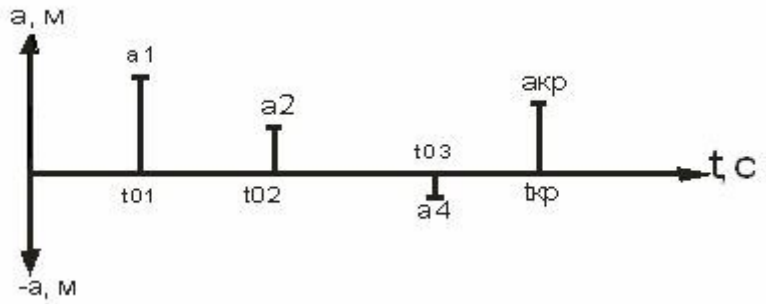


Рисунок 3.2. Импульсная сейсмограмма

Построение модели волнового поля

По результатам вычислений выбираются границы с наибольшим коэффициентом отражения и составляется упрощенная модель среды (модель волнового поля).

Используя суммарные мощности и времена пробега волны в пластах, строятся теоретические годографы ВСП. Вначале следует построить вертикальный годограф падающей волны, затем построить восходящие годографы волн, отраженных от всех границ модели. Далее все волны следует последовательно « отражать и преломлять» на границах, следя за тем, чтобы в пределах каждого пласта все падающие волны имели параллельные между собой годографы. Аналогично годографы восходящих волн также параллельны между собой и имеют наклон, равный наклону годографов падающих волн по абсолютной величине, но обратной по знаку.

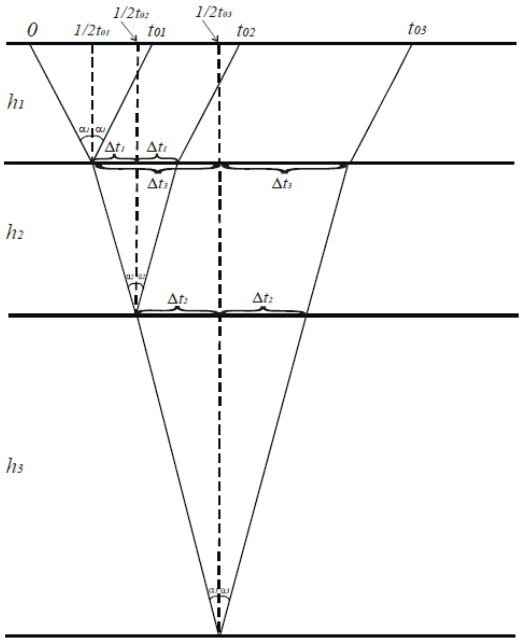


Рисунок 3.3 Модель волнового поля

В результате построений годографами падающих и восходящих волн должен быть заполнен весь треугольник на вертикальном годографе, образованный осью времен и годографами падающей и отраженной от нижней («целевой») границы волн (Рисунок 3.3).

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

Для каждой границы вычисляются коэффициенты отражения по формуле_(4).

Определяются коэффициенты двойного прохождения волн для каждой промежуточной границы (кроме последней) по формуле (7).

По формуле (8) вычисляются амплитуды однократных отраженных волн на поверхности наблюдений (в пункте возбуждения). Амплитуда точечного источника $\boldsymbol{a_0}$ = 1 м.

Определяются времена регистрации отраженных волн по формуле (10).

Определяется амплитуда кратной волны, регистрируемой на пункте взрыва по формуле (9);

$\boldsymbol{a_0}$ = 1 м (волна задается преподавателем).

Определяется время регистрации кратной волны.

Все результаты вычислений заносятся в таблицу.

№ пласта	h_i	V_i	σ_i	δ_i	A_i	C_i	t_{0i}	a_i
	(м)	(м/с)	(г/см^3)	(1/м)			(с)	(м)

Исходные данные

№ вариант	$\delta_1=10^{-2}$(1/м)			$\delta_2=10^{-3}$(1/м)			$\delta_3=5*10^{-3}$(1/м)				
	h_1	V_1	σ_1	h_2	V_2	σ_2	h_3	V_3	σ_3	V_4	σ_4
	(м)	(м/с)	(г/см^3)	(м)	(м/с)	(г/см^3)	(м)	(м/с)	(г/см^3)	(м/с)	(г/см^3)
1	310	1800	1.8	330	3500	2.2	840	4300	2.4	3400	2.3
2	410	2100	2.3	420	4100	2.4	900	4400	2.45	3500	2.35
3	370	2000	2.3	390	3800	2.45	770	4500	2.5	3700	2.6
4	340	1900	2	350	3600	2.3	870	4400	2.4	3600	2.35
5	360	2050	2.4	370	3900	2.5	800	4600	2.6	3800	2.55
6	350	2100	1.9	400	4000	2.2	750	4800	2.3	4000	2.25
7	330	1800	1.9	320	3600	2.3	780	4200	2.4	3400	2.35
8	370	2000	2.1	350	3700	2.3	740	4400	2.4	3900	2.25
9	360	1900	2	380	3900	2.35	700	4500	2.5	3600	2.3
10	380	2100	2.3	400	4100	2.4	800	4600	2.5	3500	2.2
11	320	1800	1.9	350	3800	2.2	850	4900	2.3	4000	2.4
12	38	2100	2.1	25	4000	2.3	75	4600	2.4	3900	2.5

	0			0			0				
13	350	2000	2	300	4200	2.4	700	4800	2.5	3800	2.45
14	340	1900	1.8	280	3900	2.1	800	4500	2.3	3700	2.2
15	360	2050	2	400	4100	2.2	850	5000	2.5	4000	2.45

Оформление лабораторной работы

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

Отчет должен содержать:

• Название и цель работы.

• Заполненная таблица результатами вычисления.

• 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 АРУ?

2. С чем связанно геометрическое расхождение энергии волны?

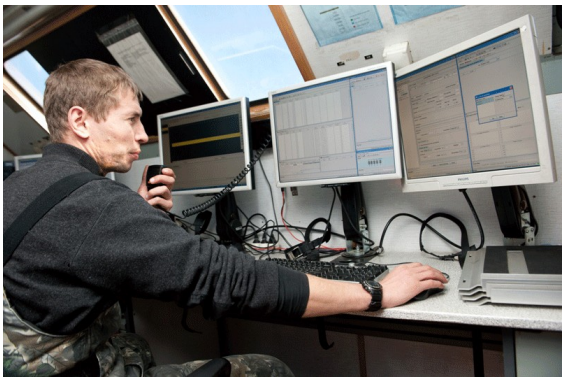
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Определение сейсмических скоростей

Цель работы: получение навыков обработки данных микросейсмокаротажа. Микросейсмокаротаж (МСК) проводится с целью изучения верхней части разреза (ВЧР), которая состоит из зоны малых скоростей (ЗМС), подстилающих пород (ПП) до линии приведения, а иногда может включать и промежуточный слой, так называемую зону пониженных скоростей (ЗПС).

Теоретические основы

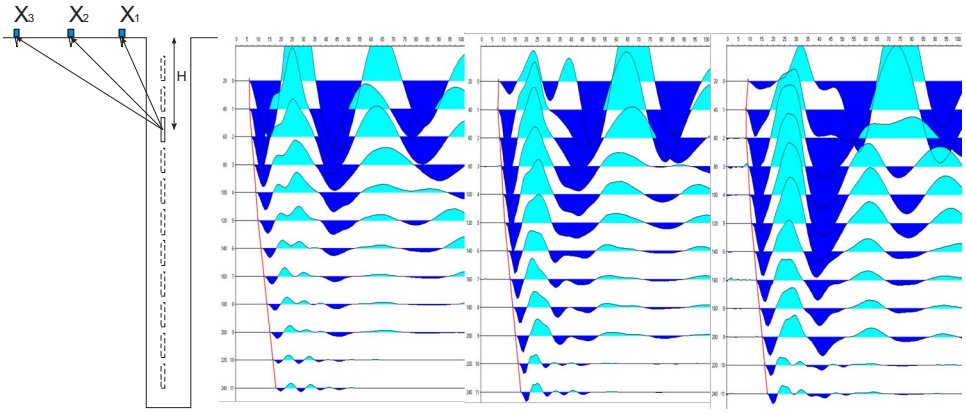
Изучение ЗМС проводится для определения оптимальной глубины заложения взрывчатого вещества, (т. к. глубина взрыва должна быть ниже подошвы ЗМС, т. е. Нвзр > Нзмс) для уменьшения потерь энергии волны ввиду того, что зона малых скоростей обладает интенсивными поглощающими свойствами; а также для расчета статических поправок при работах МОГТ.



При обращенном МСК регистрация сейсмических волн осуществляется на поверхности земли, а возбуждение на разных глубинах скважины (с шагом определенным проектом работ или достаточным для необходимой точности изучения ВЧР). При прямом МСК регистрация сейсмических волн осуществляется в скважине на разных глубинах (с определенным проектом

шагом, или достаточным для необходимой точности изучения ВЧР), а возбуждение происходит на поверхности.

Для проведения МСК бурится скважина, забой которой на 20-100 м глубже подошвы ЗМС. В идеале если изучается ВЧР до линии приведения. Около устья скважины ставятся несколько (2-6) сейсмоприемников на расстояниях от 1 до 20 м от скважины, иногда по обе стороны от нее (по профилю). В скважину опускается зонд, на котором закреплены гирлянды электродетонаторов и производятся их поочередные взрывы на разных глубинах, начиная от забоя, через 2-6 м (рис. 1.а).



а б в г

Рисунок 4.1 Микросейсмокаратаж: а) методика проведения; б) сейсмограмма на удалении 1м; в) сейсмограмма на удалении 3м; г) сейсмограмма на удалении 5м

С сейсмограммы МСК снимаются времена прихода волны к пункту приема (t_H время наблюденные), продцедура называется пикировка первых вступлений.

