

**Охрана окружающей среды и природопользование. Недра  
ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарастанне. Нетры  
ПРАВІЛЫ ВЫКАНАННЯ СЕЙСМАРАЗВЕДАЧНЫХ РАБОТ**

Издание официальное



**Минприроды**

**Минск**

**Ключевые слова:** сейсморазведка, сейсмические волны, акустический каротаж, сейсмический каротаж, метод отраженных волн, метод преломленных волн, метод обращенного годографа, вертикальное сейсмическое профилирование, многоволновая сейсморазведка, взрывные работы, системы наблюдения

---

### Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Республиканским унитарным предприятием «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт» совместно с РУП «Белгеология»

ВНЕСЕН Департаментом по геологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой Инструкции по сейсморазведке, утвержденной Министерством геологии СССР 1985 г., Л.: Недра. 1986).

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

---

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	1
4	Обозначения и сокращения.....	3
5	Общие положения.....	4
	5.1 Цели, задачи и методы сейсморазведки.....	4
	5.2 Этапы сейсморазведочных исследований.....	5
	5.3 основополагающие документы на проведение сейсморазведочных работ.....	5
	5.4 Структура сейсморазведочной партии.....	6
6	Планирование сейсморазведочных работ.....	6
	6.1 Общие положения о планировании сейсморазведочных работ.....	6
	6.2 Организация планирования сейсморазведочных работ.....	6
	6.3 Сейсморазведочные работы 2D.....	7
	6.4 Сейсморазведочные работы 3D.....	8
	6.5 Вертикальное сейсмическое профилирование .....	9
	6.6 Проектно-сметная документация на проведение сейсморазведочных работ.....	10
7	Методика и проведение полевых сейсморазведочных работ.....	10
	7.1 Организация работ сейсморазведочной партии, отчетность.....	10
	7.2 Первичные полевые материалы, их документация и отчетность.....	13
	7.3 Требования к техническому состоянию сейсморазведочной аппаратуры и оборудования.....	16
	7.4 Возбуждение волн.....	18
	7.5 Прием колебаний .....	19
	7.6 Изучение верхней части разреза.....	20
	7.7 Опытные работы.....	20
	7.8 Сети наблюдений.....	21
	7.9 Системы наблюдений.....	22
	7.10 Сейсмические наблюдения в буровых скважинах .....	24
	7.11 Контроль качества полевых сейсморазведочных работ.....	26
	7.12 Топографо-геодезические работы при проведении полевых сейсморазведочных работ.....	27
	7.13 Буровые работы при проведении полевых сейсморазведочных работ.....	27
8	Обработка полевых сейсморазведочных материалов.....	28
	8.1 Организация обработки полевых сейсморазведочных материалов.....	28
	8.2 Подготовка и передача сейсморазведочных материалов для обработки.....	30
	8.3 Обработка сейсморазведочных данных 2D.....	34
	8.4 Специфика обработки материалов полевых сейсмических работ для различных геологических условий.....	36
	8.5 Специфика обработки сейсморазведочных данных 3D.....	39
	8.6 Специфика обработки многокомпонентных данных многоволновой сейсморазведки.....	41
	8.7 Специфика обработки данных вертикального сейсмического профилирования.....	44

8.8	Специфика обработки сейсморазведочных данных метода преломленных волн.....	45
8.9	Оформление результатов обработки сейсморазведочных данных и передача их Заказчику.....	47
9	Интерпретация сейсмических материалов.....	49
9.1	Общие понятия об интерпретации сейсмических материалов.....	49
9.2	Требования к исходной информации для интерпретации сейсмических материалов.....	49
9.3	Организация интерпретации сейсмических материалов.....	50
9.4	Требования к способам интерпретации сейсмических материалов.	51
9.5	Рекомендации по методике интерпретации сейсмических материалов на различных этапах геологического изучения недр....	61
10	Составление и сдача окончательного отчета по результатам сейсморазведочных работ.....	66
10.1	Общие положения.....	66
10.2	Структура отчета .....	66
10.3	Содержание отчета.....	66
11	Охрана окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ.....	68
	(рекомендуемое) Общая структура сейсморазведочной партии.....	70
	Библиография.....	71

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ****Охрана окружающей среды и природопользование. Недр  
ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ****Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарастанне. Нетры  
ПРАВІЛЫ ВЫКАНАННЯ СЕЙСМАРАЗВЕДАЧНЫХ РАБОТ**

Environmental protection and nature use. Subsoil  
Rules of holding seismic work

**Дата введения 2011 -05-01**

**1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – ТКП) устанавливает правила проведения сейсморазведочных работ, отвечающие современному уровню техники полевых измерений, обработки и интерпретации материалов.

Область действия настоящего ТКП – наземные сейсморазведочные региональные площадные и профильные съёмки масштабов 1:50000 и 1:25000, а также детальные съёмки 1:10000 и крупнее.

Требования настоящего ТКП обязательны для исполнения на территории Республики Беларусь субъектами хозяйствования при проведении сейсморазведочных работ.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем ТКП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.04-16-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Недр. Правила построения, изложения и оформления отчета о геологическом изучении недр»

ТКП 17.04-21-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Недр. Правила проектирования, сооружения (строительства), ликвидации и консервации буровых скважин различного назначения (за исключением нефтяных и газовых).

ТКП 17.04-24-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Недр. Правила по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ»

ГОСТ 16821-91 Сейсморазведка. Термины и определения

СТБ П 8021-2003 (РМГ 29-99) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрология. Основные термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**3 Термины и определения**

В настоящем ТКП применяют термины, установленные ГОСТ 16821, СТБ П 8021, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

**3.1 AVO-анализ (Amplitude versus offset):** Изучение и интерпретация изменений амплитуд отражений в зависимости от угла отражения.

**3.2 RAP (Residual Amplitude Preservation):** Обработка сейсмических данных с сохранением амплитудных соотношений.

**3.3 Бин:** Двумерная отражающая площадка.

**3.4 вертикальное сейсмическое профилирование:** Сейсмические исследования в скважинах.

**3.5 взрывная скважина:** Скважина, пробуренная для размещения взрывчатых веществ, при проведении сейсморазведочных работ.

**3.6 волна-помеха сейсмическая:** Сейсмическая волна, затрудняющая выделение и прослеживание волн, используемых для решения геологических задач.

**3.7 волна сейсмическая:** Упругая волна в геологической среде.

**3.8 волна сейсмическая поверхностная:** Сейсмическая волна, распространяющаяся вдоль поверхности геологической среды или вдоль границы раздела двух геологических сред.

**3.9 волна сейсмическая поперечная; S-волна:** Сейсмическая волна, за фронтом которой колебания частиц среды происходит в направлении перпендикулярном к направлению ее распространения.

**3.10 волна сейсмическая преломленная (проходящая волна):** Сейсмическая волна, преломляющаяся на границе раздела двух геологических сред.

**3.11 волна сейсмическая продольная; P-волна:** Сейсмическая волна, за фронтом которой колебания частиц среды происходят в направлении ее распространения.

**3.12 волна сейсмическая прямая:** Монолитная сейсмическая волна, распространяющаяся в однородной либо градиентной среде между пунктами возбуждения и приема по траектории минимального времени пробега.

**3.13 годограф:** Зависимость времени пробега волны от координат точек возбуждения и наблюдения.

**3.14 граница раздела сейсмическая:** Поверхность или область геологической среды, разделяющая породы с различными акустическими жесткостями, либо различными сейсмическими скоростями, либо различными коэффициентами поглощения.

**3.15 граф обработки (сейсмической информации):** Последовательность процедур преобразования и анализа сейсмической информации в процессе ее обработки.

**3.16 жесткость акустическая (волновое сопротивление):** Параметр среды, равный произведению плотности среды на скорость распространения в ней упругой волны.

**3.17 зона малых скоростей; ЗМС:** Поверхностный неоднородный слой, характеризующийся небольшими скоростями сейсмических волн, залегающих на породах с более высокими скоростями распространения сейсмических волн.

**3.18 метод отраженных волн; МОВ:** Метод сейсмической разведки, основанный на использовании отраженных волн.

**3.19 метод преломленных волн; МПВ:** Метод сейсморазведки, основанный на использовании преломленных, головных и рефрагированных волн.

**3.20 метод сейсмической разведки:** Метод исследования геологического строения земной коры, основанный на изучении распространения в ней сейсмических волн определенного типа.

**3.21 общая средняя точка; ОСТ:** Модификация метода отраженных волн, обеспечивающая накапливание отраженных волн по общей средней точке (середины расстояния источник–приемник).

**3.22 профилирование сейсмическое вертикальное; ВСП:** Способ сейсморазведки, основанный на использовании волнового поля, полученного при расположении источников возбуждения на поверхности, а сейсмоприемников по стволу скважины.

**3.23 профиль сейсмический:** Линия на поверхности Земли, вдоль которой

проводится сейсмическая разведка.

**3.24 сейсмическая разведка (сейсморазведка):** Исследование геологического строения земной коры, основанное на изучении распространения в ней упругих волн.

**3.25 сейсмоприемник (синоним геофон):** Прибор, воспринимающий сейсмические колебания и преобразующий их в электрическое напряжение.

**3.26 система наблюдений:** Взаимное расположение на сейсмическом профиле или площади наблюдений пунктов возбуждения и приема сейсмических колебаний.

**3.27 способ общей глубинной точки; СОГТ:** Способ сейсморазведки, основанный на применении системы многократного прослеживания.

#### 4 Обозначения и сокращения

В настоящем ТКП применяют следующие обозначения и сокращения:

**АК** – Акустический каротаж

**ВВ** – Взрывчатое вещество

**ВНК** – Водонефтяной контакт

**ВСП** – Вертикальное сейсмическое профилирование

**ВЦ** – Вычислительный центр

**ВЧР** – Верхняя часть разреза

**ГВК** – Газоводяной контакт

**ГГК-П** – Гамма-гамма каротаж плотностной

**ГДИ** – Гидродинамические исследования

**ГИС** – Геофизические исследования скважин

**ГНК** – Газонефтяной контакт

**Госпромнадзор** – Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

**ЕПБ при ВР** – Единые правила безопасности при взрывных работах

**ЗМС** – Зона малых скоростей

**ЛДШ** – Линия детонирующего шнура

**ЛПП шаг** – Расстояние между приемниками перпендикулярно линии наблюдения

**ЛПВ шаг** – Расстояние между источниками взрыва перпендикулярно линии наблюдения

**МВС** – Многоволновая сейсморазведка

**ММП** – Метод многократных перекрытий

**МО** – Математическое обеспечение

**МОГ** – Метод обращенного годографа

**МСК** – Микросейсмокаротаж

**НВП** – Непродольное вертикальное профилирование

**ОГТ** – Общая глубинная точка

**ОМВ** – Отметка момента возбуждения

**ОПВ** – Общий пункт взрыва

**ОПП** – Общий пункт приема

**ОТВ** – Общая точка взрыва

**ОТП** – Общая точка приема

**ПВ** – Пункт возбуждения (взрыва)

**ПВ шаг** – Расстояние между источниками взрыва

**ПГН** – Пункт геодезических наблюдений

**ПП** – Пункт приема

**ПП шаг** – Расстояние между приемниками

**ПРО** – Параметрическая развертка отражений

**СВАН** – Спектрально-временной анализ

**СК** – Сейсмический каротаж (сейсмокаротаж)

**СРР** – Сейсморазведочные работы



**СтП** – Статистическая поправка  
**ФЕС** – Фильтрационно-емкостные свойства (пористость, трещиноватость, проницаемость и т.п.) породы

## 5 Общие положения

### 5.1 Цели, задачи, методы сейсморазведки

**5.1.1** Сейсморазведка является основным геофизическим методом при изучении глубинного строения Земли, поисках и разведке полезных ископаемых, инженерных изысканиях и может применяться самостоятельно или в комплексе с другими геофизическими и геолого-геохимическими методами исследования земных недр.

Сейсмическая разведка основана на изучении распространения возбуждаемых искусственно упругих волн в земной коре и верхней мантии и предназначена для решения структурных, стратиграфических, структурно-формационных, литофациальных задач при поисках углеводородов.

**5.1.2** Основные виды и методы сейсмической разведки подразделяются следующим образом.

**5.1.2.1** В зависимости от типа используемых волн различают:

- метод отраженных волн (далее - МОВ);
- метод преломленных волн (далее - МПВ).

В свою очередь МОВ и МПВ подразделяются на:

- моноволновые методы, основанные на регистрации волн одного типа (продольных, поперечных или обменных);
- многоволновые, предусматривающие совместное использование волн различных типов.

**5.1.2.2** В зависимости от условий проведения работ, характера решаемых задач, приемов регистрации, обработки и интерпретации волнового поля различают следующие виды сейсморазведки:

- сухопутную и морскую;
- наземную и скважинную;
- профильную и площадную;
- двумерную и трехмерную (объемную);
- многокомпонентную и поляризационную.

**5.1.2.3** По целевому назначению различают следующие виды сейсморазведки:

- нефтегазовую;
- рудную;
- угольную;
- инженерно-геологическую.

**5.1.3** Наибольшее распространение и развитие в последнее время получила сейсморазведка в модификации МОВ-ОГТ:

- профильная-двумерная (2D);
- площадная-трехмерная (3D);
- площадная-трехмерная-трехкомпонентная (3D-3C);
- площадная-трехмерная-мониторинговая (4D);
- скважинная многокомпонентная.

Настоящий ТКП определяет требования к сухопутным сейсморазведочным работам на нефть и газ, однако её основные положения применимы к проведению работ на другие полезные ископаемые.

## 5.2 Этапы сейсморазведочных исследований

**5.2.1** По степени детальности исследований и их назначению выделяют следующие этапы и виды сейсморазведочных работ (далее – СРР):

- региональные сейсмические;
- поисковые сейсмические;
- детализационные сейсмические.

Региональные сейсмические работы проводятся с целью:

- общего изучения геологического строения обширных территорий, в т.ч. верхней части разреза (далее – ВЧР);
- общей оценки перспектив нефтегазоносности;
- выявления и регионального прослеживания нефтегазоперспективных комплексов пород;
- определения районов, представляющих интерес для постановки поисковых работ.

Поисковые сейсмические работы, проводятся с целью выявления и локализации объектов, перспективных на нефть и газ, для подготовки их под поисковое бурение.

Детализационные сейсмические работы, проводятся на этапе разведки месторождений для изучения строения, структурно-формационных и фильтрационно-емкостных характеристик выявленных объектов с целью подготовки их под разведочное бурение или для доразведки объектов в процессе разведочного и эксплуатационного бурения.

**5.2.2** На всех этапах сейсморазведочных работ должны применяться передовые технико-методические приемы ведения работ и организации труда, обеспечивающие эффективное решение поставленной геологической задачи.

## 5.3 основополагающие документы на проведение сейсморазведочных работ

**5.3.1** Основанием для постановки СРР служит пообъектный план или договор, включающий геологические задания, выданные Исполнителю работ Заказчиком или вышестоящей организацией.