Наблюденное время расположенных на расстояниях от скважины, приводится к вертикальному времени t_B по формуле:

$$t_в = t_н \cdot \cos(\alpha) = \frac{t_н \cdot H}{\sqrt{H^2 + \chi^2}} \qquad (1)$$

Найденные вертикальные времена усредняются для одних и тех же глубин Н. Затем строится вертикальный годограф, который представлен отрезками прямых линий. По вертикальному годографу определяются пластовые скорости.

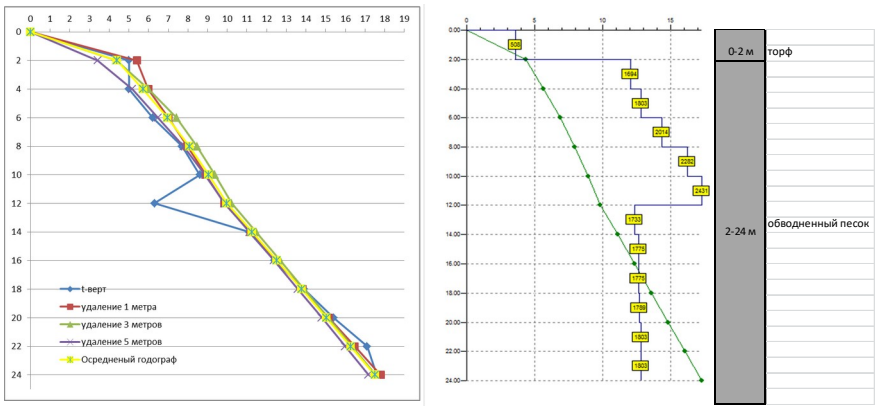


Рисунок 4.2 Вертикальный годограф

Границы пластов находятся по изломам вертикального годографа, а подошва ЗМС определяется по резкому возрастанию скорости в коренных породах:

$$V_{пл} = \frac{\Delta H}{\Delta t_{в}} \quad (2)$$

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

1. Находятся вертикальные времена по формуле (1).

2. Усредняются вертикальные времена для одних и тех же глубин Н.

3. Строится вертикальный годограф вертикальным времен.

4. Определяются мощности пластов (ЗМС, ЗПС) по изломам вертикального годографа.

5. Определяются пластовые скорости по формуле (2).

6. Результаты обработки заносятся в таблицу вычислений.

Таблица вычислений

ГЛУБИНА	X_1=1 м		X_2=3 м		X_3=5 м		tв,ср, (с)	Анализ скоростей	
Н (м)	tн (с)	tв (с)	tн (с)	tв (с)	tн (с)	tв (с)		толщина	интервальная скорость

Исходные данные

ГЛУБИНА	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
	tн (с)			tн (с)			tн (с)		
(м)	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	6.040	7.892	9.215	2.865	2.865	9.347	3.394	5.908	8.951
4	6.172	7.495	8.289	8.289	8.289	11.464	8.554	8.554	10.141
6	7.098	8.289	8.421	9.877	8.951	11.596	9.678	9.678	9.744
8	8.024	9.038	9.170	11.244	10.097	12.655	10.803	10.802	10.934
10	8.950	9.788	9.920	12.611	11.243	13.746	11.927	11.926	12.125
12	9.877	10.538	10.670	13.978	12.390	14.837	13.052	13.051	13.316
14	11.199	11.728	11.816	15.212	13.536	15.929	14.264	14.175	14.374
16	12.522	12.919	12.963	16.447	14.683	17.020	15.477	15.300	15.432
18	13.845	14.110	14.109	17.682	15.829	18.111	16.690	16.424	16.491
20	15.168	15.300	15.256	18.916	16.976	19.203	17.902	17.549	17.549
22	16.491	16.491	16.402	20.151	18.122	20.294	19.115	18.673	18.607
24	17.814	17.682	17.549	21.386	19.269	21.386	20.328	19.798	19.666

ГЛУБИНА	Вариант 4			Вариант 5			Вариант 6		
	tн (с)			tн (с)			tн (с)		
(м)	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	9.744	15.830	13.052	11.464	14.242	16.623	10.406	11.332	16.623
4	9.480	12.126	12.258	13.448	13.316	15.036	12.390	13.978	18.277
6	10.869	11.596	11.861	15.002	14.672	16.193	13.812	14.904	19.931
8	12.258	12.610	13.184	16.557	16.028	17.351	15.234	16.182	20.989
10	13.647	13.624	14.507	18.111	17.384	18.508	16.656	17.461	22.047
12	15.036	14.639	15.830	19.666	18.740	19.666	18.079	18.740	23.106
14	16.182	15.763	17.042	20.834	19.842	20.526	19.225	19.798	23.987
16	17.329	16.888	18.255	22.003	20.945	21.386	20.372	20.856	24.869
18	18.475	18.012	19.468	23.172	22.047	22.246	21.518	21.915	25.751
20	19.622	19.137	20.680	24.340	23.150	23.106	22.665	22.973	26.633
22	20.768	20.261	21.893	25.509	24.252	23.966	23.811	24.031	27.515
24	21.915	21.386	23.106	26.678	25.355	24.826	24.958	25.090	28.397

ГЛУБИНА	Вариант 7			Вариант 8			Вариант 9		
	tн (с)			tн (с)			tн (с)		
(м)	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	13.052	16.359	19.005	7.363	9.215	10.538	8.524	11.788	19.990
4	20.592	23.635	25.090	8.554	9.877	10.868	12.317	14.874	22.724
6	21.121	22.577	23.503	9.810	11.034	11.199	13.463	15.580	19.020
8	22.929	23.899	24.517	11.067	12.192	12.434	14.609	16.677	19.637
10	24.737	25.222	25.531	12.324	13.349	13.669	15.756	17.775	20.431
12	26.545	26.545	26.545	13.581	14.507	14.904	16.902	18.872	21.426
14	27.515	27.537	27.493	14.639	15.521	15.830	18.049	19.970	22.421
16	28.485	28.529	28.441	15.697	16.535	16.756	19.195	21.067	23.416
18	29.455	29.521	29.389	16.756	17.549	17.682	20.342	22.165	24.412
20	30.425	30.513	30.337	17.814	18.563	18.608	21.488	23.262	25.407
22	31.395	31.505	31.285	18.872	19.577	19.534	22.635	24.360	26.402
24	32.366	32.498	32.234	19.931	20.592	20.460	23.782	25.458	27.398

ГЛУБИНА	Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12		
	tн (с)			tн (с)			tн (с)		
(м)	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5	X_1=1	X_2=3	X_3=5
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	7.290	8.524	10.641	11.259	16.227	14.507	4.453	7.628	8.818
4	6.055	6.584	8.524	10.818	14.345	12.758	5.670	7.628	9.347
6	7.157	7.660	9.229	11.788	14.257	13.287	6.887	7.892	9.215
8	8.259	8.736	9.935	12.758	14.610	13.816	8.104	8.994	10.170
10	9.362	9.812	10.641	13.959	15.690	14.786	9.321	10.096	11.125
12	10.464	10.888	11.699	15.161	16.770	15.756	10.538	11.199	12.081
14	11.567	11.964	12.757	16.362	17.851	16.727	11.750	12.323	13.036
16	12.669	13.040	13.815	17.564	18.931	17.923	12.963	13.448	13.992
18	13.771	14.116	14.874	18.766	20.011	19.119	14.176	14.572	14.947
20	14.874	15.192	15.932	19.967	21.092	20.316	15.388	15.697	15.903
22	15.976	16.268	16.990	21.169	22.172	21.512	16.601	16.821	16.858
24	17.079	17.344	18.049	22.371	23.253	22.709	17.814	17.946	17.814

Оформление лабораторной работы

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

Отчет должен содержать:

• Название и цель работы.

• Заполненная таблица результатами вычисления.

• 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. Основные задачи решаемые по методу МСК?

2. Что такое ЗМС?

3. Запишите формулу приведения наблюденного времени к вертикальному.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Фильтрация сейсмических колебаний

Цель работы: Ознакомление с методикой расчета эффективных скоростей ВЧР на основе обработки материалов МПВ.

Теоретические основы

Участки для определения параметров верхней части разреза выбирают в различных поверхностных условиях площади, так как существует зависимость мощности и строения ЗМС от состава пород, выходящих на дневную поверхность, от рельефа дневной поверхности, наличия болот и прочих условий. Длина профилей МПВ выбирается в зависимости от предполагаемой мощности ЗМС, чтобы обеспечить прослеживание преломленной волны на расстоянии не менее половины базы приема. Для расчета используют соотношение:

$$L \geq 4\,h_{змс}\sqrt{\frac{1+\sin i}{1-\sin i}}\text{, или} \qquad L \geq 4\,h_{змс}\sqrt{\frac{V_к+V_з}{V_к-V_з}} \qquad (1)$$

где L – длина базы приема;

$h_{змс}$ – мощность ЗМС;

i – критический угол, при котором образуется преломленная (головная) волна. Величина sin$i$ определяется как отношение скорости в ЗМС ($V_з$) к скорости в подстилающих породах ($V_к$).

Чаще всего длина базы составляет 200-220 м. Обычно при регистрации прямой и преломленной волны используются времена первых вступлений. Взрывы (поверхностные или из шурфов глубиной 0,5-1,5) производят на концах базы приема для получения системы встречных годографов. Сейсмоприемники располагают неравномерно, с интервалом 5 м вблизи пунктов взрыва (ПВ), чтобы уверенно проследить прямые волны, распространяющиеся в ЗМС, и с интервалом 10 м на центральном участке базы, где регистрируются

преломленные волны от подошвы ЗМС или ЗПС. При использовании 24-канальной сейсмической станции и длине базы приема 200 м пять приемников от $ПВ_1$ и $ПВ_2$ устанавливают через 5 м друг от друга, остальные через 10 м. При 26-канальной регистрации с шагом 5 м устанавливают по 7 приборов.

При изучении ЗМС обработка материалов производится способом встречных годографов (рис. 5.1). Наблюденные годографы прямой и преломленной волны усредняются отрезками прямых, причем годографы преломленных волн должны пересекать оси времен во взаимных точках $T_{взм}$.

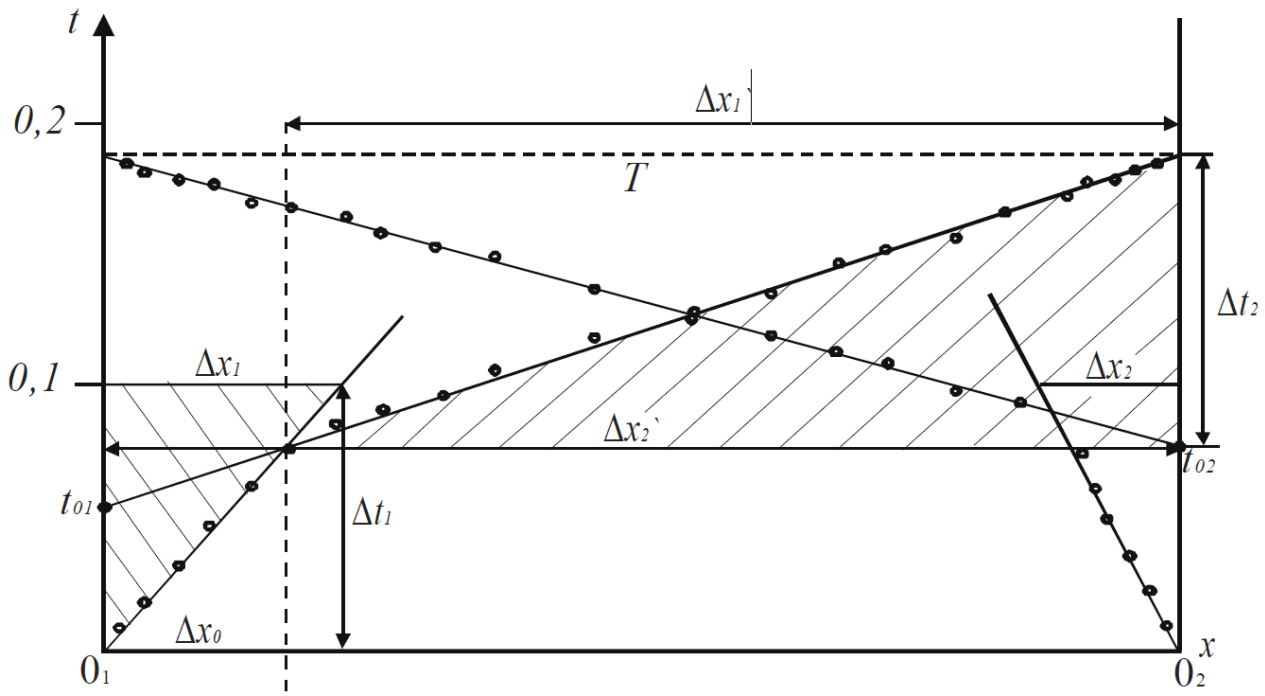


Рисунок 5.1 Система встречных годографов.

Порядок определения параметров разреза следующий:

По угловым коэффициентам годографов прямых волн определяются скорости в ЗМС:

$$V_{змс1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1},\ V_{змс2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2},$$

где Δt_1 и Δt_2 для простоты расчетов выбираются равными 0,1 с. Для дальнейших расчетов за $V_{змс}$ принимается средне арифметическое значение:

$$V_{змс} = \frac{V_{змс1} + V_{змс2}}{2}.$$

По угловым коэффициентам годографов преломленных волн определяются скорости в подстилающей среде:

$$V_{пп1} = \frac{\Delta x_1^{/}}{\Delta t_1}, \; V_{пп2} = \frac{\Delta x_2^{/}}{\Delta t_2},$$

где Δt_1 и Δt_2 для простоты расчетов выбираются также равными 0,1 с. Если скорости по годографам различаются, их нужно усреднить:

$$V_{пп} = \frac{V_{пп1} + V_{пп2}}{2}.$$

По формуле $\sin i = \frac{V_{змс}}{V_{пп}}$ определяется критический угол i.

По отрезкам t_{01} и t_{02}, отсекаемым продолжениями годографов преломленных волн на осях времен, проведенных из соответствующих пунктов взрыва, вычисляются значения эхо-глубин $h_{змс1}$ и $h_{змс2}$ до преломляющей границы:

$$h_{змс1} = \frac{V_{змс} t_{01}}{2\cos i}, \; h_{змс2} = \frac{V_{змс} t_{02}}{2\cos i}.$$

Поскольку скорости $V_{змс}$ и $V_{пп}$ постоянны, эхо-глубина пропорциональна

t_0 и $h = kt_0$, где $k = \frac{V_{змс}}{2\cos i}$.

Бывает, что на годографах первых вступлений прослеживается не одна, а две ветви с пониженными скоростями, соответствующие ЗМС и ЗПС. В таких случаях пользуются одним из двух приемов обработки: либо рассчитывают трехслойную среду ($V_{змс}$, $V_{зпс}$, $V_{пп}$, $h_{змс}$, $h_{зпс}$), либо определяют общую мощность ЗМС и ЗПС и общую скорость в ней. В практике работ используют преимущественно второй прием. Как показывают вычисления, точность его для практических целей достаточна. Прием сводится к тому, что за скорость $V_{змс}$ принимается такое значение, которое соответствует угловому коэффициенту прямой, соединяющей начало координат (ПВ) с точкой излома годографа преломленной волны. Дальнейшая обработка данных производится по описанной выше схеме.

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

1. По данным из таблиц времен первых вступлений прямой и преломлённых волн, снятых с сейсмограмм МПВ. Строят годографы первых вступлений в масштабах: горизонтальном: в 1см-2 м; вертикальном 1 см-0,01 с

2. При необходимости вводят поправки за момент взрыва.

3. Годографы усредняют отрезками прямых линий: исходящие из пунктов взрыва – годографы прямой волны, более пологие – годографы преломленной волны, которые должны быть увязаны во взаимных точках.

4. Годографы преломленной волны продолжают до пунктов взрыва, из которых они получены, и определяют t01 и t02.

5. По угловым коэффициентам годографов прямой волны определяют Vзмс1, Vзмс2 и рассчитывают среднеарифметическое значение скорости в ЗМС.

6. По годографам преломленной волны определяют скорость в подстилающих породах Vпп1, Vпп2 и рассчитывают среднеарифметическое значение Vпп.

7. Вычисляют коэффициент пропорциональности (k) для пересчета t01 и t02 эхо-глубины hзмс1 и hзмс2.

8. Строят преломляющую границу ЗМС под годографами: из каждого ПВ проводят вниз дугу окружности радиуса, равного соответствующей эхо-глубине, проводят общую касательную к элементам окружностей.

Исходные данные

Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4		
положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)
ПВ	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***
60	60	8.79	84	84	8.79	108	108	10.20	132	132	9.94
60	62	19.63	84	86	21.39	108	110	20.05	132	134	16.22
60	64	30.47	84	88	30.76	108	112	29.91	132	136	25.64
60	66	37.79	84	90	40.14	108	114	39.76	132	138	35.05
60	68	45.12	84	92	47.17	108	116	45.65	132	140	44.73
60	70	50.35	84	94	54.20	108	118	51.53	132	142	49.75
60	72	55.58	84	96	58.65	108	120	57.42	132	144	54.78
60	74	60.81	84	98	63.10	108	122	63.30	132	146	59.90
60	76	66.04	84	100	67.56	108	124	67.93	132	148	64.61
60	78	71.27	84	102	72.01	108	126	72.55	132	150	68.80
60	80	76.51	84	104	76.46	108	128	77.17	132	152	72.46
60	82	81.74	84	106	77.69	108	130	78.28	132	154	76.38

60	84	82.64	84	108	78.75	108	132	79.40	132	156	77.58
60	86	83.55	84	110	79.80	108	134	80.52	132	158	78.78
60	88	84.45	84	112	80.86	108	136	81.63	132	160	79.98
60	90	85.36	84	114	81.91	108	138	82.75	132	162	81.18
60	92	86.26	84	116	82.97	108	140	83.87	132	164	82.38
60	94	87.17	84	118	84.02	108	142	84.99	132	166	83.58
60	96	88.08	84	120	85.08	108	144	86.10	132	168	84.78
60	98	88.98	84	122	86.13	108	146	87.22	132	170	85.98
60	100	89.89	84	124	87.19	108	148	88.34	132	172	87.19
60	102	90.79	84	126	88.24	108	150	89.72	132	174	88.39
60	104	91.70	84	128	89.30	108	152	90.74	132	176	89.59
60	106	92.60	84	130	90.35	108	154	91.56	132	178	90.79
60	108	93.51	84	132	91.40	108	156	92.41	132	180	91.99
84	60	83.20	108	84	78.94	132	108	82.53	156	132	73.91
84	62	79.39	108	86	77.93	132	110	79.52	156	134	72.72
84	64	75.58	108	88	73.48	132	112	76.51	156	136	69.15
84	66	71.78	108	90	69.02	132	114	73.51	156	138	65.53
84	68	67.97	108	92	64.57	132	116	68.27	156	140	61.91
84	70	64.16	108	94	60.12	132	118	63.04	156	142	58.29
84	72	57.20	108	96	55.66	132	120	57.81	156	144	54.41
84	74	50.24	108	98	49.36	132	122	52.58	156	146	49.79
84	76	43.29	108	100	43.07	132	124	47.35	156	148	45.17
84	78	36.33	108	102	34.57	132	126	42.12	156	150	40.55
84	80	27.69	108	104	26.07	132	128	32.96	156	152	33.83
84	82	19.04	108	106	17.58	132	130	23.80	156	154	21.92
84	84	8.79	108	108	10.20	132	132	9.94	156	156	10.00