**5.3.2** Геологическое задание состоит из следующих обязательных разделов:

- целевое назначение работ, пространственные границы объекта, основные оценочные параметры (определяются в соответствии с принятой стадией СРР, требованиями Заказчика, а также требованиями промышленности к минеральному сырью; при необходимости указываются инструкции и технические требования, которым должны соответствовать планируемые СРР);

- геологические задачи, последовательность и основные методы их решения (устанавливаются применительно к стадии СРР, исходя из геологических особенностей объекта; может предусматриваться несколько вариантов методики СРР);

- методика работ, где указываются объемы исследований, параметры возбуждения и регистрации сейсмической волны, средняя глубина заложения заряда, вес заряда, тип регистрирующей системы, а также тип топогеодезической системы и точность съемки;

- ожидаемые результаты и сроки выполнения работ (определяются исходя из целевого назначения СРР и установленных геологических задач, указываются формы отчетной документации, ее тираж, инстанции, которым она предоставляется, а также сроки выполнения геологического задания и наиболее важных его частей).

**5.3.3** Геологическое задание является основанием для выдачи технического задания, которое состоит из следующих разделов:

- методика работ, где указываются объемы исследований, параметры возбуждения и регистрации сейсмической волны, средняя глубина заложения заряда, вес заряда, тип регистрирующей системы, а также тип топогеодезической системы и точность съемки;

- контроль качества полевой аппаратуры;

- комплектность полевых материалов (в т.ч., топографо-геодезических) и порядок их передачи на обрабатывающий центр;
- комплектность полевых материалов (в т.ч. топографо-геодезических) и порядок их передачи Заказчику.

#### **5.4 Структура сейсморазведочной партии**

**5.4.1** Для выполнения СРР организуется сейсморазведочная партия, общая структура которой приведена в приложении А.

Предлагаемая структура полевой сейсморазведочной партии может изменяться в зависимости от сложившейся на предприятии практики работ, методики исследований, оснащенности техникой и оборудованием, квалификационного и кадрового состава, финансовых возможностей.

**5.4.2** Численный состав партии определяется объемами и методикой СРР, аппаратурой и оборудованием, количеством транспортных средств и др.

### **6 Планирование сейсморазведочных работ**

#### **6.1 Общие положения о планировании сейсморазведочных работ**

**6.1.1.** СРР проводятся в соответствии с проектом, который состоит из двух частей - геолого-методической и производственно-технической, в которые должны включаться разделы, приведенные в макете проекта согласно [1].

**6.1.2.** При планировании и проектировании СРР необходимо использовать современные компьютерные технологии и программы с возможностью сейсмического и геологического моделирования, анализа и учета реальной ситуации на местности для выработки производственного сценария отработки (отстрела) площади, учета результатов СРР прошлых лет.

**6.1.3.** Проект должен составляться с учетом применения высокопроизводительного оборудования и приборов, передовой технологии и организации работ, внедрения высокоэффективных методик исследования, обеспечивающих выполнение геологического задания с минимальными затратами средств и времени.

#### **6.2 Организация планирования сейсморазведочных работ**

**6.2.1.** Основанием для планирования СРР является Государственная программа или договор с Заказчиком на выполнение работ с конкретной целью.

**6.2.2.** Проектирование сейсмических работ осуществляется на основе пообъектного плана и геологического задания, выданного Заказчиком на конкретный объект СРР Исполнителю (с учетом возможностей вышестоящей организации) и согласованного с Заказчиком.

**6.2.3.** На каждое геологическое задание составляется единый проект, в котором предусматриваются все необходимые виды работ (геофизические, буровые, топографо-геодезические, опытно-методические и другие), входящие составной частью в проектируемый комплекс исследований.

**6.2.4.** Название проекта должно соответствовать геологическому заданию и отражать наименование объекта и стадии СРР.

**6.2.5.** В проекте должны быть обоснованы и определены методика, техника, технология, организация СРР и связанных с ними работ, которые необходимо провести для выполнения геологического задания, а также исходные данные для составления сметы на проведение СРР.

**6.2.6.** С целью обоснованного выбора основных параметров съемки и оптимизации

методики сейсмических наблюдений проводится сбор и анализ геолого-геофизической информации, полученной в прошлые годы, по заданному участку работ, а при отсутствии таковой - по близлежащим участкам или районам.

Такая информация может включать:

- суммарные сейсмические разрезы на бумажных носителях и в электронном виде, с корреляцией основных сейсмических горизонтов;
- представительную выборку полевых сейсмограмм общего пункта взрыва (далее – ОПВ) или общей точки взрыва (далее - ОТВ), отвечающих различным поверхностным условиям взрыва-приема колебаний;
- данные о ВЧР и результаты опытных полевых работ, характеризующие глубину погружения и вес заряда для взрывных источников либо суммарную нагрузку воздействия на грунт для виброисточников, максимальное допустимое удаление источник-приемник, а также параметры группы сейсмоприемников;
- монтаж сейсмограмм вертикального сейсмического профилирования (далее – ВСП) и результаты их интерпретации;
- данные сейсмокаротажа (далее – СК), акустического каротажа (далее – АК), другие каротажные и петрофизические данные, результаты испытания буровых скважин;
- структурные и карты изохрон основных целевых отражающих горизонтов по заданному участку работ, совмещенные со схемой расположения пробуренных скважин;
- сведения о конструкции и состоянии скважины (для работ ВСП);
- обобщенную глубинную сейсмическую модель;
- результаты численного моделирования исходных и суммарных сейсмических данных;
- элементы обработки имеющихся реальных и синтетических данных, подтверждающие обоснованность принятых проектных решений.

**6.2.7.** Для оптимального размещения проектных сейсмических профилей и обеспечения последующей точной привязки пунктов геофизических наблюдений проводится сбор и анализ топографо-геодезических данных:

- топографических карт масштаба не мельче 1: 50000;
- топографо-геодезических материалов работ прошлых лет;
- современных аэро - и космических снимков;
- данных лесоустроительных организаций о местоположении кварталных лесных просек, характеристике лесного покрова и т.д.;
- данные природоохранных ведомств о расположении охранных зон;
- современные данные о техногенных эксклюзивных зонах;
- другие сведения, позволяющие оптимизировать систему наблюдений и технологию СРР.

При необходимости четкой стыковки проектных профилей и профилей прошлых лет в качестве исходных геодезических пунктов должны использоваться закрепленные точки, установленные в предшествующий период.

### **6.3 Сейсморазведочные работы 2D**

**6.3.1** СРР 2D предназначены для изучения строения земной коры по отдельным направлениям (профилям) или по сети профилей с целью решения структурных и формационных геологических задач на всех этапах СРР.

**6.3.2** Выбор методических приемов планируемых СРР осуществляется, как правило, в следующей последовательности.

**6.3.2.1** Поставленные геологические задачи, где указаны тип, предполагаемые параметры и глубина (интервал) залегания перспективных объектов, определяют:

- этап;
- метод (модификацию);

- детальность (точность) и глубинность исследований.

**6.3.2.2** Сведения о глубинных сейсмогеологических условиях изучаемого района позволяют выбрать:

- систему наблюдений;
- степень перекрытия и накапливания (кратность наблюдений);
- минимальное и максимальное расстояние регистрации;
- расстояние между пунктами возбуждения и приема.

**6.3.2.3** Поверхностные условия определяют:

- тип и группирование приемников;
- тип источника колебаний: импульсный (взрывной, невзрывной), вибрационный;
- группирование источников.

**6.3.2.4** Материально-техническое обеспечение определяет:

- технологию полевых наблюдений;
- оборудование и аппаратуру, применяемое для проведения сейсморазведочных работ.

## **6.4 Сейсморазведочные работы 3D**

**6.4.1** СРР 3D проводятся в основном на этапе детализационных исследований для получения непрерывных пространственных характеристик изучаемых объектов (с дискретностью размеров бина) с целью подготовки и передачи их под разведочное бурение или для доразведки объектов в процессе разведочного и эксплуатационного бурения.

**6.4.2** СРР 3D выполняют с использованием площадных систем наблюдений по методике многократных перекрытий.

При необходимости применяются многокомпонентные исследования 3D, 3С-4С, мониторинговые системы 3D- 4D.

**6.4.3** При проектировании СРР 3D многие параметры методики полевых работ уже известны по результатам ранее проведенных исследований и сейсмогеологического моделирования. В частности, определены необходимая кратность съемки, размеры бина, допустимые удаления пункта возбуждения (далее – ПВ) - пункта приема (далее – ПП) или допустимые удаления ПВ-ПП.

На основе моделирования (перебора вариантов) схем отстрела выбирается оптимальная схема наблюдений и остальные ее параметры:

- расстояния между линиями возбуждения и приема;
- ориентация линий возбуждений и приема;
- количество линий возбуждения и приема;
- количество активных каналов и их распределение по линиям приема;
- количество ПВ в линии возбуждения в расчете на одну расстановку приборов;
- перекрытие (линий приема, ПВ).

**6.4.4** По завершению этапа планирования и проектирования СРР 3D получают (определяют) следующие выходные данные:

- площадь (размеры);
- количество активных каналов;
- схема расстановки сейсмоприемников;
- расстояние между приемниками по линии наблюдения (шаг ПП);
- расстояние между приемниками перпендикулярно линии наблюдения (шаг ЛПП);
- расстояние между источниками перпендикулярно линии наблюдения (шаг ЛПВ);
- расстояние между источниками по линии наблюдения (шаг ПВ);
- ориентация линий возбуждения и приема;
- размеры бина;
- полная кратность съемки;

- схема обработки площади;
- схема распределения кратности;
- схема распределения удалений ПВ-ПП;
- схема распределения азимутов;
- источник (тип), либо группа источников;
- количество ПП;
- количество ПВ;
- количество активных ("живых") бинов;
- количество погонных километров общей глубинной точки;
- количество сейсмотрасс;
- частота дискретизации;
- длительность записи.

**6.4.5** Результатом работ по планированию ССР 3D, кроме выбранных параметров, должен быть определен также сценарий отстрела, дающий возможность ввода-вывода (обмена) информации из систем проектирования в сеймостанцию и обратно.

## **6.5 Вертикальное сейсмическое профилирование**

**6.5.1** Вертикальное сейсмическое профилирование (далее – ВСП) в буровых скважинах выполняется с целью:

- изучения волнового поля во внутренних точках среды;
- привязки отраженных волн, наблюдаемых при регистрации на поверхности земли;
- изучения скоростной характеристики среды;
- установления связей между кинематическими и динамическими характеристиками различных типов волн и физическими свойствами разреза;
- определения формы и строения геологических объектов в межскважинном и околоскважинном пространстве для решения геологических, геолого-промысловых и других задач на этапах поиска, разведки, освоения и разработки месторождений нефти, газа.

**6.5.2** Применяются различные модификации ВСП, отличающиеся:

- количеством регистрируемых компонент сейсмических колебаний (однокомпонентное и трехкомпонентное);
- системами возбуждения и приема колебаний (прямое и обращенное, продольное и непродольное, с линейной и пространственной системой пунктов возбуждения).

Выбор модификации ВСП определяется конкретными условиями.

**6.5.3** В проекте ВСП должны содержаться разделы:

- условия проведения работ:
  - а) месторасположение района работ и исследуемой буровой скважины;
  - б) структурно-геологическое строение площади работ и разреза буровой скважины;
  - в) описание конструкции и технического состояния буровой скважины;
  - г) характер рельефа в окрестностях изучаемого объекта - залесённости, заболоченности местности, наличие сельхозугодий;
  - д) оценка категории трудности проведения всех видов работ;
  - е) возможность обеспечения буровых установок технической водой;
  - ж) условия проживания исполнителей работ и т.д.;
- обоснование постановки работ ВСП:
  - а) анализ сейсмогеологических условий;
  - б) выбор системы наблюдений;
  - в) определение типа источника упругих колебаний;
- методика проектируемых работ;
- перечень видов и объемов проектируемых работ;
- аппаратура и оборудование;

## **ТКП 17.04-26-2011**

- транспортировка грузов и персонала отряда (партии);
- охрана труда и техника безопасности;
- охрана окружающей среды.

### **6.6 Проектно-сметная документация на проведение сейсморазведочных работ**

**6.6.1** Итогом этапа планирования СРР являются проект и смета на проведение СРР согласно [2].

**6.6.2** Проект на проведение СРР служит основанием для определения сметной стоимости всего состава сейсморазведочных работ на объекте по действующим нормативам.

### **7 Методика и проведение полевых сейсморазведочных работ**

#### **7.1 Организация работ сейсморазведочной партии, отчетность**

**7.1.1** Для проведения СРР организуются полевые, камеральные сейсмические партии, партии обработки и интерпретации сейсмических материалов, которые в своей деятельности руководствуются проектами, нормативными правовыми актами, в том числе локальными, и настоящим ТКП.

**7.1.2** Должностные обязанности инженерно-технических и других работников, входящих в состав полевой сейсморазведочной партии, определяются должностными инструкциями и квалификационными требованиями.

Возложение на конкретное должностное лицо определенных обязанностей оформляется приказом по геофизической организации, проводящей СРР, или другому структурному подразделению, имеющему такое право.

Допускается перераспределение обязанностей, если при этом обеспечивается выполнение требований должностных инструкций и полный охват обязанностей типового перечня.

**7.1.3** В составе полевых партий на месте проведения СРР должны находиться высококвалифицированные специалисты в области сейсмических методов разведки (проведения полевых СРР, первичной обработки материалов СРР, оценки и контроля качества получаемых данных).

**7.1.4** Работа сейсморазведочной партии подразделяется на следующие периоды:

- организационный период (на базе формирования партии и месте проведения полевых работ);
- полевой период;
- ликвидационный период (на месте проведения полевых работ и на базе ликвидации партии);
- камеральный период.

Содержание и сроки соответствующих периодов определяются проектом на проведение СРР.

**7.1.5** В проектно-сметный период на основании утвержденного Заказчиком геологического задания составляется проектно-сметная документация на проведение СРР согласно [2].

**7.1.6** Началом организационного периода является дата издания приказа о формировании сейсмической партии (далее - сейсмопартии) и назначении начальника сейсмопартии либо лица, его замещающего.

**7.1.7** В организационный период проводится большая работа по созданию базы полевой сейсмопартии и комплектование ее соответствующими специалистами.

**7.1.7.1** Комплектование полевой сейсмопартии квалифицированными специалистами и рабочими.

**7.1.7.2** Ознакомление всех сотрудников полевой сейсмопартии с геологическими задачами, порядком проведения полевых СРР, обучение их безопасным приемам в соответствии с [3], [4].

**7.1.7.3** Получение аппаратуры, оборудования, материалов, транспорта и их транспортировка к месту проведения СРР и подготовка к полевым работам (профилактический ремонт, настройка, поверка или тестирование и т.д.).

**7.1.7.4** Оформление документации, связанной:

- с охраной труда персонала полевой сейсмопартии;
- с организацией сети радиосвязи в районе полевых работ;
- с ведением буровзрывных работ, перевозкой опасных грузов, с эксплуатацией опасных производственных объектов (складов взрывчатых материалов (далее – ВМ), горюче-смазочных материалов (далее – ГСМ) и т.д.);
- с обеспечением полевой сейсмопартии энергоносителями.