84	86	21.39	108	110	20.05	132	134	16.22	156	158	21.61
84	88	30.76	108	112	29.91	132	136	25.64	156	160	33.22
84	90	40.14	108	114	39.76	132	138	35.05	156	162	39.76
84	92	47.17	108	116	45.65	132	140	44.73	156	164	45.86
84	94	54.20	108	118	51.53	132	142	49.75	156	166	51.97
84	96	58.65	108	120	57.42	132	144	54.78	156	168	58.07
84	98	63.10	108	122	63.30	132	146	59.90	156	170	62.26
84	100	67.56	108	124	67.93	132	148	64.61	156	172	66.44
84	102	72.01	108	126	72.55	132	150	68.80	156	174	70.63
84	104	76.46	108	128	77.17	132	152	72.46	156	176	74.55
84	106	77.69	108	130	78.28	132	154	76.38	156	178	75.76
84	108	78.75	108	132	79.40	132	156	77.58	156	180	76.97
108	60	91.11	132	84	98.91	156	108	88.15	180	132	86.06
108	62	90.10	132	86	97.69	156	110	86.97	180	134	85.28
108	64	89.08	132	88	96.48	156	112	85.78	180	136	84.49
108	66	88.07	132	90	95.26	156	114	84.59	180	138	83.71
108	68	87.06	132	92	94.05	156	116	83.41	180	140	82.92
108	70	86.04	132	94	92.83	156	118	82.22	180	142	81.85
108	72	85.03	132	96	91.62	156	120	81.03	180	144	80.79
108	74	84.01	132	98	90.40	156	122	79.84	180	146	79.72
108	76	83.00	132	100	89.19	156	124	78.66	180	148	78.65
108	78	81.98	132	102	87.97	156	126	77.47	180	150	77.58
108	80	80.97	132	104	86.75	156	128	76.28	180	152	76.51
108	82	79.96	132	106	85.54	156	130	75.10	180	154	75.45
108	84	78.94	132	108	82.53	156	132	73.91	180	156	74.38
108	86	77.93	132	110	79.52	156	134	72.72	180	158	73.31

108	88	73.48	132	112	76.51	156	136	69.15	180	160	72.24
108	90	69.02	132	114	73.51	156	138	65.53	180	162	71.17
108	92	64.57	132	116	68.27	156	140	61.91	180	164	70.11
108	94	60.12	132	118	63.04	156	142	58.29	180	166	65.33
108	96	55.66	132	120	57.81	156	144	54.41	180	168	60.56
108	98	49.36	132	122	52.58	156	146	49.79	180	170	55.78
108	100	43.07	132	124	47.35	156	148	45.17	180	172	51.01
108	102	34.57	132	126	42.12	156	150	40.55	180	174	43.16
108	104	26.07	132	128	32.96	156	152	33.83	180	176	35.84
108	106	17.58	132	130	23.80	156	154	21.92	180	178	22.92
108	108	10.20	132	132	9.94	156	156	10.00	180	180	10.00

Вариант 5			Вариант 6			Вариант 7			Вариант 8		
положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)
ПВ	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***
156	156	10.00	36	36	0.00	60	60	0.00	84	84	0.00
156	158	21.61	36	38	28.90	60	62	22.31	84	86	23.88
156	160	33.22	36	40	41.68	60	64	43.36	84	88	40.84
156	162	39.76	36	42	54.46	60	66	57.02	84	90	57.39
156	164	45.86	36	44	67.23	60	68	70.69	84	92	73.94

156	166	51.97	36	46	80.01	60	70	84.36	84	94	90.48
156	168	58.07	36	48	92.79	60	72	98.02	84	96	100.35
156	170	62.26	36	50	105.56	60	74	107.76	84	98	110.21
156	172	66.44	36	52	114.36	60	76	117.50	84	100	120.08
156	174	70.63	36	54	123.16	60	78	127.24	84	102	129.94
156	176	74.55	36	56	131.95	60	80	136.98	84	104	139.81
156	178	75.76	36	58	140.75	60	82	146.72	84	106	149.67
156	180	76.97	36	60	149.55	60	84	156.46	84	108	159.54
156	182	78.17	36	62	158.34	60	86	165.36	84	110	169.40
156	184	79.38	36	64	167.14	60	88	174.26	84	112	179.27
156	186	80.59	36	66	175.94	60	90	183.16	84	114	189.13
156	188	81.80	36	68	184.73	60	92	192.06	84	116	193.39
156	190	83.00	36	70	193.53	60	94	200.97	84	118	197.65
156	192	84.21	36	72	202.33	60	96	207.98	84	120	201.91
156	194	85.42	36	74	206.83	60	98	212.29	84	122	206.17
156	196	86.63	36	76	211.33	60	100	216.60	84	124	210.43
156	198	87.83	36	78	215.84	60	102	220.91	84	126	214.69

156	200	89.04	36	80	220.34	60	104	225.22	84	128	218.94
156	202	90.25	36	82	224.84	60	106	229.53	84	130	223.20
180	156	74.38	36	84	229.35	60	108	233.83	84	132	227.46
180	158	73.31	60	36	149.55	84	60	145.78	108	84	157.72
180	160	72.24	60	38	141.06	84	62	138.24	108	86	148.92
180	162	71.17	60	40	132.58	84	64	130.70	108	88	140.12
180	164	70.11	60	42	124.10	84	66	123.16	108	90	131.32
180	166	65.33	60	44	115.62	84	68	115.62	108	92	122.53
180	168	60.56	60	46	107.13	84	70	104.31	108	94	109.24
180	170	55.78	60	48	98.65	84	72	93.00	108	96	95.96
180	172	51.01	60	50	86.29	84	74	81.69	108	98	82.67
180	174	43.16	60	52	73.94	84	76	70.37	108	100	69.39
180	176	35.84	60	54	61.58	84	78	55.92	108	102	56.10
180	178	22.92	60	56	41.05	84	80	41.47	108	104	42.82
180	180	10.00	60	58	20.53	84	82	27.02	108	106	29.53
180	182	22.17	60	60	0.00	84	84	0.00	108	108	0.00
180	184	34.34	60	62	22.31	84	86	23.88	108	110	27.02

180	186	41.18	60	64	43.36	84	88	40.84	108	112	40.00
180	188	48.02	60	66	57.02	84	90	57.39	108	114	52.99
180	190	54.86	60	68	70.69	84	92	73.94	108	116	65.98
180	192	61.70	60	70	84.36	84	94	90.48	108	118	78.96
180	194	68.27	60	72	98.02	84	96	100.35	108	120	91.95
180	196	71.87	60	74	107.76	84	98	110.21	108	122	104.93
180	198	75.47	60	76	117.50	84	100	120.08	108	124	114.48
180	200	79.06	60	78	127.24	84	102	129.94	108	126	124.04
180	202	82.66	60	80	136.98	84	104	139.81	108	128	133.59
204	156	93.10	60	82	146.72	84	106	149.67	108	130	143.14
204	158	92.09	60	84	156.46	84	108	159.54	108	132	152.69
204	160	91.08	84	36	216.78	108	60	229.29	132	84	236.26
204	162	90.08	84	38	213.01	108	62	224.66	132	86	231.86
204	164	89.07	84	40	208.61	108	64	220.04	132	88	227.46
204	166	88.06	84	42	204.21	108	66	215.41	132	90	223.06
204	168	87.06	84	44	199.81	108	68	210.78	132	92	218.66
204	170	86.05	84	46	195.42	108	70	206.15	132	94	212.29

204	172	85.04	84	48	191.02	108	72	201.53	132	96	205.92
204	174	84.03	84	50	183.48	108	74	196.90	132	98	199.54
204	176	83.03	84	52	175.94	108	76	192.27	132	100	193.17
204	178	82.02	84	54	168.40	108	78	184.11	132	102	186.80
204	180	81.01	84	56	160.86	108	80	175.31	132	104	180.43
204	182	80.01	84	58	153.32	108	82	166.51	132	106	174.05
204	184	79.00	84	60	145.78	108	84	157.72	132	108	163.72
204	186	75.40	84	62	138.24	108	86	148.92	132	110	153.39
204	188	71.81	84	64	130.70	108	88	140.12	132	112	143.05
204	190	68.21	84	66	123.16	108	90	131.32	132	114	132.72
204	192	64.61	84	68	115.62	108	92	122.53	132	116	122.39
204	194	56.94	84	70	104.31	108	94	109.24	132	118	112.06
204	196	49.27	84	72	93.00	108	96	95.96	132	120	101.72
204	198	41.59	84	74	81.69	108	98	82.67	132	122	91.39
204	200	25.80	84	76	70.37	108	100	69.39	132	124	81.06
204	202	10.00	84	78	55.92	108	102	56.10	132	126	65.77
			84	80	41.47	108	104	42.82	132	128	50.48

			84	82	27.02	108	106	29.53	132	130	35.19
			84	84	0.00	108	108	0.00	132	132	0.00

Вариант 9			Вариант 10		
положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)	положение пикета от начала профиля (м)		время регистрации первого вступления (с)
ПВ	***ПП***	***t***	***ПВ***	***ПП***	***t***
108	108	0.00	252	252	0.00
108	110	27.02	252	254	15.33
108	112	40.00	252	256	30.66
108	114	52.99	252	258	45.99
108	116	65.98	252	260	61.33
108	118	78.96	252	262	76.66
108	120	91.95	252	264	85.99
108	122	104.93	252	266	95.32
108	124	114.48	252	268	104.64
108	126	124.04	252	270	113.97
108	128	133.59	252	272	123.30
108	130	143.14	252	274	132.63
108	132	152.69	252	276	141.96
108	134	161.17	252	278	151.29
108	136	169.65	252	280	160.62
108	138	178.14	252	282	169.94
		186.62	252	284	179.27