**7.1.7.5** Согласование и получение разрешений от организаций, в ведении которых находится территория исследований, на право проведения СРР, строительство базы полевой сейсмопартии, склада ВМ.

**7.1.7.6** Организация базы полевой сейсмопартии в соответствии с [3].

**7.1.7.7** Организация финансирования полевой сейсмопартии, снабжение ее ГСМ и другими материалами, водой, топливом, продовольствием, хозяйственными товарами и т.п.

**7.1.7.8** Обеспечение культурно-бытового и санитарного обслуживания персонала полевой сейсмопартии (организация комнат отдыха, столовой, душевой, средствами первой помощи).

**7.1.7.9** Сообщение в вышестоящую организацию почтового и телеграфного адреса местонахождения базы полевой сейсмопартии.

**7.1.7.10** Рекогносцировка местности - уточнение расположения участков проведения СРР, просмотр путей проезда на эти участки, проверка наличия на местности топографо-геодезических знаков и степени их сохранности, изучение водоснабжения буровых и взрывных работ.

**7.1.7.11** Отдельные типы вновь выпускаемой аппаратуры относятся к средствам измерения и должны проходить соответствующую метрологическую аттестацию.

Метрологические характеристики приборов, не относящихся к категории средств измерения и не подлежащих аттестации, подвергаются поверке в полевых или стационарных лабораториях в соответствии с регламентом по методике, указанной в инструкции по их эксплуатации.

Результаты каждой поверки заносятся в журнал (паспорт) технической эксплуатации и в формуляр.

**7.1.8** Готовность сейсмопартии к проведению полевых работ оформляется актом проверки готовности сейсморазведочной партии (отряда) к полевым работам в соответствии с [3].

**7.1.9** Начинать полевые работы допускается после получения:

- специального разрешения на соответствующий вид деятельности в случаях, предусмотренных законодательством;
- разрешения на право производства взрывных работ;
- свидетельства на эксплуатацию места хранения ВМ.

**7.1.10** Началом полевых работ считается день получения первых сейсмических записей, которые можно использовать для решения геологических или методических задач.

Начальник сейсмопартии извещает Заказчика о начале полевых работ.

Окончанием полевых работ считается день получения последних сейсмических записей, необходимых для решения поставленной задачи.

**7.1.11** В случае отклонения фактических условий ведения полевых работ от



проектных составляется соответствующий акт за подписями начальника сейсмопартии, ведущего геофизика или геофизика 1-й категории, геофизика-оператора, который направляется в вышестоящую организацию.

**7.1.12** Продолжительность ликвидационных работ устанавливается проектом на проведение СРР.

Фактическим началом ликвидационных работ в поле считается день, следующий за днем окончания полевых работ, а окончанием - дата по приказу об окончании ликвидационного периода.

**7.1.13** При проведении круглогодичных работ дополнительно к перечисленным в 7.1.4 периодам можно установить внутриорганизационный период (межсезонный ремонт техники), длительность и содержание которого определяются проектом на проведение СРР на основании расчетов.

**7.1.14** Начало камерального периода устанавливается приказом.

Ликвидационный и камеральный периоды могут частично совпадать друг с другом.

**7.1.15** В камеральный период проводится окончательная обработка, интерпретация полученных материалов, составление отчета о проведенных работах, защита отчета на научно-техническом совете (далее – НТС) вышестоящей организации, сдача его Заказчику, и в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь для формирования государственного геологического фонда согласно [5].

**7.1.16** Датой окончания камерального периода является день представления окончательного отчета на рассмотрение в вышестоящую организацию и Заказчику (если это указано в договоре на проведение СРР).

**7.1.17** В течение всего времени деятельности полевой сейсмопартии ежемесячно составляется справка о выполненных объемах основных и вспомогательных работ, которая подписывается начальником сейсмопартии, ведущим геофизиком или геофизиком 1 категории и геофизиком-оператором.

**7.1.18** Основанием для составления справки являются фактические выполненные работы, подтверждаемые следующими документами первичного учёта:

- сменные рапорты оператора с указанием принятого объема физических наблюдений (физических точек);
- сменные рапорты бурильщиков с указанием принятого объема буровых работ и категорий буримости пород;
- наряд-путевки взрывников;
- акты о расходе ВМ;
- акты о выполненных объемах топографо-геодезических работ;
- реестр путевых листов;
- ведомости на проезд сотрудников сейсмопартии к месту полевых работ и обратно;
- документы (накладные) на перевозку грузов;
- акты о вводе в эксплуатацию временных зданий и сооружений;
- бухгалтерские справки о начислении полевого довольствия и премий рабочим;
- акты о потравах сельскохозяйственных структур;
- акты о прорубке просек;
- дневники проведения СРР.

**7.1.19** Вышестоящая организация периодически проводит проверку производственной деятельности полевой сейсмопартии и состояния охраны труда и техники безопасности, хранения, учета и использования ВМ.

Результаты проверки оформляются актом, составляемым в двух экземплярах. Один экземпляр акта хранится у начальника сейсмопартии, второй - в вышестоящей организации.

Периодичность обследований оговаривается Системой управления охраной труда (далее - СУОТ), действующей в вышестоящей организации.

## 7.2 Первичные полевые материалы, их документация и приёмка

### 7.2.1 Первичными полевыми материалами являются:

- электронные носители информации с записью полевых наблюдений и контрольно-тестовой информации;
- сейсмограммы воспроизведения полевых наблюдений и аппаратурных проверок в количестве, предусмотренном проектом на проведение СРР;
- сменные рапорты операторов сейсмостанций.

При работе с невзрывными источниками первичными полевыми материалами являются сейсмограммы и графики, подтверждающие синхронность воздействия источников, как при отдельной работе, так и при группировании их на ПВ.

**7.2.2** Каждому электронному носителю информации присваиваются порядковый номер и этикетка, которая должна содержать следующие данные:

- название организации, проводящей СРР;
- шифр полевой партии (проекта на проведение СРР);
- номер носителя информации;
- тип и номер сейсмостанции;
- номер(а) профиля(ей);
- номера профильных, тестовых и бракованных записей;
- даты первой и последней записей.

**7.2.3** На сейсмограмме воспроизведения должен указываться её порядковый номер, номер исходного носителя информации, параметры воспроизведения.

**7.2.4** Аппаратурные ленты (перезаписи) подписываются соответственно их назначению с указанием параметров записи.

**7.2.5** Приёмка полевых материалов проводится с целью определения объёмов и качества выполненных работ.

**7.2.6** Участок сейсмического профиля или площади съёмки считается отработанным и подлежащим приёмке, если на нём выполнен предусмотренный проектом комплекс работ и зарегистрированы волны, обеспечивающие получение информации, предусмотренной проектом, либо доказана невозможность получения таких результатов с помощью запроектированных технических и методических средств.

**7.2.7** Все представляемые материалы должны содержать полную информацию о месте, времени и условиях их получения.

**7.2.8** Оформление схем наблюдений, картриджей, дискет, других носителей информации, данных о строении ВЧР должно быть выполнено в соответствии с требованиями дальнейшей обработки.

**7.2.9** Сейсмограммы воспроизведения должны обеспечивать читаемость записи по всему интервалу времени регистрации.

Если на них наблюдаются трассы более чем в 2 раза слабее соседних по амплитуде, для подтверждения правильности работы соответствующего канала должны быть представлены результаты тестирования регистрирующей системы (идентичность по собственному процессу, проводимость, коэффициент усиления, другие параметры, предусмотренные техническими характеристиками применяемого оборудования).

Если такого подтверждения нет, трасса бракуется, и канал считается неработающим.

**7.2.10** Приёмке подлежат физические наблюдения.

Под физическим наблюдением (физической точкой) следует понимать совокупность сейсмограмм, полученных с одного пункта возбуждения при неизменном расположении сейсмоприёмников.

Оценка качества физических наблюдений производится по сейсмограммам воспроизведения, получаемым в виде твёрдых копий на бумаге (по требованию Заказчика), либо на экране монитора станции контроля качества или обрабатывающего комплекса.

**7.2.11** Обязательным условием приёмки физических наблюдений является соответствие характеристик совокупности полученных сейсмограмм требованиям инструкции по эксплуатации конкретных типов сейсмостанций, устанавливаемое по данным контрольно-проверочных работ.

**7.2.12** Физическое наблюдение считается браком (коэффициент качества равен 0), если на соответствующей ему предъявленной к приёвке сейсмограмме (сейсмограммах) наблюдается хотя бы один из следующих недостатков:

- на контейнере носителя информации отсутствуют или неправильно закодированы документальные данные (номер станции, номер кассеты, номер партии, номер профиля, номера записей) и восстановить их невозможно;

- нет возможности установить начало отсчёта времени в связи с тем, что:

- а) отметка момента возбуждения (далее – ОМВ) и её повторы или заменяющие её вступления первых волн по контрольным приборам не читаемы из-за высокого уровня помех, либо отсутствуют;

- б) ОМВ (или заменяющие её вступления контрольных приборов) явно ошибочна и не может быть скорректирована по записям контрольных приборов;

- ОМВ неудовлетворительна в связи с тем, что:

- а) ОМВ и её повторы либо отсутствуют, либо не читаемы из-за высокого уровня помех;

- б) ОМВ явно ошибочна и не может быть скорректирована по записям других контрольных приборов;

- имеются грубые нарушения методики работ (условий возбуждения и приёма колебаний, параметров системы наблюдений);

- аппаратные, промышленные, электрические помехи, микросейсмь препятствуют выделению целевых волн;

- взаимное влияние между каналами на всей сейсмограмме (сейсмограммах), визуально проявляющееся при воспроизведении на открытом канале;

- общее число неработающих каналов и (или) каналов с обратной полярностью больше 4 % трасс;

- необоснованное нарушение коммутации каналов или геометрии расстановки;

- сейсмограмма имеет переполнение разрядной сетки в рабочем интервале записи, фиксируемое визуально по её воспроизведению;

- сейсмограмма в интервале регистрации целевых горизонтов имеет низкий уровень записи, соизмеримый с уровнем шумов регистрирующей аппаратуры;

- сейсмограмма не считывается;

- сейсмограмма получена при несоблюдении установленных сроков проверки регистрирующей аппаратуры.

**7.2.13** Физические наблюдения, не отбракованные в соответствии с 7.2.12, принимаются с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

**7.2.13.1** Физическое наблюдение принимается с оценкой «хорошо» (коэффициент качества равен 1) при отсутствии перечисленных выше недостатков.

**7.2.13.2** Физическое наблюдение принимается с оценкой «удовлетворительно» (коэффициент качества равен 0.9), если оно имеет недостатки, перечисленные в 7.2.12 (абзацы 10, 12, 13), но они устраняются в процессе предобработки данных.

**7.2.14** Оценка качества физического наблюдения вне зависимости от его канальности определяется на основе оценки совокупности сейсмограмм, составляющих это физическое наблюдение или иным способом, согласованным с Заказчиком.

Если канальность физических наблюдений меняется, например, в начале (конце) профиля при наборе (сбросе) кратности, оценка их качества выполняется на тех же принципах с учётом номинальной канальности сейсмограмм, определённой проектом для данной части профиля.

При трёхмерных работах, при нескольких линиях приёма, оценка качества

физического наблюдения может производиться на основе оценки качества сейсмограмм по каждой линии.

Если количество забракованных сейсмограмм по линиям при этом превысит 40% от их числа в физическом наблюдении, физическое наблюдение бракуется полностью.

**7.2.15** Коэффициент качества сейсмических записей определяется по формуле:

$$K = \frac{1.0 * g_1 + 0.95 * g_2 + 0.9 * g_3}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4} \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент качества принимаемого объема материала;

$g_1$  - количество физических наблюдений, принятых с оценкой «отлично»;

$g_2$  - количество физических наблюдений, принятых с оценкой «хорошо»;

$g_3$  - количество физических наблюдений, принятых с оценкой «удовлетворительно»;

$g_4$  - количество забракованных физических наблюдений.

**7.2.16** При наблюдениях на профилях с применением различных методов, методик и модификаций учёт выполненных работ в километрах и физических наблюдениях проводится отдельно по каждому виду работ.

**7.2.17** Ежедневную приёмку отработанных физических наблюдений проводит ведущий геофизик (геофизик 1 категории или интерпретатор).

На сменном рапорте оператора ставится оценка каждого физического наблюдения, указывается количество полученных за день, принятых и забракованных физических наблюдений, объём в километрах и количество ВМ, израсходованных на принятый и забракованный объём.

**7.2.18** Обязательна приёмка предусмотренных проектом объёмов работ для изучения ВЧР, а также топографо-геодезических работ.

Эти работы принимаются без оценки качества в случае решения поставленных перед ними задач.

**7.2.19** В конце месяца подводится итог выполненных физических наблюдений (принятых и забракованных), отработанных километров профилей, пробуренных метров, количества использованных взрывных скважин, расхода ВМ или материалов, необходимых для невзрывного возбуждения.

**7.2.20** Объём выполненных профильных работ актируется в отрядо-сменах и погонных километрах.

Выполненный объём в километрах ( $N$ ) определяется по формуле

$$N = n * \Delta X_{i\bar{i}} , \quad (2)$$

где  $n$  - количество отработанных физических точек;

$\Delta X_{i\bar{i}}$  - расстояние между пунктами взрыва.

**7.2.21** Выполненные работы при трёхмерной (3D) сейсморазведке актируются в физических наблюдениях и квадратных километрах территории исследований, контуры которой определяются профилями приёма колебаний, либо площадью заданной кратности по целевому горизонту.

**7.2.22** По завершении полевых СРР проводится окончательная приёмка полевых материалов. Создается специальная комиссия, в состав которой входят представители вышестоящей организации и полевой сейсмопартии. При выполнении работ по договору с Заказчиком в состав комиссии включается представитель Заказчика.

**7.2.23** Приёмке подлежат:

- топографо-геодезические работы;

- работы по изучению ВЧР;
- материалы опытных работ;
- материалы производственных СРР.

К приёмке представляются следующие материалы и документы:

- карта расположения и геодезической привязки пунктов геофизических наблюдений;
- каталоги и/или ведомости координат и высот пунктов наблюдений на бумаге и электронном носителе информации; формат данных на носителе информации должен соответствовать предусмотренному в проекте на проведение СРР;
- идентификаторы пунктов геофизических наблюдений должны обеспечивать однозначную их привязку к сменному рапорту оператора;
- схемы отработки профилей;
- сменные рапорты оператора сейсмостанции на бумаге и электронном носителе информации, сменные рапорты буровых мастеров, наряд-путёвки взрывников;
- картриджи, другие электронные носители информации с записью полевых наблюдений МОВ-ОГТ, МПВ, МСК и контрольно-тестовой информации;
- сейсмограммы воспроизведения полевых наблюдений и аппаратурных проверок;
- при работе с невзрывными источниками – сейсмограммы и графики, подтверждающие синхронность воздействия источников, как при отдельной работе, так и при группировании их на ПВ;
- результаты опытных работ, подтверждающие выбранную методику;
- результаты предварительной обработки, имеющиеся на момент приёмки.