108	142	195.10	252	286	188.60
108	144	203.58	252	288	198.24
108	146	208.49	252	290	203.10
108	148	213.39	252	292	207.96
108	150	218.29	252	294	212.83
108	152	223.19	252	296	217.69
108	154	228.09	252	298	222.55
108	156	232.99	252	300	227.42
132	108	163.72	252	302	232.28
132	110	153.39	252	304	236.28
132	112	143.05	252	306	238.50
132	114	132.72	252	308	240.72
132	116	122.39	276	252	154.57
132	118	112.06	276	254	146.28
132	120	101.72	276	256	137.98
132	122	91.39	276	258	129.69
132	124	81.06	276	260	121.40
132	126	65.77	276	262	113.10
132	128	50.48	276	264	100.85
132	130	35.19	276	266	88.60
132	132	0.00	276	268	74.14
132	134	31.42	276	270	59.69
132	136	54.67	276	272	45.24
132	138	66.13	276	274	21.99
132	140	77.60	276	276	0.00

132	142	89.07	276	278	19.79
132	144	100.54	276	280	39.59
132	146	109.71	276	282	52.60
132	148	118.88	276	284	65.62
132	150	128.06	276	286	78.63
132	152	137.23	276	288	91.65
132	154	146.40	276	290	104.66
132	156	155.58	276	292	117.68
156	108	225.13	276	294	130.70
156	110	220.35	276	296	139.30
156	112	215.58	276	298	147.91
156	114	210.80	276	300	156.52
156	116	206.03	300	252	251.34
156	118	201.25	300	254	246.69
156	120	196.47	300	256	242.04
156	122	191.70	300	258	237.39
156	124	183.64	300	260	232.74
156	126	175.57	300	262	228.09
156	128	167.51	300	264	218.62
156	130	159.44	300	266	209.14
156	132	151.38	300	268	199.67
156	134	143.32	300	270	190.20
156	136	135.25	300	272	180.72
156	138	127.19	300	274	171.25
156	140	119.13	300	276	161.78
156	142	111.06	300	278	152.30

156	144	103.00	300	280	142.83
156	146	94.93	300	282	133.35
156	148	78.81	300	284	123.88
156	150	62.68	300	286	114.41
156	152	46.55	300	288	104.93
156	154	26.00	300	290	89.60
156	156	0.00	300	292	74.27
			300	294	58.94
			300	296	43.61
			300	298	28.28
			300	300	0.00

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший лабораторную 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 листе 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. Назначение и основные модификации метода преломленных волн.

2. Способы возбуждения при регистрации, по методу преломленных волн.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Контроль качества полевого материала

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.

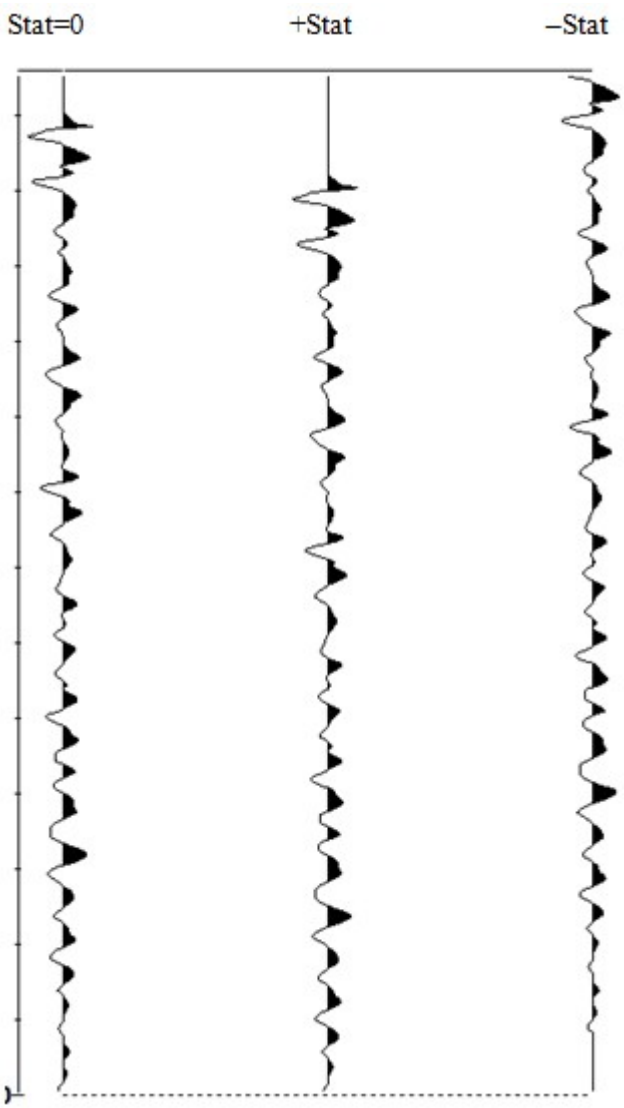


Рисунок 1.

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

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

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

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

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 Elevetion».

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) $\mathrm{Alt}_{\mathrm{sou}}$ которая вычисляется по формуле:

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

Где $\boldsymbol{Alt_{sps}}$ – 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:

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

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

Зная расстояние и используя скорость упругих волн в среде от альтитуды заложения ВВ до линии приведения $\mathbf{V}_{\mathrm{is}}$, 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:

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

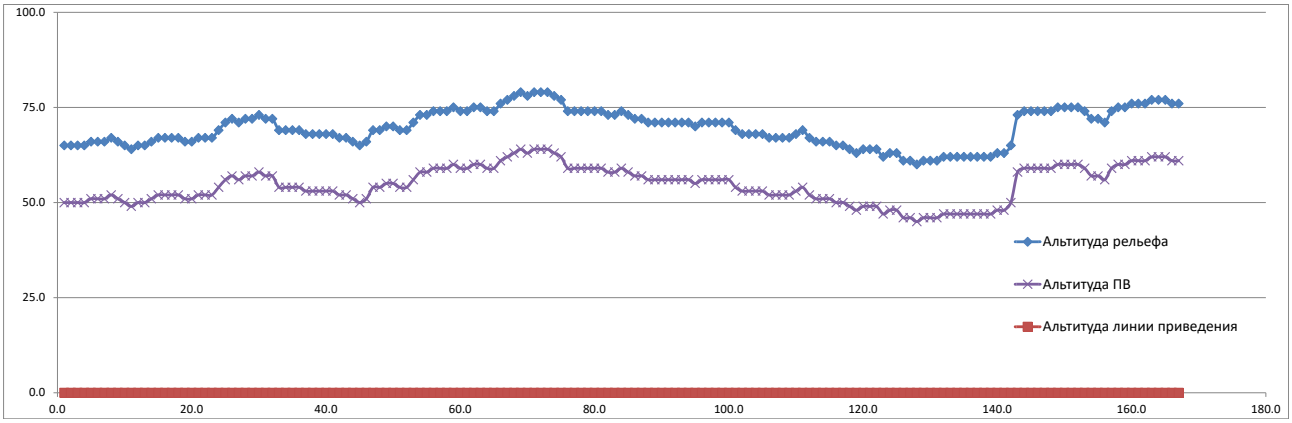


Рисунок .1 Двухслойная модель разреза ВЧР

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:

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

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 указанно в формуле (2).

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

$$Stat_{Rec} = \frac{H_{пп}}{V_{пп}} + \frac{H_{змс}}{V_{змс}} \qquad (7)$$

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

$V_{пп}$ и $V_{змс}$ – скорости распространения волны в подстилающих породах и в ЗМС. Как правило, пункты приема расположены над линией приведения, при расчете $H_{пп}$ 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:

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

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).

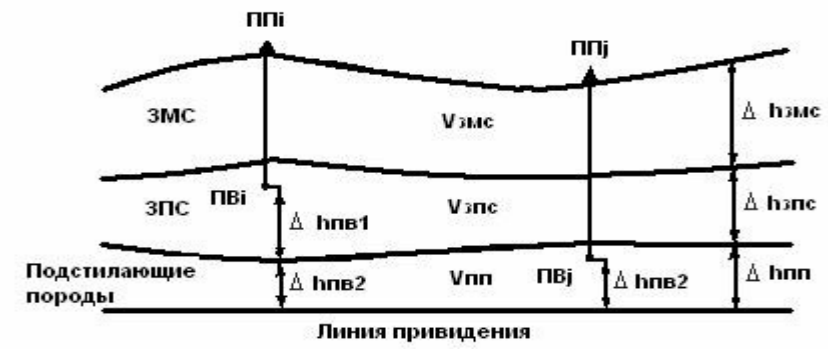


Рисунок 2. Трехслойный разрез ВЧР

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 Δθст , выявление и устранение которого является задачей второго этапа ввода статических поправок – этапа коррекции (уточнения) Δtст . Остаточный сдвиг обычно принято представлять суммой низкочастотной Δθст′ и высокочастотной Δθст′′ компонент:

$$\Delta\theta_{cm} = \Delta\theta'_{cm} + \Delta\theta''_{cm} .$$

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);

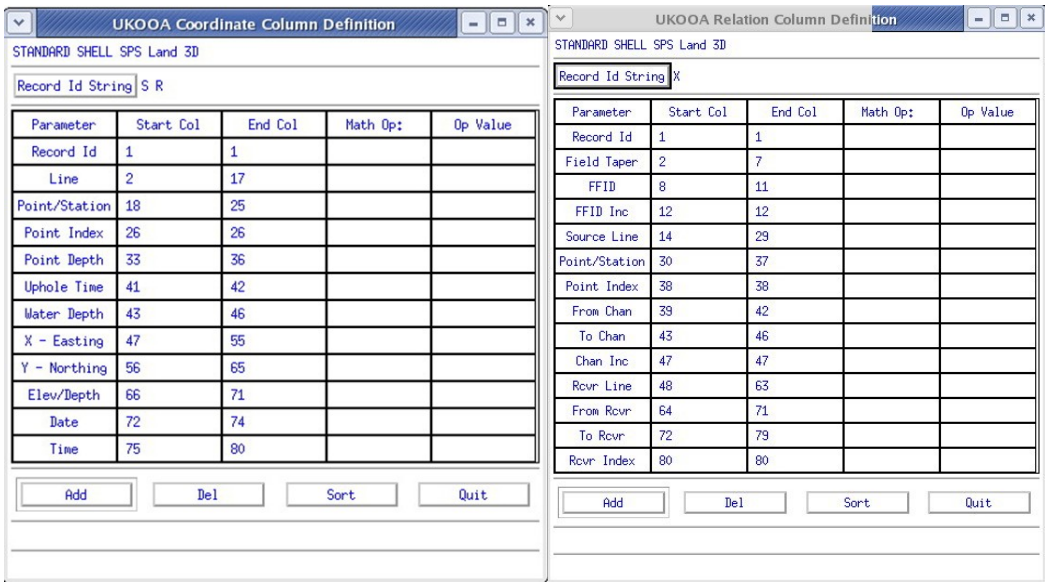
вертикальное время и.т.д.