**7.2.24** В акте окончательной приёмки полевых материалов должны быть отражены:

- оценка качества и объёма принятого материала;
- предварительная оценка степени решения методических и геологических задач, поставленных техническим проектом;
- оценка производственной деятельности партии.

**7.2.25** К акту окончательной приёмки полевых материалов в табличном виде прилагаются сведения о производственном персонале, балансе рабочего времени, технико-экономических показателях работы сейсморазведочной партии.

**7.2.26** Акт окончательной приёмки полевых материалов подписывается членами комиссии и утверждается руководителем вышестоящей организации или Заказчиком.

Акт окончательной приемки полевых материалов прилагается к окончательному отчёту.

### **7.3 Требования к техническому состоянию сейсморазведочной аппаратуры и оборудования**

**7.3.1** Проведение СРР обеспечивается полевыми регистрирующими комплексами, в состав которых входят аппаратура и оборудование для возбуждения, приёма и регистрации волновых полей, а также вспомогательное оборудование.

**7.3.2** К выполнению работ допускаются комплексы, все составные элементы которых согласно паспортным данным пригодны для совместного использования, согласованы между собой по своим характеристикам, технически исправны, имеют сертификат качества и обеспечивают решение поставленных геологических задач.

Заключение о допуске полевого комплекса к выполнению производственных работ, составленное на основе паспортных данных оборудования, протоколов тестовых испытаний в соответствии с инструкциями по эксплуатации составных частей комплекса и соответствующих разделов проекта на проведение СРР, составляется и подписывается начальником сейсморазведочной партии, специалистом (специалистами) по настройке оборудования и утверждается руководителем вышестоящей организации.

**7.3.3** В процессе полевых работ регулярно в соответствии с регламентом должно выполняться техническое обслуживание и проверки технического состояния элементов

сейсморазведочного комплекса (ежедневные, ежемесячные и др.).

План регламентных работ и контрольных проверок составляется на основе требований заводских инструкций по эксплуатации аппаратуры и оборудования, утверждается главным инженером предприятия и является обязательным к исполнению.

Проведение регламентных работ и контрольных проверок должно выполняться сертифицированным персоналом.

Сертификация пользователей того или иного устройства проводится заводом-изготовителем или иным предприятием по указанию завода-изготовителя.

Результаты регламентных работ и периодических проверок технического состояния элементов полевого комплекса документируются и фиксируются в соответствующих журналах с указанием регистрационных номеров сертификатов персонала, проводившего эти работы.

**7.3.4** Обязательными видами проверок готовности полевого комплекса к работе (со сроками в соответствии с утверждённым планом) являются:

- для регистрирующей системы:

а) проверка правильного функционирования регистрирующей системы с помощью функционального теста;

б) проверка бортового комплекса системы на:

- 1) амплитудную идентичность каналов,
- 2) фазовую идентичность каналов,
- 3) собственные шумы канала записи,
- 4) нелинейные искажения в каналах записи,
- 5) взаимные влияния между каналами;

в) проверка системы в целом с подключенными группами сейсмоприёмников, предусматривающая контроль:

- 1) сопротивления изоляции сейсмической косы,
- 2) сопротивления каналов косы,
- 3) проверка амплитудной и фазовой идентичности системы,
- 4) взаимных влияний;

- для групп сейсмоприёмников – проверка каждого сейсмоприёмника с контролем:

- а) коэффициента преобразования,
- б) собственной частоты,
- в) коэффициента нелинейных искажений,
- г) полярности включения приборов в группе;

- для невзрывных источников возбуждения:

- а) проверка мощностных характеристик,
- б) формы и идентичности генерируемых сигналов,
- в) синхронности работы группы.

**7.3.5** Все сейсмоприёмники подвергаются проверке перед началом полевых работ.

Сейсмоприёмники с негерметичными корпусами или повреждёнными соединительными элементами считаются неисправными.

**7.3.6** Сейсмические кабели, косы, группы сейсмоприёмников подвергаются проверке ежедневно.

Не прошедшие тестирование из процесса производства наблюдений исключаются и ремонтируются.

Кабели с повреждённой оболочкой, поломанными соединительными разъёмами, имеющие утечку на землю, не должны использоваться при наблюдениях.

**7.3.7** Полный контроль за работой систем регистрации и действиями геофизиков (операторов) по обеспечению работоспособности аппаратуры и оборудования осуществляется на вычислительных центрах (далее – ВЦ), куда не реже одного раза в месяц поставляются материалы всех видов проверок (ежедневная, ежемесячная, на очередном профиле), записанные на электронный носитель информации.

Контроль в ВЦ выполняется под руководством специалиста по метрологии.

Документы хранятся для последующего использования при приёмке полевых материалов.

**7.3.8** Для выполнения проверок используются методики и инструментальные средства, рекомендованные изготовителями элементов сейсморегистрирующего комплекса.

#### **7.4. Возбуждение волн**

**7.4.1** Возбуждение колебаний осуществляется с помощью взрывов:

- заряды взрывчатых веществ (далее – ВВ);
- линии детонирующего шнура (далее – ЛДШ);
- невзрывные источники.

Способы возбуждения колебаний выбираются в соответствии с условиями, задачами и методикой проведения полевых работ.

При взрывном способе возбуждения колебаний разрабатывается «Типовой проект на проведение буровзрывных работ» в соответствии с [4].

**7.4.2** Оптимальный вариант возбуждения выбирается на основании практики предшествующих работ и уточняется путём изучения волнового поля в процессе опытных работ.

**7.4.3** Взрывы осуществляются во взрывных буровых скважинах, шурфах, в щелях, на поверхности земли, в воздухе. Применяется только электрический способ взрывания с использованием специальных сейсмических детонаторов.

При взрывах во взрывных буровых скважинах наибольший сейсмический эффект достигается при погружении заряда ниже зоны малых скоростей (далее – ЗМС), при взрыве в пластичных и обводненных породах, при укупорке зарядов во взрывных буровых скважинах водой, буровым раствором или грунтом.

**7.4.4** Выбор оптимальных глубин взрыва осуществляется по наблюдениям микросейсмокаротажа (далее – МСК), МСК-ЗОНД и результатам опытных работ.

В процессе полевых наблюдений на профиле следует стремиться поддерживать постоянство (оптимальность) условий возбуждения.

**7.4.5** С целью получения разрешенной записи масса одиночного заряда выбирается минимальной, но достаточной (с учетом возможного группирования взрывов) для обеспечения необходимой глубинности исследований.

Группирование взрывов следует применять при недостаточной эффективности одиночных зарядов.

Правильность выбора массы зарядов периодически контролируется.

**7.4.6** Заряд ВВ должен опускаться на глубину, отличающуюся от заданной не более чем на 1 м.

**7.4.7** Подготовка, погружение и взрывание заряда осуществляется после соответствующих распоряжений оператора.

При работе конвейерным способом допускается функционально разделять взрывников на «заряжающих» и «взрывающих».

Об отказе или неполном взрыве взрывник обязан немедленно сообщить оператору.

**7.4.8** По окончании взрывных работ оставшиеся после взрыва буровые скважины, котлованы и ямы должны быть ликвидированы.

**7.4.9** При работах с ЛДШ источник целесообразно размещать вдоль профиля.

Параметры такого источника (длина и число линий) выбираются исходя из условий обеспечения достаточной интенсивности целевых волн и допустимых искажений формы их записей (длина источника не должна превышать половины минимальной кажущейся длины волны полезного сигнала). В ряде задач параметры ЛДШ выбираются с целью обеспечения нужной направленности источника.

Для ослабления звуковой волны рекомендуется ЛДШ заглублять; зимой - присыпать снегом.

**7.4.10** При проведении взрывных работ должны соблюдаться требования, предусмотренные [4].

**7.4.11** Для возбуждения колебаний в водоемах применяются только невзрывные источники (установки газовой детонации, пневматические источники и др.).

**7.4.12** При невзрывном возбуждении используются линейные или площадные группы синхронно работающих источников.

Параметры групп - количество источников, база, шаг перемещения, число воздействий (на точке) зависят от поверхностных условий, волнового поля помех, необходимой глубины исследований и выбираются в процессе опытных работ.

**7.4.13** При проведении работ с невзрывными источниками необходимо соблюдать идентичность основных параметров режима каждого из работающих в группе источников.

Точность синхронизации должна соответствовать шагу дискретизации при регистрации, но быть не хуже  $\pm 0,002$  с.

**7.4.14** Возбуждение колебаний импульсными источниками осуществляется по возможности на плотных утрамбованных грунтах с предварительным выполнением уплотнительного удара.

Глубина "штампа" от ударов плиты при рабочем возбуждении источников не должна превышать 20 см.

**7.4.15** При проведении работ с невзрывными источниками должны неукоснительно соблюдаться правила техники безопасности и ведения работ, предусмотренные [3].

**7.4.16** Возбуждение поперечных волн осуществляется с помощью горизонтально либо наклонно направленных ударно-механических, взрывных или вибрационных воздействий.

Для реализации селекции волн по поляризации в источнике на каждом пункте осуществляют воздействия, различающиеся направлением на  $180^\circ$ .

**7.4.17** Отметка момента взрыва или удара, а также вертикального времени должна быть четкой и устойчивой, обеспечивающей определение момента с погрешностью не более шага дискретизации.

**7.4.18** Если на одном объекте работы проводятся с различными источниками возбуждения (взрывы, вибраторы и пр.), должно быть обеспечено дублирование физических наблюдений с получением в местах смены источников записей от каждого из них.

## 7.5 Приём колебаний

**7.5.1** При приёме колебаний применяется группирование сейсмоприёмников.

Сейсмоприёмники должны быть вертикально установлены и иметь хороший (плотный) контакт с поверхностью земли (грунта), многокомпонентные – правильно ориентированы.

Не допускается использование сейсмокос с постоянно подсоединенными к ним сейсмоприёмниками обычной конструкции.

**7.5.2** Параметры группирования сейсмоприёмников выбираются в зависимости от характеристик волнового поля таким образом, чтобы обеспечить оптимальное подавление регулярных помех и минимальные искажения полезных сигналов.

Эффективность выбранных параметров группирования должна быть подтверждена экспериментально.

**7.5.3** Регистрация колебаний осуществляется преимущественно на открытом канале.

Допускается применение режекторных фильтров для подавления помех промышленной частоты, а также фильтров для ослабления низкочастотных волн-помех.

**7.5.4** Для контроля качества регистрируемых материалов должна проводиться ежедневная визуализация записей в объёмах, определяемых проектом на проведение



СРР или Заказчиком.

Параметры регулировки усиления подбираются так, чтобы обеспечивалась достаточно интенсивная запись на всем исследуемом интервале времен.

**7.5.5** Недопустимо получение полевых записей с переполнением разрядной сетки преобразователя в рабочем интервале времени.

**7.5.6** Регистрация колебаний, возбуждаемых невзрывными источниками, характеризующимися слабой интенсивностью, ведется с применением накапливания воздействий.

**7.5.7** При многоволновой сейсморазведке регистрируются как вертикальные, так и горизонтальные компоненты волнового поля.

Способы возбуждения, системы наблюдений, параметры группирования, фильтрации, регулировка амплитуд и т.д. должны быть оптимальными и индивидуальными для каждого типа волн.

При изучении поляризации волн используются трехкомпонентные ортогональные либо азимутальные установки.

## **7.6 Изучение верхней части разреза**

**7.6.1** Изучение ВЧР проводится с целью определения скоростей распространения упругих волн в верхних слоях для выбора наиболее благоприятных условий возбуждения колебаний, для определения статических поправок за неоднородности ВЧР и исключения её влияния на глубинное волновое поле.

**7.6.2** Для изучения ВЧР обычно применяются метод преломленных волн (далее – МПВ), МСК и/или МСК-ЗОНД.

Интервал между точками изучения ВЧР определяется сейсмогеологическими и поверхностными условиями участка работ.

Рекомендуется изучение ВЧР в начале, конце и точках пересечения профилей.

**7.6.3** Изучение ВЧР с помощью МПВ проводится с использованием встречных систем наблюдений, обеспечивающих прослеживание целевых волн.

При изучении ВЧР с помощью МСК и/или МСК-ЗОНД наблюдения или взрывы в скважинах должны проводиться до глубин ниже подошвы ЗМС.

Работы МПВ, МСК и/или МСК-ЗОНД для изучения ВЧР, как правило, предшествуют основному виду работ.

**7.6.4** В особо сложных условиях, когда ВЧР имеет большую толщину и сильно изменчива по площади, её изучение с целью построения детальной скоростной модели среды может проводиться МОВ с применением специальных систем многократных перекрытий, пригодных для решения задач малоуглубинной сейсморазведки.

**7.6.5** При работах МОВ-ОГТ по продольным профилям дополнительные сведения о ВЧР получают, обеспечивая прослеживание преломлённых и рефрагированных волн в первых вступлениях сейсмограмм.

## **7.7 Опытные работы**

**7.7.1** Опытные работы подразделяются на методические и специальные.

Задачи и программы опытных работ должны быть изложены в проекте на проведение СРР.

Опытные работы можно выполнять до начала производственных СРР или между отдельными этапами производственных СРР.

**7.7.2** Опытные работы проводятся с целью обоснования или совершенствования методики и техники основных производственных СРР, предусмотренных проектом, и составляют их неотъемлемую часть.

Задачей опытных работ является выбор оптимальных условий возбуждения,

величины заряда и параметров регистрации сейсмических колебаний.

Опытные работы проводятся на участках с разными поверхностными условиями. Особое внимание уделяется участкам с неблагоприятными условиями.

**7.7.3** Материалы методических опытных работ следует обрабатывать и анализировать немедленно.

Результаты обработки, в случае необходимости, используются для обоснования изменения методики работ, предусмотренной проектом на проведение СРР.

**7.7.4** Специальные опытные работы проводятся с задачей разработки и опробования новых и совершенствования существующих методов и модификаций сейсморазведки, исследования новых образцов сейсморазведочной аппаратуры, разработки новых средств возбуждения колебаний и т.п.

## **7.8 Сети наблюдений**

**7.8.1** Расположение сети наблюдений определяется задачами работ, глубинными и поверхностными условиями.

Сети наблюдений должны быть увязаны с буровыми скважинами, расположенными на площади исследований (или вблизи неё). В сеть профилей рекомендуется включать специальные профили, проходящие через буровые скважины.

**7.8.2** Густота (плотность) сети профилей определяется размерами (в плане) предполагаемых объектов исследований и необходимой точностью и детальностью их отображения.

**7.8.3** Профильные работы рекомендуется вести по прямым линиям вне зависимости от рельефа.

Если препятствия непреодолимы по правилам безопасности и требованиям в области охраны окружающей среды, допускается их обход по ломаным линиям. Ломаные (криволинейные) профили допускаются также в условиях густонаселённой местности и при высокой плотности объектов хозяйственной деятельности на изучаемой территории.

Точки излома рекомендуется делать на ПВ.

**7.8.4** Положение и ориентировка опорных региональных профилей определяются данными предыдущих геологических и геофизических исследований. Опорные профили должны пересекать (желательно вкрест простирания) все основные (крупные) структурные элементы и увязываться со скважинами глубокого бурения.

Рекомендуется совмещать сейсмические профили с другими геофизическими профилями (гравиразведочными, магниторазведочными, электроразведочными и др.) с целью совместной комплексной интерпретации всех геофизических материалов.

**7.8.5** При поисковых сейсмических работах плотность наблюдений выбирается такой, чтобы выявление локального объекта обеспечивалось его пересечением не менее чем двумя профилями.

Расстояние между соседними профилями не должно превышать 0,5 предполагаемой длины большей оси структуры в сложных сейсмогеологических условиях и 0,7 – 0,8 предполагаемой длины большей оси структуры – в простых сейсмогеологических условиях.

**7.8.6** При детальном сейсмических работах густота сети выбирается такой, чтобы обеспечивалась заданная точность отображения структуры (объекта) в плане.

При изучении структур, расчленённых на отдельные блоки, каждый блок исследуется с помощью самостоятельной сети наблюдений.

**7.8.7** Профили должны быть увязаны между собой по полнократным системам МОВ–ОГТ.

**7.8.8** Наблюдения для решения задач трёхмерной сейсморазведки (3D) проводятся, по возможности, по регулярной сети расположения ПВ и ПП с равномерным распределением по площади средних точек.

**7.8.9** Параметры сети (плотность, ориентировка, распределение кратности и т.п.) выбираются с учётом геологических задач и требований последующей трехмерной обработки, в т.ч. пространственной миграции, а также с учётом экономических факторов.

При расчёте параметров целесообразно использовать возможности, предоставляемые программами по проектированию сетей для трехмерной сейсморазведки.

**7.8.10** При повторном проведении работ с применением новой техники или технологии проектируемая сеть профилей должна частично или полностью включать ранее отработанные профили.

## **7.9 Системы наблюдений**

**7.9.1** Выбор системы наблюдений определяется геологической задачей и связанными с ней требованиями к сейсмическим работам (по глубинности исследований, разрешённости записи, уровню отношения сигнал/помеха и др.), а также экономическими факторами.

**7.9.2** Профили (площадные системы) рекомендуется разбивать таким образом, чтобы пикеты (номера пунктов наблюдений) возрастали в направлении с запада на восток и с юга на север. При расстановке сейсмоприёмников меньшим пикетам (номерам стоянок) должны соответствовать меньшие номера каналов.

**7.9.3** Шаг ПП ( $\Delta x_{ПП}$ ) должен быть постоянным, обеспечивающим уверенную регистрацию и последующую обработку всех полезных волн заданной частоты при заданных углах наклона отражающих границ в конкретных сейсмогеологических условиях.

**7.9.4** Основными видами систем наблюдений при поисковых работах являются линейные продольные системы 2D многократного перекрытия.

**7.9.5** Параметры системы наблюдений (кратность прослеживания, шаг ПП, минимальное и максимальное расстояния взрыв-прибор) определяются на основании:

- сведений о регистрируемом волновом поле;
- кинематических и динамических характеристик полезных волн и волн-помех;
- имеющейся информации о скоростной дифференциации разреза;
- требуемой глубинности исследований.

Как правило, при этом используется опыт предшествующих работ. Параметры системы наблюдений могут уточняться после проведения опытных работ с избыточными системами.

**7.9.6** ПВ при работах МОВ-ОГТ рекомендуется располагать между центрами двух соседних групп сейсмоприёмников.

Шаг ПВ ( $\Delta x_{ПВ}$ ) определяется заданной кратностью наблюдений и может быть равен  $0,5\Delta x_{ПП}$ ,  $\Delta x_{ПП}$ ,  $2\Delta x_{ПП}$  и т.д.

**7.9.7** Применяются следующие системы многократного перекрытия:

- фланговые – с ПВ, расположенными по одну сторону базы приёма на её конце или за пределами (с выносом);
- встречные – с ПВ, расположенными на обоих концах базы приёма или с двух сторон за её пределами (с выносом);
- центральные – с ПВ в центре базы приёма (симметричные) и с ПВ, смещённым к одному из краёв (асимметричные).

Фланговые системы наиболее технологичны, но менее экономичны по сравнению с другими при полевой отработке.

Встречные системы по сравнению с фланговыми менее технологичны, но обеспечивают дополнительный контроль статических поправок и возможность распознавать ложные оси синфазности на временном разрезе.

Центральные системы наблюдений представляют собой разновидность встречных систем. Их реализация требует, как правило, применения сейсмостанций с повышенной

канальностью.

Асимметричные системы целесообразно использовать для одновременного детального изучения двух комплексов разреза, залегающих на существенно разных глубинах.

**7.9.8** Кроме продольных профилей может применяться их сочетание с непродольными (например, широкий профиль), что в ряде случаев используется для определения пространственного положения сейсмических границ.

Наблюдения на непродольных профилях должны быть корреляционно увязаны с наблюдениями на продольном профиле.

**7.9.9** Многоволновая сейсморазведка (для определения упругих параметров разреза, изучения анизотропных свойств объектов) проводится с использованием многокомпонентных систем наблюдений.

Для их реализации требуются сейсмостанции повышенной канальности и сейсмоприёмники, позволяющие получить X-, Y- и Z-составляющие волнового поля.

**7.9.10** Применяемая система наблюдений должна, по возможности, обеспечивать не только изучение целевых горизонтов, но и получение информации о покрывающей и подстилающей толщах. Это необходимо, с одной стороны, для учёта искажающих влияний скоростной неоднородности ВЧР на кинематические и динамические параметры волн и глубинные построения, с другой стороны – для понимания степени унаследованности характерных особенностей сейсмических временных разрезов и учёта этого фактора при последующей геологической интерпретации.

**7.9.11** Системы наблюдений 3D применяются для получения трехмерных представлений о сложнопостроенных объектах.

Наиболее распространёнными являются системы типа «крест», типа «широкий профиль», полномерная. Там, где использование регулярных систем невозможно, допускается применение произвольных систем наблюдений типа тотальной сейсморазведки.

**7.9.12** Основными характеристиками систем наблюдений 3D являются:

- размер и конфигурация «шаблона» - форма, число и направление линий ПП в активной расстановке, число ПП и расстояние между ПП в линии, расстояние между линиями ПП, количество и расположение ПВ, минимальные и максимальные расстояния взрыв-приём, их азимутальная направленность;

- при регулярных и квазирегулярных системах – расстояние между линиями ПВ;

- плотность физических наблюдений на 1 км<sup>2</sup> площади съёмки (количество бинов, кратность наблюдений);

- размеры и ориентация бина;

- выносы ПП и ПВ для получения полнократных, неискажённых краевыми эффектами данных в пределах объекта исследований.

**7.9.13** Технология обработки площади трёхмерной (3D) системой определяется сценарием, составленным при проектировании СРР с учётом размеров и формы площади, особенностей её геологического строения, канальности используемой аппаратуры, принятого шаблона и других факторов, имеющих значение для выполнения проектного задания.

**7.9.14** Для сохранения кратности перекрытий съёмки 2D на участках профилей, недоступных для размещения ПВ, используются способы, основанные на включении в систему наблюдений дополнительных удалений (увеличение числа ПП в расстановке, дополнительные ПВ), допускается также комбинация разных систем наблюдений.

Расположение дополнительных ПП, ПВ определяется размерами недоступной зоны, параметрами принятой системы наблюдений и ограничивается максимально допустимым разносом ПП-ПВ.

При работах 3D на площади с наличием участков, недоступных для размещения ПВ, сохранение кратности достигается смещением ПВ на расстояние кратное шагу ПП и не

превышающее интервал между линиями ПВ минус шаг ПП.

**7.9.15** Системы наблюдений МПВ определяются конкретными задачами работ и сейсмогеологическими условиями (в частности, интервалом прослеживаемости преломлённой волны).

Рекомендуется применять системы многократного непрерывного профилирования, обеспечивающие накопление сигналов по способу МПВ-ОГП.

Системы наблюдений должны, по возможности, обеспечивать многократное прослеживание и накопление изучаемых волн в зоне, прилегающей к первым вступлениям волн, включая область начальных точек.

При прослеживании нескольких границ допустимо применение отдельных систем наблюдений.

**7.9.16** Для обеспечения накопления по способу общей глубинной площадки (далее – ОГП) необходима максимальная стандартизация параметров системы наблюдений МПВ аналогичная системе МОВ-ОГТ; в частности, расстояние между сейсмоприёмниками по всему профилю и число перекрывающихся каналов на соседних расстановках должны быть постоянными.

**7.9.17** Комбинированные системы предусматривают регистрацию отражённых и преломлённых волн с целью изучения геологического разреза от поверхности до кристаллического фундамента и глубже вплоть до границы Мохоровичича.

**7.9.18** Параметры комбинированных систем (удаления от ПВ, длина годографов в первых и во вторых вступлениях, кратность и стандарт многократного перекрытия и др.) зависят от геологической задачи. Они определяются на основе теоретических расчётов годографов отражённых и преломлённых волн по априорной сейсмогеологической модели среды, данных сейсмического моделирования и результатов опытных работ.

При опытных работах рекомендуется обрабатывать зондирования с закреплённым ПВ и с удалением приёмной системы до 30-300 км в зависимости от поставленной геологической задачи.

**7.9.19** Выбранная комбинированная система должна обеспечивать:

- регистрацию отражённых волн от горизонтов осадочного чехла с удалением от ПВ до 5 - 10 км;
- области выхода в первые вступления преломлённой волны от кристаллического фундамента при удалении от ПВ до 20 - 30 км;
- области выхода в первые вступления преломлённой волны от границы Мохоровичича при удалении от ПВ до 300 км.

**7.9.20** В каждом интервале регистрации волн работы выполняются по системам многократного перекрытия с последующей обработкой данных по принятому графу.

## **7.10 Сейсмические наблюдения в буровых скважинах**

**7.10.1** Сейсмические наблюдения в буровых скважинах включают СК, ВСП и специальные работы по изучению околоскважинного пространства методом обращённого годографа (далее - МОГ) и способом непродольного вертикального сейсмического профилирования (далее - НВП) или ВСП с удалённым источником.

**7.10.2** СК проводится для определения скоростных параметров разреза и привязки сейсмических границ.

При СК изучаются первые вступления прямой проходящей волны.

**7.10.3** При ВСП регистрируются и изучаются не только первые вступления проходящих волн, но и все волны в последующей части записи.

Во всех случаях, где это по техническим условиям возможно, целесообразно проведение ВСП.

**7.10.4** Скважинные сейсмические исследования применяются для:

- изучения волновой картины во внутренних точках среды;

- определения природы волн, регистрируемых на наземных сейсмограммах, изучения их кинематических и динамических характеристик;
- стратиграфической привязки и коррекции формы наземных отражений;
- изучения скоростного разреза на участке, примыкающем к буровой скважине, определения отражающих и поглощающих характеристик разреза;
- изучения строения околоскважинного пространства (конфигурация отражающих границ, наличие тектонических нарушений, прогноз изменчивости коллекторских свойств разреза).

ВСП рекомендуется проводить в сочетании с акустическим и плотностным каротажем.

**7.10.5** Специальные работы МОГ и НВСП применяются при изучении сложно-построенных сред.

**7.10.6** Различаются однокомпонентные скважинные наблюдения, при которых регистрируются вертикальная компонента ( $Z$ ) поля упругих волн, и многокомпонентные наблюдения, при которых регистрируется полный вектор волнового поля.

Только многокомпонентные скважинные наблюдения обеспечивают решение всех поставленных перед этими исследованиями геологических задач и поэтому являются приоритетными.

**7.10.7** СК и ВСП проводятся с использованием специального оборудования (каротажного подъемника, зонда ВСП и пр.).

Рекомендуется все наблюдения проводить многоприборным зондом с прижимными устройствами. Наблюдения выполняются при подъёме зонда от забоя скважины.

Перед проведением работ буровая скважина должна быть обязательно промыта, прошаблонирована и принята по акту от буровой организации с указанием всех параметров, которые могут повлиять на выполнение работ ВСП.

Во избежание заклинивания зонда операции по его спуску и подъёму следует производить осторожно со скоростью не более 3 км/час в обсаженной части буровой скважины и не более 2 км/час в открытом стволе.

Необходимо избегать приближения зонда к забою буровой скважины на расстояние менее 10 м.

Длительность нахождения зонда с прижатыми модулями в необсаженной части буровой скважины на одной глубине не должна превышать 10 мин.

Глубина погружения зонда определяется по магнитным меткам на кабеле. Во время спуска для контроля за продвижением зонда рекомендуется провести несколько записей через определённые интервалы.

После отжима модулей зонда от стенки необсаженной буровой скважины дальнейший спуск зонда недопустим без его предварительного подъёма на несколько метров.

**7.10.8** При применении многоприборных и многокомпонентных зондов должна быть обеспечена идентичность каналов по всему тракту записи, включая глубинные сейсмоприёмники. Обязательно должны быть представлены подтверждающие идентичность каналов контрольные ленты, полученные перед началом работ и по их окончании, а также – при замене глубинного зонда или его элементов.

При скважинных наблюдениях предъявляются повышенные требования к точности отсчёта времен.

Для контроля за отметкой момента взрыва устанавливаются контрольные сейсмоприёмники у устья каждой взрывной буровой скважины, а также – на расстоянии 50 - 100 м от неё, либо на 20 - 30 м глубже точки возбуждения.

**7.10.9** Условия возбуждения и характеристики приёмного канала должны обеспечить при СК регистрацию чёткого первого вступления проходящей волны в каждой точке наблюдений, а при ВСП – получение импульса первой волны простого по форме и короткого по времени.

Для выбора условий возбуждения при работах ВСП необходимо проведение на каждой буровой скважине специальных опытных работ.

Для обеспечения повторяемости формы записи требуется сохранять условия возбуждения и, в первую очередь, глубину заложения и массу заряда.

Контроль за стабильностью условий возбуждения осуществляют по контрольному сейсмоприёмнику, помещённому в буровую скважину, пробуренную специально для этой цели, которая располагается между пунктом взрыва и устьем исследуемой буровой скважины.

**7.10.10** При проведении ВСП необходимо получение не менее двух вертикальных годографов, относящихся к пунктам взрыва, удалённым на разные расстояния от устья буровой скважины.

Один ПВ следует поместить на минимальном безопасном расстоянии от устья буровой скважины. Наиболее удалённый ПВ следует располагать от устья буровой скважины на расстоянии половины длины годографа ОГТ.

Вблизи каждого ПВ должна быть изучена ЗМС.

Для решения специальных задач, например, изучения строения околоскважинного пространства, анизотропных характеристик разреза, вертикальный профиль целесообразно обрабатывать из серии ПВ, расположенных на дневной поверхности под разными азимутами (от устья буровой скважины), отличающимися друг от друга на 60°, 120°.

Количество ПВ и схема их расположения определяются задачами исследований.

**7.10.11** Расстояние между точками наблюдений при ВСП выбирается максимальным, при котором сохраняется корреляция волн по вертикальному профилю. Обычно применяются расстояния от 10 до 20 м.

При работе с многоканальными зондами целесообразно перекрывать один корреляционный прибор.