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.



(а) (б)

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

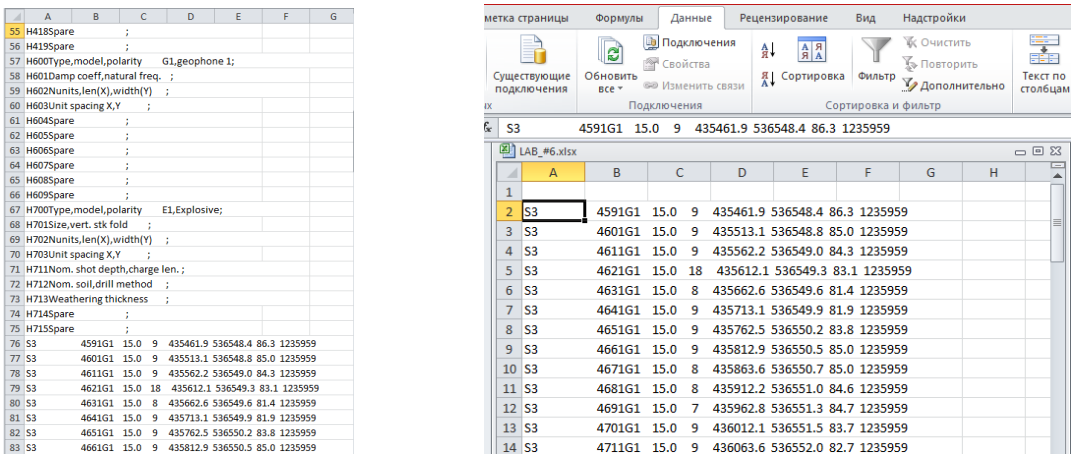
Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

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).



(а) (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	Вертикальное время	X	Y	Z	$\Delta t_{пв}$	Линия ПП	ПП	X	Y	Z	$\Delta t_{пп}$	$\Delta t_{ст}$

Построить нивелировочный разрез по данным описывающим положение пунктов приема (ПП), и пунктов возбуждения (ПВ). Рассчитать и нанести на него сведенья о положение 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 $\Delta t_{пв}$,

$\Delta t_{пп}$ и $\Delta t_{ст}$.

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 лабораторную 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 находиться на поверхности.

3. Запишите формулу общей статической поправки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Интерпретация данных метода первых волн

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 сква-жинный сейсмоприемник в специальном корпусе или сейсмокаротажный зонд из шести сейсмоприемников (рис. 9). Скважинный сейсмоприемник (зонд) пе-ремещается 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 про-изводится 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 ($t_н$).

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 ин-тервалах глубин, в зависимости от удаления ПВ.

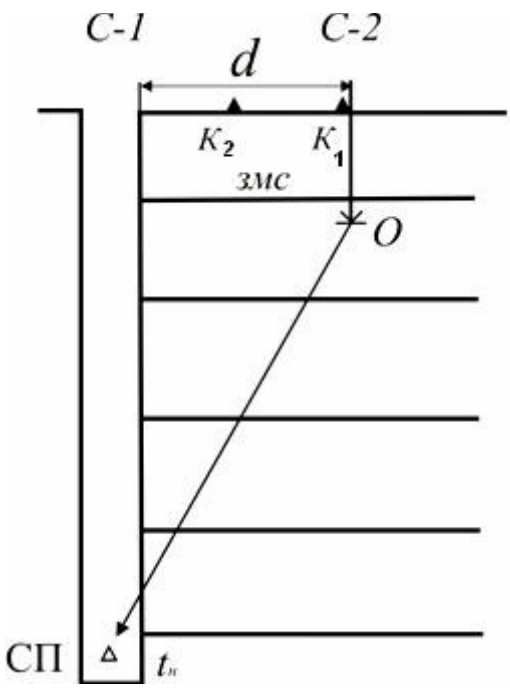


Рисунок 7.1 Методика проведения работ: СП – сейсмоприемник; *О* – источник; K_1, K_2 – контрольные сейсмоприемники; *С*-1, *С*-2 – каротируемая и взрывная скважины; *d* – расстояние между взрывной и каротируемой скважинами

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 (к1) расположен вблизи устья взрывной скважины и регистрирует время пробега волны вдоль ствола (tк1). Второй (к2) устанавливается между каротируемой и взрывной скважинами на таком удалении, чтобы небольшие изменения глубины взрыва не сказывались на величине времени пробега к нему прямой волны (tк2).

Постоянство tк2 от взрыва к взрыву, т. о., объясняется только погрешностью отметки момента взрыва. На величину tк1 влияют глубина и момент взрыва.

Методика обработки данных сейсмокаротажа. В процессе обработки данных сейсмокаротажа условия первого взрыва принимают за исходные, а время $t_{к1}^{*}$ и $t_{к2}^{*}$, соответствующие ему, считаются лишенными погрешности. Затем находят разности

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

где $(t_{к1})_i$, $(t_{к2})_i$ – времена прихода волны к контрольным сейсмоприемникам

при расположении скважинного зонда на глубине H_i;

$t_{к1}^{*}$, $t_{к2}^{*}$ – времена прихода волны к контрольным сейсмоприемникам при первом взрыве ($H = H_{\max}$).

Очевидно, что:

$Дt_{к1} = Дt_h + Дt_м$, (25)

где $Дt_h$ и $Дt_м$ – поправки за глубину и момент взрыва, причем

$Дt_м = Дt_{к2}$.

Из выражения (25) следует:

$Дt_h = Дt_{к1} - Дt_{к2}$. (26)

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

$t_{исп} = t_н + Дt_м - Дt_h$. (27)

Поправки $Дt_h$ и $Дt_м$ 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:

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

где *в* – 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:

$$V_{ср} = \frac{H}{t_в}. \qquad (29)$$

Далее строится график зависимости $t_в$ *(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 верти-кального годографа соответствуют границам пластов. Пластовая скорость определяется как отношение мощности пласта Д*H* к приращению времени $Дt_в$ на соответствующем прямолинейном участке вертикального годографа:

$$V_{пл} = \frac{\Delta H}{\Delta t_в}. \qquad (30)$$

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.

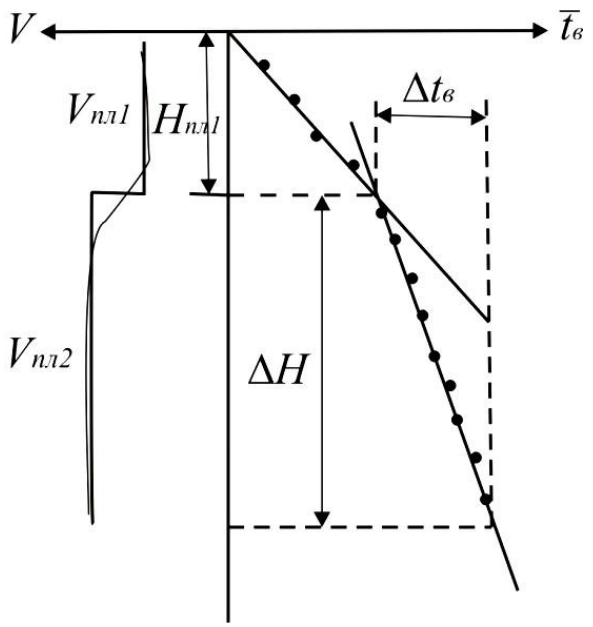


Рисунок 7.2 Результат обработки данных сейсмокаротажа

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 $Дt_м$ и глуби-ну взрывной скважины $Дt_h$.

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

По формуле (28) вычисляются вертикальные времена $t_в$ и строится вертикальный годограф $t_в$ = ŕ*(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

, м	, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, с	$Дt_{к1}$, с	$Дt_{к2}$, с	$Дt_h$, с	$t_{исп}$, с	$_в$,	$_{ср}$, /с

Исходные данные

Вариант 1

$d = 400$ м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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	$t_н$, 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 м

№ п/п	H, м	h, м	$t_н$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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 м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, с	$t_{к1}$, с	$t_{к2}$, 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

$d = 80$ м

№п/п	H, м	h, м	$t_н$, 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 лабораторную 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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Анализ результатов сейсмических исследований и способы их представления

Цель работы: приобретение навыков вычисления эффективной скорости, по методу встречных годографов.