**7.10.12** Многоволновое ВСП с целью изучения анизотропных свойств объектов проводится многокомпонентными (предпочтительно, ориентированными) скважинными зондами с использованием источников направленного действия с возможностью управления поляризацией.

**7.10.13** Для увязки данных ВСП и наземных наблюдений необходимо комбинировать наблюдения по вертикальным и горизонтальным профилям. При этом оба профиля обрабатываются из одних и тех же ПВ.

Материалы таких наблюдений целесообразно представлять в виде комбинированных горизонтально-вертикальных годографов или временных разрезов.

## **7.11 Контроль качества полевых сейсморазведочных работ**

**7.11.1** Контроль качества полевых СРР включает в себя:

- контроль качества источника возбуждения (точность его местоположения, глубина заложения заряда, качество укупорки, полнота взрыва, синхронность работы и точность генерации заданного сигнала невзрывными источниками);
- контроль приёмной расстановки (правильность установки групп сейсмоприёмников, их полярность, идентичность, в том числе проверяемые аппаратными средствами);
- контроль точности геодезической привязки;
- частичный контроль качества решения геологической задачи при трёхмерной съёмке путём оперативной обработки первичных материалов в поле (если это предусмотрено проектом на проведение СРР).

**7.11.2** Контроль за качеством полевых материалов, за соблюдением методики и технологии СРР в полевой сейсмопартии осуществляют представитель Заказчика или ведущий геофизик (геофизик 1 категории) полевой сейсмопартии.

**7.11.3** В случае обнаружения некачественных сейсмограмм, появившихся по техническим причинам, например, при некондиционных результатах тестирования аппаратуры и оборудования, работы останавливаются и возобновляются только после

устранения недостатков.

## **7.12 Топографо-геодезические работы при проведении полевых сейсморазведочных работ**

**7.12.1** Топографо-геодезические работы в сейсмической партии заключаются:

- в подготовке, разбивке и привязке сети профилей;
- в составлении топографической основы для сейсмических карт и профилей;
- в подготовке трасс и просек для передвижения сейсмической аппаратуры, бурового и взрывного оборудования.

**7.12.2** Координаты точек определяются прямыми измерениями на концах профилей, их изломах и пересечениях, в местах характерных перегибов рельефа и вдоль профилей через 500 - 1000 м.

Получение координат и высот промежуточных ПВ и ПП допускается аналитическим вычислением.

**7.12.3** При перенесении проектного положения сети профилей в натуру отклонение от проекта на проведение СРР не должно превышать при профильной съёмке – 100 м; при пространственной – 10 м.

**7.12.4** Предельная относительная погрешность измерения расстояний при профильных работах не может превышать 1:200; при пространственных (трёхмерных) – 1:400.

**7.12.5** Предельная погрешность относительных высотных отметок пункта геодезических наблюдений (далее – ПГН), для которых вычисляются глубины, не должна превышать 10 м при работах МПВ и 2 м – при работах МОВ-ОГТ.

**7.12.6** Допустимая среднеквадратическая погрешность определения фактического местоположения пунктов геофизических наблюдений: для профильных работ в плане – 10 м, по высоте – 2 м; для трёхмерных работ в плане – 2,5 м, по высоте – 1 м.

Если заказчик заинтересован в более высокой точности топографо-геодезических работ, делается дополнительный расчёт их трудоёмкости с соответствующим отображением в проектно-сметной документации.

**7.12.7** Относительная погрешность определения расстояний и глубин при СК, ВСП не должна превышать 1:1000.

**7.12.8** Топографо-геодезические работы выполняются в соответствии с ТНПА, устанавливающим правила по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ.

## **7.13 Буровые работы при проведении полевых сейсморазведочных работ**

**7.13.1** Для бурения взрывных буровых скважин в составе сейсмической партии организуется буровой отряд.

Технические средства и технология буровых работ должны обеспечивать необходимую глубину и устойчивость взрывных буровых скважин.

**7.13.2** Диаметр взрывных буровых скважин должен на 10 - 20 мм превышать диаметр применяемых зарядов.

Глубина взрывной буровой скважины в каждом конкретном случае должна обеспечивать погружение заряда на оптимальную глубину.

При необходимости погружения зарядов на забой через буровой инструмент бурение ведётся долотами с откидным донышком и бурильно-обсадной колонной с соответствующим внутренним диаметром.

**7.13.3** При групповых взрывах соседние взрывные буровые скважины размещаются одна от другой на расстояниях, достаточных для того чтобы не происходило соединения каверн, образующихся при взрыве.



**7.13.4** При бурении каждой взрывной буровой скважины ведется документация разреза.

Все необходимые сведения о разрезе взрывной буровой скважины регистрируются в сменном рапорте бурового мастера. Сменные рапорты бурового мастера хранятся как первичные полевые материалы.

**7.13.5** При проведении буровых работ должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды и требования [3].

## **8 Обработка сейсморазведочных материалов**

### **8.1 Организация обработки сейсморазведочных материалов**

**8.1.1** Обработка сейсморазведочных материалов выполняется в специализированных подразделениях машинной обработки информации.

Структура и число специалистов этих подразделений устанавливается в зависимости от принятой схемы организации обработки сейсморазведочных материалов, объема работ и других факторов.

**8.1.1.1** Подразделение машинной обработки на подготовительном этапе осуществляет:

- приемку первичных материалов, их учет и оценку качества;
- составление акта о качестве принятых материалов;
- подготовку сейсморазведочных материалов к обработке на электронно-вычислительных машинах (далее – ЭВМ).

**8.1.1.2** По завершении подготовительного этапа подразделение машинной обработки:

- определяет методику и оптимальные режимы обработки сейсморазведочных материалов и графы обработки;
- проводит обработку сейсморазведочных материалов;
- выполняет построение окончательных временных разрезов;
- участвует в подготовке рекомендаций по вопросам дальнейшего проведения сейсморазведочных работ;
- обеспечивает работоспособность обрабатывающей аппаратуры и программного обеспечения;
- проводит освоение новой аппаратуры;
- участвует в процессе проектирования дальнейших сейсморазведочных работ и в составлении отчетов полевых сейсмопартий о результатах проведенных полевых сейсморазведочных работ;
- готовит главу по обработке сейсморазведочных материалов для включения в геолого-геофизический отчет о результатах сейсморазведочных работ на территории исследований.

**8.1.1.3** Подразделение машинной обработки материалов ВСП по завершении подготовительного этапа:

- выбирает оптимальные режимы и графы обработки материалов ВСП;
- проводит обработку материалов ВСП и каротажных данных с предоставлением результатов в виде таблиц, графиков, временных и глубинных разрезов и т.д.;
- дает рекомендации полевым сейсмопартиям по вопросам совершенствования методики работ ВСП на буровой скважине;
- осуществляет контроль за состоянием техники обработки и программного обеспечения;
- принимает участие в проектировании дальнейших работ ВСП, интерпретации полученных материалов и составлении отчетов полевых сейсмопартий о результатах проведенных работ ВСП.

**8.1.1.4** В состав обрабатывающего подразделения иногда включаются группы системной, технической и геофизической поддержки.

Группа системной поддержки отвечает за надежное функционирование системы математического обеспечения (далее - МО), установку новых версий обработки сейсморазведочных материалов, разбор сложных ситуаций, связанных со сбоями оборудования или МО на системном уровне и обеспечивает устранение таких сбоев.

Группа технической поддержки обеспечивает работоспособность обрабатывающей аппаратуры, поддерживает связь с ее производителями с целью оперативного устранения сложных ситуаций, связанных со сбоями оборудования; принимает активное участие в установке и запуске нового оборудования и модернизации работающего оборудования.

Группа геофизической поддержки решает проблемы, возникающие в ходе обработки сейсморазведочных материалов, консультирует геофизиков, поддерживает связь с создателями МО, осуществляет адаптацию и внедрение исправленных версий или новых программ обработки сейсморазведочных материалов, осуществляет разбор алгоритмов новых программ, опробует их и обучает геофизиков работе с ними.

**8.1.2** Основное назначение цифровой обработки - преобразование первичных сейсморазведочных данных к виду, обеспечивающему их эффективную интерпретацию. На различных этапах процесса обработки сейсморазведочных данных выделяются следующие задачи:

- обработка данных, зарегистрированных с помощью конкретных схем наблюдения 2D, 3D, криволинейные или широкие профили;
- выделение и прослеживание заданных, целевых горизонтов;
- достижение высокой разрешенности или повышение разрешенности по сравнению с ранее полученными и обработанными материалами на данной площади;
- обеспечение точных структурных построений для целевых горизонтов;
- обработка данных, зарегистрированных методами ВСП, КМПВ, многоволновой сейсморазведки;
- дополнительное повышение точности, разрешенности и сохранения кинематических и динамических особенностей сейсморазведочного материала, что характерно при последовательном переходе от регионального этапа сейсмических работ к детализационному;
- дополнительное повышение точности структурных построений глубоко расположенных целевых горизонтов за счет максимального исключения влияния вышерасположенных геологических объектов;
- для задачи мониторинга месторождения полезного ископаемого при повторном цикле исследований требование проведения обработки с жестким сохранением графа, который использовался в начале цикла мониторинга; при необходимости включения в граф новых процедур обработки сейсморазведочных данных, требование переобработки всего объема сейсморазведочных данных (новых и старых).

**8.1.3** Требования, предъявляемые к обработке сейсморазведочных данных со стороны Заказчика или вышестоящей организации, фиксируются в задании на обработку и/или договоре, в которое должны быть включены геолого-геофизические условия и технические условия выполнения работ.

Эти требования включают в себя:

- качественную обработку переданного сейсморазведочного материала с решением поставленной задачи и передачей результатов в срок, включая подготовку и передачу отчета о результатах проведенной обработки;
- сохранение полевой сейсморазведочной информации и документации, и ее возвращение в оговоренные сроки;
- сохранение конфиденциальности информации об обрабатываемых сейсморазведочных материалах;
- соблюдение требований секретности (особенно это касается координат) в случаях, установленных законодательством о защите информации.

- 8.1.3.1** Задача на обработку сейсморазведочных материалов должна формулироваться таким образом, чтобы использовать реальные возможности обработки на настоящее время, но с учетом качества сейсморазведочного материала, который поступает на обработку.
- 8.1.3.2** По специальной договоренности представитель Заказчика может присутствовать в ходе проведения обработки сейсморазведочных материалов, осуществляя контроль (в оговоренных границах), не вмешиваясь в административную, организационную и хозяйственную деятельность Исполнителя.
- 8.1.4** Взаимодействие между структурными подразделениями геофизической организации, заказывающими обработку сейсморазведочных материалов, в том числе проводящими работы ВСП на буровой скважине, (Заказчик), и выполняющими машинную обработку полученных материалов (Исполнитель), осуществляется на договорной основе либо в порядке, установленном локальным актом геофизической организации.
- 8.1.4.1** В договорах между Заказчиком и Исполнителем указываются задачи и объемы обработки в физических наблюдениях, а также организационные, правовые и финансовые условия.
- 8.1.4.2** К договору прилагаются:
- геологическое (техническое) задание на обработку сейсморазведочных материалов;
  - календарные графики поставки и обработки сейсморазведочных материалов на ЭВМ;
  - протокол соглашения о договорной цене обработки, рассчитанной на основе сметной стоимости обработки сейсморазведочных материалов.

## **8.2 Подготовка и передача сейсморазведочных материалов для обработки**

- 8.2.1** На обработку передаются следующие материалы СРР:
- геолого-методическая часть проекта;
  - паспорта носителей информации;
  - полевые сейсмограммы - сейсмические записи на электронных носителях информации;
  - воспроизведение или ксерокопии характерных или всех сейсмических записей для контроля процесса ввода;
  - координаты и отметки высот ПВ/ПП;
  - системы наблюдений по профилям 2D с нанесенными нивелировочными разрезами, графиком априорных статических поправок и обозначением сейсмограмм и трасс, которые необходимо редактировать;
  - схема (карта) отработанных профилей 2D;
  - схема профилей возбуждения и приема и система наблюдений для данных 3D;
  - оригинал или копии рапортов оператора;
  - таблицы априорных скоростных законов;
  - информация для редактирования трасс в табличном виде с указанием номеров сейсмограмм и трасс, которые нужно отбраковать или изменить полярность;
  - имеющиеся к моменту начала обработки результаты предыдущей обработки по данному профилю (площади), объекту 3D;
  - априорные структурные карты по основным горизонтам;
  - для данных, полученных с использованием вибратора, перечень параметров, описывающих работу вибратора.
- Для обработки данных ВСП Заказчик подготавливает и передает Исполнителю следующие материалы:
- геолого-методическую часть проекта;
  - схему расположения пунктов возбуждения;
  - сменный рапорт оператора;

- электронные носители информации с исходной записью результатов ВСП;
- данные акустического каротажа (далее – АК), гамма-гамма-каротажа плотностного (далее - ГГК-П) и других методов каротажа в виде записей на электронных носителях информации, при наличии результатов интерпретации;
- литолого-стратиграфическую колонку по исследуемой буровой скважине с данными отбивки основных горизонтов;
- таблицы петрографических определений образцов пород, отобранных по буровой скважине;
- сейсмические данные по сейсморазведочному профилю, проходящему через устье буровой скважины, или в непосредственной близости (на электронных носителях информации и визуализированные на бумаге);
- нивелировочные данные по ПВ и исследуемой буровой скважине.

**8.2.2** Сейсморазведочные материалы, передаваемые на обработку, должны быть отражены следующие требования.

**8.2.2.1** Геолого-методическая часть.

В данном подразделе должны быть указаны геолого-геофизические условия для данного района; необходимо перечислить главные трудности для обработки; дать описание основных геолого-геофизических объектов, на которые нацелена обработка сейсморазведочных материалов.

**8.2.2.2** Задание на обработку.

В данном подразделе должны быть указаны задачи и подзадачи, которые необходимо выполнить в ходе обработки сейсморазведочных материалов:

- повышение разрешенности;
- прослеживание определенных горизонтов (с указанием временных интервалов);
- переобработка сейсморазведочных материалов прошлых лет;
- обработка новых сейсморазведочных материалов с сохранением ранее использованного графа обработки и т.д.

Задание может быть детализировано в виде графа обработки с указанием процедур:

- контроля качества;
- количества точек и густоты выполнения скоростного анализа;
- требования выполнения конкретных процедур.

Задание должно быть адекватным геолого-геофизическим условиям для данного района и качеству передаваемого сейсморазведочного материала.

**8.2.2.3** Сейсмограммы МОВ.

Должны удовлетворять и соответствовать общим требованиям.

Они должны сопровождаться паспортом или распечаткой структуры сейсморазведочных данных на магнитном носителе - количество блоков информации, длина блоков.

Для сейсмограмм должен быть указан формат, длительность регистрации данных, шаг дискретизации, число каналов, общее число сейсмограмм.

**8.2.2.4** Первичные записи КМПВ.

Должны удовлетворять и соответствовать общим требованиям.

В целях унификации процесса обработки и повышения ее технологичности необходимо выполнение следующих требований:

- расстояние между сейсмическими трассами (шаг между центрами групп сейсмоприемников) должен быть постоянным для всей совокупности обрабатываемых сейсмограмм;
- число перекрывающихся (корреляционных) каналов должно быть постоянным для всей совокупности обрабатываемых по профилю сейсмограмм;
- высокое качество сейсмозаписей на корреляционных каналах;
- отношение сигнал/помеха на сейсмограммах должно быть не менее 0,5 - 1,0.

**8.2.2.5** Координаты. X,Y.

Координаты и альтитуды ПВ/ПП должны быть рассчитаны с точностью не менее 1 м.

По требованиям секретности в настоящее время координаты передаются не истинные, а условные, в которых проводится обработка сейсморазведочных материалов.

Если нет специального указания Заказчика на модификацию координат, то обработка проводится именно с теми координатами, которые получены.

**8.2.2.6** Априорный скоростной закон - скоростной закон, с которым ранее проводилось суммирование на данной площади или профиле, или закон, полученный по результатам обработки СК (ВСП) в ближайшей буровой скважине.

Для скоростного закона указывается точка приложения закона, указываются единицы измерения и уровень начала отсчета - поверхность или уровень приведения.

**8.2.2.7** Схема наблюдений 2D.

Должна содержать местоположение ПВ, ПП, каждого канала. На схеме должны быть отмечены каналы, которые требуют отбраковки или обращения полярности.

**8.2.2.8** Статические поправки (далее - СтП).

СтП задаются отдельно для ПВ и ПП. Единицы измерения – миллисекунды (мс).

Должно быть указано правило обращения на действие знака СтП, например, положительная СтП уменьшает время на трассе.

Для обработки 2D значения и графики рельефа и СтП наносятся под схемой наблюдения 2D.

Если СтП не передаются, то должна быть передана вся информация для их расчета на этапе обработки: рельеф, уровень приведения, глубины взрывных буровых скважин, вертикальные времена, скорость в верхнем слое ЗМС, скорость в подстилающем слое.

**8.2.2.9** Информация для объекта 3D.

Должна быть передана схема наблюдения 3D, указаны шаг между линиями ПВ и ПП, размеры бина по двум осям.

Кроме этого, должны быть указаны координаты сетки - 4 узла либо 2 узла и дирекционный угол.

**8.2.2.10** Информация для редактирования.

Должна быть представлена информация о сейсмозаписях и/или трассах, которые должны быть отредактированы или для которых должна быть изменена полярность.

**8.2.2.11** Виброданные.

Обязательно указываются параметры свип-сигнала - номер канала, на котором записан свип-сигнал, длина свип-сигнала, полоса частот.

**8.2.2.12** Результаты предыдущей обработки.

Если данные уже обрабатывались ранее и ставится задача переобработки, то должно передаваться описание применявшегося ранее графа обработки, системы обработки, какая задача решалась на тот момент и насколько успешно ее удалось решить, а также временные разрезы, полученные в результате предыдущей обработки.

**8.2.3** Приемка сейсморазведочных материалов на обработку оформляется двусторонним актом, в котором указывается перечень передаваемых сейсморазведочных материалов и, в случае необходимости, недостающие разделы.

Акт составляется в двух экземплярах и подписывается представителями Заказчика и Исполнителя.

На практике принято считать началом обработки сейсморазведочных материалов момент передачи всех необходимых данных по 8.2.2.

**8.2.4** Оценка качества сейсморазведочных материалов, принятых в обработку, производится по 100%-ному воспроизведению полевых записей на экране компьютера и диагностическим распечаткам процедуры ввода записей в ЭВМ, а также по распечаткам амплитуд выборочных трасс в соответствии с 7.1.5.

Качество принятых материалов отражается в заключении, которое составляется Исполнителем при участии представителя Заказчика в 30-дневный срок после приемки сейсморазведочных материалов на обработку.

**8.2.5** Сейсмические записи передаются в фиксированных геофизических форматах SEG A, B, C, D, Y. Все отклонения от стандарта оговариваются.

При передаче данных в формате SEG-Y обязательно указывается, в каких байтах лежит нестандартная информация, например, для данных 3D (поскольку формат SEG-Y первоначально спроектирован для 2D данных).

**8.2.5.1** Данные, поступающие на обработку, должны быть разархивированы и записаны на магнитный носитель не в режиме блокирования.

Если по каким-то причинам вышеуказанные условия не могут быть соблюдены, обязательно указать систему архивации и размер блоков.

Обязательно также прилагается распечатка структуры передаваемых данных.

**8.2.5.2** Координаты ПВ/ПП.

Координаты для 2D данных должны передаваться в поколоночном виде - ПВ/ПП X Y Z. В настоящее время широкое применение получил формат представления геофизических координат SEG P1. Этот формат дает поколоночное описание координат X, Y и альтитуд для ПВ/ПП. Структура его проста и он удобен для ввода в ЭВМ.

**8.2.5.3** Схема наблюдения для данных 2D.

Схема наблюдения передается через SPS файл или на бумажном носителе.

**8.2.5.4** Схема наблюдения для данных 3D.

Для данных 3D описание схемы наблюдений должно передаваться только в формате SPS.

Этот формат содержит координаты и альтитуды ПВ/ПП, СтП, соотношение ПВ-ПП - т.е. описание расстановки и другую необходимую информацию.

Формат SPS используется главным образом для описания данных 3D, хотя может использоваться для данных - 2D.

**8.2.5.5** Данные ВСП предоставляются на электронных носителях в сейсмических форматах SEG-Y, SEG-B, SEG-D.

**8.2.6** Для подготовки сейсморазведочных данных, главным образом 2D, полученных более 10-ти лет тому назад, к обработке следует применять те же правила, что и для вновь полученных данных.

Для старых сейсморазведочных данных часто не хватает одного или нескольких видов входной информации, например, утеряны рапорта операторов, а качество самой информации низкое.

При подготовке информации к передаче необходимо обеспечить, чтобы вся недостающая информация могла быть восстановлена на этапе обработки.

**8.2.6.1** Обязательно должна быть передана информация о схеме наблюдения или информация, на основании которой схема может быть восстановлена.

Приемлемым вариантом является наличие информации о геометрии, которая была ранее занесена в заголовки трасс, например в заголовки формата SEG-Y.

Если не передаются значения СтП, то необходимо передать данные о рельефе, ЗМС, уровне приведения.

**8.2.6.2** Учитывая низкое качество старых данных, которое обычно хуже, чем для вновь зарегистрированных, необходимо передать сведения о качестве чтения для передаваемых записей в виде распечатки структуры сейсмических данных, записанных на магнитном носителе.

**8.2.6.3** При наличии данных только в виде суммарного разреза и отсутствии сейсмограмм (МОВ или ОСТ), передается разрез с соответствующей корректировкой задачи обработки.

**8.2.6.4** Последней возможностью ввода данных, является ввод суммарных трасс с изображения временного разреза с использованием специального оборудования и МО.

В двух последних случаях реализуется только обработка разрезов на завершающих этапах обработки.

### 8.3 Обработка сейсморазведочных данных 2D

**8.3.1.** Перечень процедур современных систем обработки составляет несколько сотен наименований. Здесь приводится только перечень основных групп обрабатываемых процедур.

Каждая группа включает в себя широкий набор процедур, выбор и применение которых будет определяться целями и задачами обработки.

В этот перечень входят:

- программы для работы с полевыми электронными носителями информации;
- программы ввода/вывода, включая демультимплексацию полевых данных;
- редактирование записей;
- процедуры регулировки амплитуд;
- процедуры деконволюции;
- процедуры частотной фильтрации;
- процедуры для работы с геометрией;
- процедуры сортировки / выбора трасс;
- подавление шума и улучшение качества данных;
- подавление низко и среднескоростных волн-помех;
- подавление кратных волн;
- процедуры ввода кинематических поправок;
- процедуры ввода и коррекции СтП;
- процедуры анализа скоростей;
- процедуры суммирования;
- процедуры миграции и отображения;
- процедуры воспроизведения промежуточных и окончательных результатов;
- вспомогательные процедуры.

Приведенное деление на группы не является слишком жестким и некоторые процедуры могут относиться к разным группам, например программы деконволюции можно отнести и к группе подавления кратных волн.

**8.3.2.** Граф и параметры обработки для каждого района (площади) выбираются из широкого набора процедур чаще всего на основании обработки материалов, проведенной на тестовых профилях.

Многообразие процедур позволяет геофизику во время обработки подобрать наилучший или оптимальный граф.

Ниже в качестве примера приводится типовой граф обработки 2D.

Демультимплексация полевых данных с восстановлением полевого усиления.

Редактирование записей.

Описание геометрии наблюдений. Ввод в специальные файлы информации о X, Y координатах ПВ/ПП, превышениях, априорных СтП, расстановках.

Объединение сейсмической информации с информацией о геометрии - ввод информации о геометрии в заголовки трасс.

Подавление среднескоростных и низкоскоростных волн-помех.

Регулировка амплитуд (приведение амплитуд к заданному уровню, принятому в системе обработки) с настройкой в заданном окне.

Тестирование параметров деконволюции.

Одноканальная деконволюция (предсказывающая или сжатия) по сейсмограммам в одном или нескольких окнах.

Тестирование параметров фильтрации.

Полосовая фильтрация.

Ввод информации об априорном скоростном законе.

Сортировка ОСТ.

Ввод статических и кинематических поправок.

Получение суммарного разреза.

Коррекция СтП.

Коррекция кинематических поправок - анализ скоростей.

Ввод скорректированных статических и кинематических поправок. Получение суммарного разреза.

При необходимости повторение цикла коррекции статических и кинематических поправок.

Подавление кратных волн.

Коррекция остаточных фазовых сдвигов и получение суммарного разреза.

Миграция по разрезу.

Деконволюция (нуль-фазовая) по разрезу.

Тестирование параметров фильтрации.

Постоянная или переменная во времени полосовая фильтрация.

Подавление регулярных и нерегулярных помех по разрезу.

Окончательный вывод.

**8.3.3** Для обеспечения высокого качества результатов обработки и повышения надежности получаемых результатов в ходе обработки необходимо использовать приемы контроля качества обработки.

**8.3.3.1** Набор приемов контроля качества так же, как и граф обработки, не может быть зафиксирован и зависит от самого графа обработки, требований Заказчика и других условий.

В зависимости от задачи, поставленной перед обработкой, набор процедур контроля качества может расширяться или сужаться.

**8.3.3.2** Ниже приводится типовой набор приемов контроля качества результатов обработки сейсморазведочных материалов:

- на начальном этапе обработки:

а) просмотр всего полевого материала с целью нахождения брака и подтверждения соответствия между сейсморазведочным материалом и сопроводительной документацией;

- в ходе всей обработки:

а) анализ суммарных разрезов после каждой выполняющейся процедуры или этапа;

б) анализ распечаток прошедших заданий на предмет обнаружения ошибок или предупреждений системы обработки о нестандартной ситуации;

в) контроль введенной информации;

г) распечатки или графики СтП, рельефа, координат, информации о скоростях, схема кратности;

- на этапе ввода геометрии в трассы:

а) ввод кинематических поправок по линейному закону со скоростью, равной скорости прямой волн, и просмотр сейсмограмм на экране дисплея; при правильно введенной геометрии первые вступления будут спрямлены; отклонения позволяют выявить грубые ошибки в описании геометрии;

- на этапе подавления помех:

а) качество подавления помех может оцениваться путем получения соответствующих разностей (например: разрез до вычитания кратных - разрез после вычитания); также могут анализироваться вертикальные спектры скоростей до и после вычитания, на которых при эффективной работе вычитания наблюдается сильно ослабленная зона, соответствующая кратным волнам;

- на этапе коррекции кинематических поправок:

а) обязательно получение разреза после коррекции кинематических поправок;

б) для лучшего анализа характера поля скоростей получают разрезы интервальных скоростей и скоростей суммирования;

- на этапе коррекции СтП:



а) на разрезах после коррекции СтП должно наблюдаться улучшение прослеживания основных целевых горизонтов;

б) одновременно не должно наблюдаться искажение поведения этих горизонтов.

**8.3.4** Обработка криволинейных профилей имеет определенную специфику.

**8.3.4.1** При отстреле криволинейных профилей происходит смещение точек отражения относительно линии профиля. В этом случае возможны два варианта обработки:

- обработка криволинейного профиля как прямолинейного; при этом информация о X, Y координатах ПВ/ПП используется только для расчета правильных расстояний взрыв-прием, координаты точек ОСТ устанавливаются вдоль линии, на которой расположены ПП, а в остальном - граф обработки не отличается от обычного;

- обработка криволинейного профиля с учетом его криволинейности; в этом случае X, Y координаты ПВ/ПП используются для расчета удалений, а также координат точек ОСТ.

При обработке по этому варианту необходимо учитывать ряд особенностей.

**8.3.4.2** Координаты точек ОСТ должны выбираться вдоль линии, проведенной через "облака" срединных точек.

Вместо точек ОСТ организуются общие срединные площадки с продольным размером, равным шагу между ОСТ и поперечным размером, превышающим продольный в несколько раз.

Сейсмограммой ОСТ является в этом случае подборка трасс, центры которых попадают в границы одной срединной площадки.

**8.3.4.3** Следствием кривизны профиля является нерегулярность кратности вдоль профиля и для достижения регулярной кратности нужно использовать процедуру гибкого биннинга, когда для одной площадки кроме своих собственных добавляются трассы из соседних.

**8.3.4.4** При использовании многоканальных процедур, базирующихся на принципе регулярного шага между каналами (например, FK-фильтрации), нерегулярность удалений взрыв-прием приводит к необходимости использования специальных программ или специальных режимов в традиционных программах подавления регулярных помех.

**8.3.4.5** При значительном отклонении срединных точек от линии профиля ОСТ, что приводит к большому поперечному размеру срединной площадки, необходим учет поперечного наклона отражающих границ на этапах коррекции кинематических и статических поправок.

## **8.4 Специфика обработки материалов полевых сейсмических работ для различных геологических условий**

**8.4.1** Специфика обработки материалов полевых сейсмических работ зависит от конкретных геологических условий.

**8.4.1.1** В районах со сложными сейсмогеологическими условиями, где регистрируется зашумленное волновое поле и при поступлении на обработку материала с низким качеством полевой регистрации необходимо применять процедуры редактирования записей (на основе анализа амплитуды и частоты) для очистки данных от аномальных записей, отдельных трасс, участков трасс или даже отдельных дискретов.

Кроме ручной редакции необходимо активно использовать программы автоматического поиска и редактирования аномальных участков записи.

**8.4.1.2** Процедуры регулировки усиления применяются для всех видов материалов.

Применять их целесообразно после подавления мощных помех и правильно выбирать окно настройки. Часто за счет правильного подбора места процедуры в графе обработки, вида и параметров процедур этого класса удается ослабить помехи (шумы), усилить слабые отражения, не исказить динамику записи.

**8.4.1.3** Процедуры деконволюции.

Процедура потрассной деконволюции по сейсмическим записям до суммирования является обязательной процедурой в графе обработки, т.е. деконволюция применяется

практически во всех районах. Исключением могут быть только материалы с чрезвычайно низким соотношением сигнал/помеха.