Теоретические основы

Для определения эффективной скорости этим способом используются встречные годографы отраженной волны. Скорость определяется по угловому коэффициенту разностного годографа:

$$\theta(x)=t_1(x)-t_2(x) \qquad (1)$$

Здесь $t_1(x)$ прямой годограф для пункта возбуждения O_1 (1, рис. 10а):

$$t_1(x)=\frac{1}{v}\sqrt{x^2+4h_1^2-4h_1 x sin\varphi} \qquad (2)$$

$t_2(x)$ – встречный годограф (2, рис. 10а) для пункта возбуждения O_2, отстоящего от пункта O_2 на расстоянии *L*, записанный в той же системе координат, что и прямой годограф:

$$t_2(x)=\frac{1}{v}\sqrt{(x-l)^2+4h_1^2-4h_1(x-l)sin\varphi} \qquad (3)$$

В этих выражениях годографов h_1 и h_2 – эхо-глубина границы под пунктами возбуждения, связанные между собой соотношением:

$$h_2=h_1-L\sin\varphi \qquad (4)$$

(Во всех выражениях угол φ - угол наклона границы)

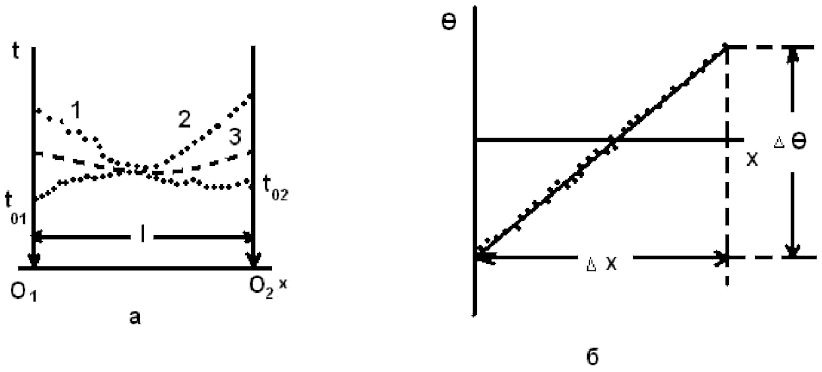


Рисунок 8.1 а – исходные встречные годографы с нанесенной линией средних арифметических времен $\tau(x)$; б – разностный годограф

На пунктах возбуждения времена равны: для прямого годографа

$t_{01}=\frac{2h_1}{v}$, для встречного годографа $t_{02}=\frac{2h_2}{v}$

Разностный годограф можно описать уравнением

$$\theta(x)=\left(\frac{l}{V^2\tau(x)}-\frac{(t_{01}-t_{02})^2}{2l\tau(x)}\right)x-\frac{l^2(1-4\sin\varphi)}{2\tau(x)} \qquad (5)$$

Здесь $\tau(x)$– среднее арифметическое для прямого и встречного годографов

$$\tau(x)=\frac{t_1(x)+t_2(x)}{2} \qquad (6)$$

На рис. 1а построены прямые (1) и встречные (2) годографы, разностный годограф (рис. 1б) и линия средних арифметических времен (3, рис. 1а) годографов для плоской границы раздела. Как видно из рис. 10, среднее арифметическое (рис. 10а) изменяется слабо (что справедливо для расстояния между ПВ меньшего, чем эхо-глубины границы). Поэтому приближенно можно считать, что

$$\tau(x)\approx const=\tau_{cp}=\frac{\tau_{min}+\tau_{max}}{2} \qquad (7)$$

т. е. принять его за константу, равную среднему значению $\tau(x)$ на интервале наблюдения.

При таком подходе разностный годограф описывается уравнением прямой линии:

$$\theta(x)=k_\theta x+c \qquad (8)$$

Угловой коэффициент этой линии равен:

$$k_\theta=\left(\frac{\Delta\theta}{\Delta x}\right)=\frac{l}{V^2\tau_{cp}}-\frac{(t_{01}-t_{02})^2}{2l\tau_{cp}} \qquad (9)$$

Из этого выражения можно вычислять эффективную скорость:

$$V=\sqrt{\frac{l}{\frac{\Delta\theta}{\Delta x}\tau_{cp}+\frac{(t_{01}-t_{02})^2}{2l}}} \qquad (10)$$

Если угол наклона границы невелик, то $t_{01}\approx t_{02}$, и скорость определяется по упрощенной формуле

$$V=\sqrt{\frac{l\Delta x}{\tau_{cp}\Delta\theta}} \qquad (11)$$

Практически процедура определения эффективной скорости сводится к построению по встречным годографам разностного годографа $\theta(x)$ и линии среднего арифметического $\tau(x)$, определению углового коэффициента по графику $\theta(x)$ и среднего значения по графику $\tau(x)$ и вычислению скорости по формуле (11).

Достоинством способа разностного годографа является практическое отсутствие влияния искажений времен из-за пересеченного рельефа и изменчивость зоны малых скоростей, а также его небольшая трудоемкость.

Инструктаж по технике безопасности приведен в Приложении 1.

Порядок выполнения работы

Для построения встречных годографов используются не усреднённые годографы отраженных волн в соответствии с вариантом.

По годографам определяются времена t_1 и t_2 для всех x и находятся их разности $\theta = t_1 - t_2$. Результаты записываются в таблицу.

x	t_1	t_2	θ

На миллиметровой бумаге строится график $\theta(x)$, который усредняется прямой линией (рис. 1б). График строится в тех же масштабах, что и годографы.

По полученной прямой линии определяют ее угловой коэффициент $\frac{\Delta\theta}{\Delta x}$, рекомендуется брать $\Delta x = l$.

На плоскости годографов строится линия $\tau(x)$, для чего на концах расстановки (на пунктах взрыва) находятся значения τ. Линию $\tau(x)$ (рис. 1а) проводят через найденные точки и точку пересечения годографов, посередине между последними.

Определяют τ как среднее арифметическое максимального и минимально-го значения τ которое находят по линии $\tau(x)$.

По формуле (11) определяют эффективную скорость, подставляя найденные значения $\Delta\theta, \Delta x, \tau$ и, если необходимо, $t_{01}, t_{02} u l$.

Исходные данные

Годографы отраженных волн

ПК	Вариант 1		Вариант 2	
	t_1, с	t_2, с	t_1, с	t_2, с
6.25	0,534	0,612	0,623	0,687
6.50	0,535	0,607	0,624	0,685
7.00	0,538	0,599	0,625	0,680
7.50	0,541	0,590	0,627	0,671
8.00	0,545	0,582	0,629	0,664
8.50	0,550	0,575	0,633	0,659
9.00	0,556	0,567	0,638	0,653
9.50	0,563	0,560	0,644	0,647
10.00	0,570	0,553	0,649	0,643
10.50	0,578	0,547	0,655	0,639
11.00	0,586	0,542	0,660	0,635
11.50	0,594	0,538	0,669	0,631
12.00	0,605	0,535	0,678	0,628
12.50	0,612	0,532	0,687	0,625

ПК	Вариант 3		Вариант 4	
	t_1, с	t_2, с	t_1, с	t_2, с
18,75	0,542	0,625	0,638	0,706
19,00	0,543	0,622	0,637	0,702
19,50	0,545	0,617	0,639	0,694
20,00	0,547	0,610	0,641	0,686

20,50	0,550	0,601	0,644	0,675
21,00	0,554	0,593	0,647	0,669
21,50	0,561	0,588	0,651	0,663
22,00	0,569	0,581	0,655	0,658
22,50	0,577	0,575	0,661	0,653
23,00	0,584	0,570	0,667	0,649
23,50	0,591	0,564	0,676	0,644
24,00	0,600	0,559	0,686	0,640
24,50	0,612	0,552	0,697	0,637
25,00	0,624	0,548	0,707	0,634

ПК	Вариант 5		Вариант 6	
	t_1, с	t_2, с	t_1, с	t_2, с
30,50	0,540	0,632	0,624	0,704
31,00	0,543	0,626	0,629	0,692
31,50	0,547	0,620	0,631	0,690
32,00	0,552	0,611	0,634	0,685
32,50	0,556	0,604	0,639	0,678
33,00	0,562	0,596	0,643	0,672
33,50	0,568	0,588	0,648	0,665
34,00	0,575	0,581	0,653	0,660

34,50	0,581	0,571	0,658	0,654
35,00	0,587	0,565	0,664	0,649
35,50	0,596	0,559	0,669	0,643
36,00	0,603	0,553	0,676	0,639
36,50	0,611	0,548	0,683	0,633
37,00	0,621	0,543	0,692	0,628
37,50	0,630	0,540	0,702	0,624

ПК	Вариант 7		Вариант 8	
	t_1, с	t_2, с	t_1, с	t_2, с
40.25	0,554	0,632	0,643	0,707
40.50	0,555	0,627	0,644	0,705
41.00	0,558	0,619	0,645	0,700
41.50	0,561	0,610	0,647	0,691
42.00	0,565	0,602	0,649	0,684
42.50	0,570	0,595	0,653	0,679
43.00	0,576	0,587	0,658	0,673
43.50	0,583	0,580	0,664	0,667
44.00	0,590	0,573	0,669	0,663
44.50	0,598	0,567	0,675	0,659
45.00	0,606	0,562	0,680	0,655
45.50	0,614	0,558	0,689	0,651
46.00	0,625	0,555	0,698	0,648
46.50	0,632	0,552	0,707	0,645

ПК	Вариант 9		Вариант 10	
	t_1, с	t_2, с	t_1, с	t_2, с
48,75	0,642	0,725	0,738	0,806
49,00	0,643	0,722	0,737	0,802
49,50	0,645	0,717	0,739	0,794
50,00	0,647	0,710	0,741	0,786
50,50	0,650	0,701	0,744	0,775

51,00	0,654	0,693	0,747	0,769
51,50	0,661	0,688	0,751	0,763
52,00	0,669	0,681	0,755	0,758
52,50	0,677	0,675	0,761	0,753
53,00	0,684	0,670	0,767	0,749
53,50	0,691	0,664	0,776	0,744
54,00	0,700	0,659	0,786	0,740
54,50	0,712	0,652	0,797	0,737
55,00	0,724	0,648	0,807	0,734

Оформление лабораторной работы

Каждый студент, выполнивший лабораторную 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 или подобных, либо на миллиметровой бумаге в указанных масштабах.

Контрольные вопросы

1. К чему практически сводится процедура определения эффективной скорости, если угол наклона границы невелик?

2. Достоинство способа разностного годографа?

3. Напишите упрощенную формулу расчета эффективной скорости, если угол наклона границы невелик.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Графы и системы обработки и интерпретации сейсмической информации

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:

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

откуда кинематическая поправка:

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

где $t_0 = \frac{2h}{v}$

Кинематическая поправка вычитается из наблюденного времени $t_н$:

$$t_{исп} = t_н - \Delta t_k \approx t_0 \qquad (40)$$

где $t_{исп}$ – исправленное время.

Исправленное время относятся 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°.

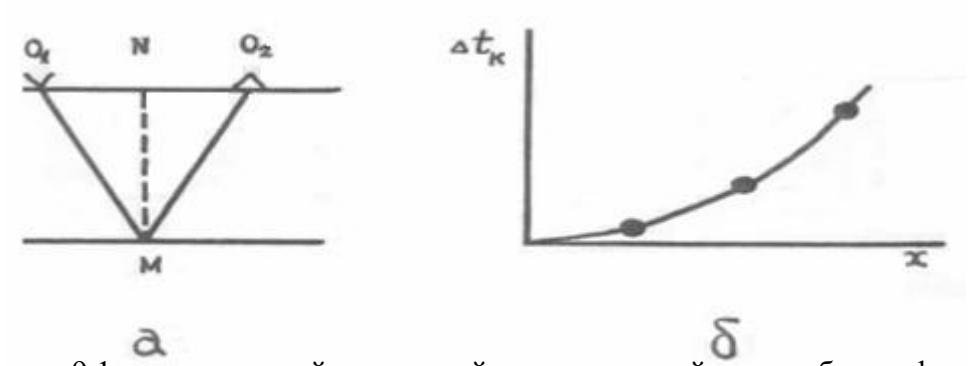
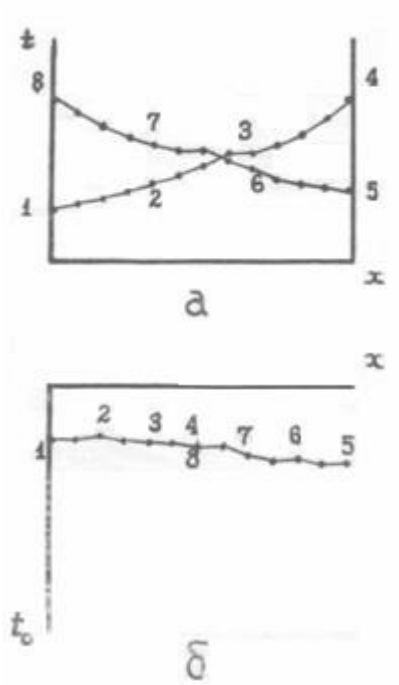


Рисунок 9.1 а– ход лучей падающей и отраженной волн; б– график изменения кинематической поправки



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 t0(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 (*Vэф*)

1. По формуле (39) рассчитываются кинематические поправки для трех расстояний x которые указываются в таблице. Для расчетов используются усредненные значения t0 (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 наблюденные 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 лабораторную 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?

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 блесткости;
- 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 видеоманиторами (в направлении тыла поверхности одного видеоманитора и экрана другого видеоманитора) должно быть не менее 2.0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеоманиторов - 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 появление не характерного для работы ПЭВМ шума;
- при появлении дыма или запаха, характерного для горящей 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. Закрыть активные задачи.

5.2. Убедиться, что в дисководе 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 полезный 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 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Обработка и интерпретация данных сейсморазведки

Специальность 21.05.02 Прикладная геология
Специализация Геология месторождений нефти и газа

Содержание

ВВЕДЕНИЕ		
1	Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины	
2	План-график выполнения самостоятельной работы	
3	Методические рекомендации по изучению теоретического материала	
4	Методические рекомендации по организации работы с литературой	
5	Критерии оценивания компетенций	

ВВЕДЕНИЕ

Современные стандарты подготовки специалистов предусматривают значительный объем внеаудиторной работы. Освоение программы курса предполагает получение, как теоретических знаний, так и формирование навыков практической работы. Поэтому самостоятельная работа в рамках курса ориентирована как на теоретический, так и на практический аспект.

Самостоятельная работа студентов – это выполнение теоретических и практических заданий студентами по усвоению изучаемой дисциплины «Сейсморазведка».

Дидактические цели самостоятельных занятий:

• формирование профессиональных умений;

• формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;

• мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению специальности;

• развитие самостоятельности мышления;

• формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации;

• овладение технологическим учебным инструментом.

Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала.

Методическое обеспечение самостоятельной работы дисциплине состоит из:

1) Определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;

2) Подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;

3) Поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;

4) Определения контрольных вопросы, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;

5) Организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у студентов затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

• уяснение цели и поставленной учебной задачи;

• четкое и системное планирование самостоятельной работы;

• поиск необходимой учебной и научной информации;

• освоение собственной информации и ее логическая переработка;

• использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;

• выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;

• представление, обоснование и защита полученного решения;

• проведение самоанализа и самоконтроля

1 Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки»

Цель дисциплины: формирование ОПК-10.

Задачи дисциплины:

- Формирование знаний о способах решения прямой и обратной задач сейсморазведки;
- Формирование знаний о базовых принципах обработки и интерпретации сейсморазведочных данных;
- Формирование навыков осуществления обработки и интерпретации сейсморазведочных данных.

Дисциплина Б1.О.38 «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» относится к дисциплинам обязательной части. Ее освоение происходит в 7 семестре.

Основными видами самостоятельной учебной деятельности студентов являются:

1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал.

2) своевременная доработка конспектов лекций;

3) подбор, изучение, анализ и при необходимости – конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам;

4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;

5) подготовка к контрольным занятиям и экзамену;

6) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

Виды самостоятельной работы по дисциплине «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» могут быть разделены на основные (аудиторные) и дополнительные (внеаудиторные).

Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит практические занятия в студенческой группе.

Дополнительные (внеаудиторные) виды самостоятельной работы выполняются по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Дополнительные виды самостоятельной работы по дисциплине «Сейсморазведка» рекомендуются тем студентам, которые наиболее заинтересованы в изучении этой дисциплины.

К основным (обязательным) видам самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» относится:

а) самостоятельное изучение теоретического материала;

б) подготовка к лабораторным работам

в) подготовка к практическим занятиям

г) подготовка к экзамену.

2 План-график самостоятельной работы студентов по дисциплине «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки»

Виды и содержание самостоятельной работы; формы их контроля

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Обьем часов
Подготовка к лекциям	Конспект	Устный опрос	35
Подготовка к лабораторным работам	Отчет о выполненных работах	Защита отчетов	55
Итого за 7 семестр			**90**

3 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лекционные, практические и лабораторные занятия, промежуточный и итоговый контроль, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы студента.

Источниками для самостоятельного изучения теоретического курса по дисциплине «Обработка и интерпретация данных сейсморазведки» выступают:

- учебники по предмету;
- курсы лекций по предмету;
- учебные пособия по отдельным темам;
- научные статьи в периодической геологической печати и рекомендованных сборниках;
- научные монографии.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к практическим занятиям.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам. Умение студентов быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий и научной работы, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к семинарским, лабораторным занятиям, при написании курсовых работ, научных рефератов.

Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет студентам усваивать изучаемый материал более глубоко, меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении заданий. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

При подготовке к лекциям-беседам тема сообщается студентам заранее. Участники дискуссии делятся на группы по 8 человек, в течение 10—15 мин подготавливают свой вариант решения проблемы. Следующим этапом дискуссии является выступление представителей от каждой группы из 8 человек и защиты своего варианта решения. В конце общего обсуждения ведущий подводит итоги дискуссии, дает оценку совместно найденного варианта решения.

4 Методические рекомендации по организации работы с литературой

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму

конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги источника.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранение логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который боле удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономию времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

5 Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические компетенции сформированы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал курса, умеет увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе дополнительный материал, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Если студент может охарактеризовать связь геоморфологии с геологией, физической географией, геодезией, астрономией, умеет представлять динамику геотектонических процессов, формирующих геологическое строение основных структурно-тектонических элементов земной коры; умеет выбирать наиболее оптимальные направления поисково-разведочных работ на нефть и газ для повышения их эффективности; владеет навыками сравнительного анализа геологического строения и нефтегазоносности провинций и областей различного типа для практической деятельности специалиста.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Если студент знает закономерные связи рельефа поверхности и геологического строения регионов; типы четвертичных

образований и их размещения на площади; умеет читать геологические карты, выполнять графические документы горно-геологического содержания в различных видах проекций; владеет способностью анализировать и обобщать фондовые геологические.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Если студент обладает знаниями особенностей геологического строения крупных регионов России; типов рельефа; умеет собирать и обрабатывать фондовую и опубликованную геологическую информацию; владеет методами графического изображения горно-геологической информаци, терминологической базой дисциплины – системой понятий и определений, образующих фундаментальную научную основу дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному. Если он знает содержание и задачи дисциплины, обладает умением графически отображать залежи с помощью карт и профильных разрезов по скважинам, владеет способностью обобщать и анализировать полученные данные.

Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** (**20**$\leq S_{экз} \leq$**40**), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	**Оценка по 5-балльной системе**
35 – 40	**Отлично**
28 – 34	**Хорошо**
20 – 27	**Удовлетворительно**