В этом случае деконволюцию необходимо использовать только после суммирования.

Роль процедур деконволюции велика в платформенных условиях, где особенно важно повышение разрешенности записи.

Процедуры деконволюции способствуют стабильности и точности выделения отражающих границ.

#### **8.4.1.4** Процедуры частотной фильтрации.

Процедуры фильтрации (полосовой) также являются обязательными и включаются в граф обработки любого материала. Чаще всего они выполняются несколько раз, в том числе, после деконволюции по сейсмограммам и по суммарному разрезу.

При использовании процедур фильтрации важно выбирать значения частотной характеристики, сохраняя на начальных этапах обработки широкую полосу пропускания. Сузить полосу пропускания можно на следующих этапах обработки.

#### **8.4.1.5** Многоканальная фильтрация.

Многоканальную фильтрацию для подавления среднескоростных или высокоскоростных помех также следует применять практически во всех районах.

Роль этих процедур важна при подавлении низкоскоростных волн-помех с прямолинейными осями и кратных волн.

При сохранении фона регулярных помех на разрезе следует применять многоканальную фильтрацию по суммарному разрезу с целью подавления регулярных помех и повышения отношения сигнал/помеха перед процедурами анализа динамических характеристик отражений.

#### **8.4.1.6** Расчет и коррекция кинематических поправок.

Коррекция кинематических поправок является обязательным и одним из важнейших этапов или процедур обработки. Применяется при обработке данных из любых геологических районов, однако, особенно важное значение процедура скоростного анализа имеет при решении структурных задач в прогибах, складчатых зонах, в условиях солянокупольной тектоники, где рекомендуется дополнительно применение процедуры DMO - учет влияния углов наклона.

#### **8.4.1.7** Расчет и коррекция статических поправок.

В условиях неоднородного строения ВЧР эти процедуры являются важнейшими для получения качественных, достоверных и точных данных о строении геологического разреза. Коррекция СтП также является обязательным этапом обработки.

#### **8.4.1.8** Подавление кратных волн.

Процедуры подавления кратных волн используются довольно широко.

В ряде районов борьба с кратными волнами может стать одной из главных проблем обработки. В качестве эффективных процедур, известны процедуры подавления, построенные на основе преобразования Радона и решения волнового уравнения.

Возможным вариантом борьбы с кратными волнами является использование многоканального фильтра в режиме пропускания с настройкой на однократные волны.

#### **8.4.1.9** Суммирование.

Суммирование по ОСТ является обязательной процедурой.

Рекомендуется шире использовать такую модификацию как медианное суммирование, при котором происходит дополнительное повышение соотношения сигнал/помеха по сравнению с обычным суммированием.

#### **8.4.1.10** Миграция во временной и глубинной области.

Применение процедур миграции необходимо при обработке материалов полученных во впадинах, в складчатых областях и прибортовых зонах впадин, в условиях диапировой и солянокупольной тектоники.

Кроме этого, применение миграции необходимо и в платформенных областях для лучшего выделения разрывных нарушений.

Процедура миграции способствует также выявлению рифовых тел в условиях низкого соотношения сигнал/помеха.

При обработке материалов со сложной геологической моделью (например, соляная тектоника) необходимо использовать усложненные варианты миграции:

- глубинная миграция после суммирования;
- временная миграция до суммирования;
- глубинная миграция до суммирования.

Для выполнения миграции до суммирования требуется построение глубинной скоростной модели.

**8.4.1.11** Процедуры визуализации используются практически на каждом этапе обработки материалов полевых сейсмических работ.

Несмотря на кажущуюся простоту и привычность работы с ними подчеркнем, что очень важны правильно выбранные параметры, управляющие выводом (усиление, шаг между трассами, способ воспроизведения).

Для того, чтобы лучше выделять тонкие детали, можно рекомендовать использовать цветную или серую шкалу с большим числом градаций.

**8.4.2** Ниже приводится перечень процедур, с помощью которых может быть расширен типовой граф обработки.

**8.4.2.1** Расчет статики по первым вступлениям преломленных волн.

Для ее работы выполняется ручное или полуавтоматическое (редко автоматическое) прослеживание первых вступлений преломленных волн, после чего программа строит модель ВЧР и проводит для этой модели расчет СтП.

Использование этой программы зачастую позволяет решить задачу учета длиннопериодной статики.

Результаты работы в значительной степени зависят от качества первых вступлений; для улучшения их выделения могут использоваться практически все приемы, улучшающие прослеживание конкретного типа волн - деконволюция, полосовая и когерентная фильтрация и другие.

**8.4.2.2** Коррекция амплитуд и деконволюция с учетом поверхностных условий.

Одним из требований, предъявляемых к современной обработке, является сохранение соотношения амплитуд на сейсмической записи. Такой принцип обработки получил название обработки с сохранением амплитудных соотношений - RAP (Residual Amplitude Preservation).

В настоящее время необходимо стремиться проводить всю обработку с сохранением амплитудных соотношений. Вынужденные исключения могут встречаться для районов с особенно тяжелыми условиями и там, где стоит задача получения какой-либо информации на фоне мощных помех.

Для проведения обработки с сохранением амплитудных соотношений из графа обработки исключаются процедуры автоматической регулировки и процедура потрассной нормализации амплитуд в заданном окне. Они заменяются процедурой регулировки амплитуд с учетом поверхностных условий, когда амплитудный коэффициент для каждой трассы рассчитывается с учетом влияния ПВ, ПП, ОСТ и расстояния взрыв-прибор. Кроме этого, вместо потрассной деконволюции используется деконволюция с учетом поверхностных условий; оператор дековолюции для каждой трассы рассчитывается с учетом влияния ПВ, ПП, ОСТ и расстояния взрыв-прибор.

Использование обработки с сохранением амплитудных соотношений позволяет проводить последующий AVO/AVA анализ и корректно выполнять интерпретацию динамических параметров.

**8.4.2.3** Медианное суммирование, медианная фильтрация, FX - деконволюция.

Для лучшего выделения сигнала на фоне помех более высокую эффективность, по сравнению с традиционными программами суммирования и когерентной фильтрации, показали процедуры медианного суммирования и - FX - деконволюции;

**8.4.2.4** Подавление кратных волн с использованием преобразования Радона и решения волнового уравнения.

В настоящее время эти способы считаются наиболее эффективными для решения задачи подавления кратных волн.

**8.4.2.5** Глубинная миграция до суммирования.

Одной из процедур для получения точных глубинных построений, в настоящее время, является глубинная миграция до суммирования.

Использование этой процедуры позволяет проводить корректный учет преломления лучей на этапе миграции.

Это требует построения правильной глубинно-скоростной модели для выполнения миграции.

**8.4.2.6** Программы адаптивного подавления помех/выделения сигнала.

В условиях резко меняющейся волновой картины и высокого уровня помех высокоэффективными показали себя программы фильтрации и выделения сигнала с адаптивной настройкой параметров сигнала или помех.

**8.4.2.7** При необходимости в граф обработки должен включаться этап расчета и применения согласующей фильтрации, например, при совместной обработке данных вибро- и взрывной сейсморазведки, при переходе с моря на сушу (транзитная зона) и при обработке профилей разных лет.

**8.4.2.8** Для сложных геологических моделей должен быть включен довольно трудоемкий этап обработки - глубинная миграция до суммирования с построением и уточнением скоростной модели.

**8.4.2.9** При обработке на одной площади серии профилей, которые чаще всего имеют пересечения друг с другом, в ходе обработки необходимо выполнять неоднократные увязки профилей в точках пересечения.

Особенно это касается этапов коррекции статических и кинематических поправок.

**8.4.2.10** Многообразие процедур позволяет геофизику во время обработки подобрать оптимальный граф обработки.

## **8.5 Специфика обработки сейсморазведочных данных 3D**

**8.5.1** Значительное число процедур обработки работают практически одинаково для сейсморазведочных данных 2D и 3D.

В первую очередь это относится к потрассовым процедурам, например, потрассовой балансировки, одноканальной деконволюции и фильтрации и т.д. Однако ряд, главным образом, многоканальных процедур должны отражать трехмерный характер данных.

К таким специальным процедурам относятся:

- процедура бинирования, т.е. разбивание данных на бины или двумерные площадки;
- DMO;
- коррекция статических поправок;
- расчет статики по преломленным волнам;
- подавление регулярных волн-помех;
- миграции;
- подавление нерегулярных помех (FXY-деконволюция);
- глубинная миграция до суммирования.

Большинство из этих 3D процедур не может быть полностью заменено двукратным применением соответствующей процедуры в 2D варианте.

Например, проход 2D миграции по X, а затем по Y направлению в большинстве случаев не является эквивалентом однопроходной 3D миграции.

Таким образом, при выполнении качественной 3D обработки в группах обрабатывающих процедур должны присутствовать соответствующие программы, нацеленные на решение трехмерных задач.

**8.5.2** Граф и параметры обработки сейсморазведочных данных 3D для каждого района (площади) выбираются из широкого набора процедур чаще всего на основании обработки материалов, проведенной на тестовых профилях.

Многообразие процедур позволяет геофизику во время обработки подобрать наилучший или оптимальный граф.

*Пример - типовой граф обработки сейсморазведочных данных 3D:*

- демультимплексация полевых данных с восстановлением полевого усиления;
- описание геометрии наблюдений; вводится информация о X, Y координатах, пунктах взрыва/приема, превышениях, априорных СтП; описание расстановки;
- объединение сейсмической информации с информацией о геометрии; ввод информации в заголовки трасс;
- набрасывание сетки и бинирование;
- контроль качества геометрии;
- редактирование сейсмограмм/трасс;
- подавление (вычитание) среднескоростных и/или низкоскоростных волн-помех с учетом неравномерного спектра удалений;
- регулировка амплитуд (приведение амплитуд к заданному уровню, принятому в системе обработки) с настройкой в заданном окне;
- тестирование параметров деконволюции;
- предсказывающая одноканальная деконволюция по сейсмограммам;
- тестирование параметров фильтрации;
- полосовая фильтрация;
- сортировка по бинам;
- ввод статических и кинематических поправок, используя априорный скоростной закон;
- получение суммарного куба;
- вывод контрольных сечений;
- анализ скоростей в узлах сетки не реже 1x1 км;
- получение куба скоростей суммирования;
- 3D коррекция статики;
- ввод скорректированных статических и кинематических поправок;
- получение суммарного куба;
- вывод контрольных сечений;
- при необходимости повторение цикла коррекции кинематических и статических поправок;
- подавление кратных волн;
- контроль качества подавления кратных волн;
- коррекция остаточных фазовых сдвигов и получение окончательного суммарного куба;
- получение куба скоростей миграции; контроль качества;
- однопроходная 3D миграция по кубу суммотрасс;
- деконволюция (нульфазовая) по разрезу;
- тестирование параметров фильтрации;
- полосовая фильтрация;
- подавление нерегулярных помех по разрезу в 3D варианте (FXY-деконволюция);
- окончательный вывод контрольных сечений;
- подготовка окончательных результатов для передачи Заказчику

**8.5.3** Для повышения надежности получаемых результатов в ходе обработки 3D, так же как и 2D, используются приемы контроля качества обработки.

Последовательность таких приемов контроля качества зависит от самого графа обработки, требований Заказчика и других. Здесь говорится о контроле качества в "типовом" смысле. В зависимости от задачи, поставленной перед обработкой, набор процедур контроля качества может меняться. Определенную часть процедур может определять сам Заказчик.

Большинство этапов контроля качества для материалов 2D и 3D совпадают, как и значительная часть обрабатываемых процедур.

Однако контроль качества для материалов 3D имеет несколько специфических моментов.

**8.5.3.1** Вместо просмотра всего объема данных на разных этапах обработки (что вполне реализуемо для обработки 2D), для 3D обычно выводятся только контрольные сечения.

Шаг между ними выбирается в зависимости от размера куба и геологической модели (например, 1 км).

**8.5.3.2** Для просмотра информации, введенной на этапе ввода геометрии (X, Y координаты ПВ/ПП, статика, превышения, глубины взрывных скважин и т.д.) вместо графиков должны использоваться двумерные карты-планшеты.

Тщательный их анализ зачастую позволяет выявить ошибки во введенной информации.

**8.5.3.3** Тщательно анализируется карта кратности, которая получается в результате бинирования.

Анализ карты кратности позволяет определить ошибки в задании параметров сетки (начало координат и угол поворота относительно направления на север).

**8.5.3.4** Контроль на этапах ввода геометрии, деконволюции и фильтрации, коррекции статика, подавления помех не отличается от режима обработки 2D за исключением объема (контрольные сечения).

**8.5.3.5** Особое внимание следует уделить контролю скоростной информации, которая используется для суммирования или миграции.

Скоростная информация, как правило, задается в отдельных узловых точках. Способы пространственной интерполяции в настоящее время не являются установившимися и надежными, и они требуют дополнительного внимания. Поэтому после выполнения этапов скоростного анализа и пространственной интерполяции с получением кубов скоростей, эти кубы должны быть просмотрены так же, как и сейсмические кубы с получением вертикальных и горизонтальных сечений.

## **8.6 Специфика обработки многокомпонентных данных многоволновой сейсморазведки**

**8.6.1** Целью обработки многокомпонентной данных многоволновой сейсморазведки (далее – МВС) является изучение кинематических и динамических характеристик волн разных типов, включая поляризацию и коэффициенты анизотропии, отождествление волн разных типов, относящихся к одним и тем же геологическим объектам.

**8.6.1.1** Многокомпонентное направленное возбуждение так же, как и многокомпонентная регистрация, при работах МВС позволяют при обработке реализовать принцип направленности I-го рода в источнике и на приеме, искусственно управляя направленностью и проводя селекцию волн по поляризации.

При этом поляризация является информативным параметром волн и используется при решении обратной задачи.

Пакет обрабатываемых программ должен при этом включать:

- процедуры ориентации и переориентации компонент волнового поля;
- процедуры вычитания и суммирования компонент волнового поля, полученных с использованием противоположно направленных источников поперечных волн;
- искусственного изменения направленности источника и приема;
- анализа характеристик поляризации;
- поляризационной фильтрации.

**8.6.1.2** Процедуры обработки, предшествующие селекции волн по поляризации и поляризационному анализу не должны искажать динамические соотношения между

компонентами волнового поля – операторы преобразований должны быть идентичными для всех компонент.

**8.6.1.3** Улучшение соотношения сигнал/помеха для волн разных типов помимо стандартных процедур обработки может обеспечиваться поляризационной и полярно - позиционной фильтрацией.

**8.6.1.4** При обработке обменных волн необходимо учитывать несимметричность падающих и восходящих лучей, что повышает качество суммирования по ОСТ для соответствующего типа волн.

**8.6.1.5** Отождествление волн разных типов, относящихся к одним и тем же геологическим объектам, обеспечивается процедурами трансформации полей времен волн разных типов по частоте и времени.

При этом могут быть использованы процедуры спектрально- временного анализа (далее - СВАН) и анализа скоростных спектров параметрической развертки отражений (далее - ПРО).

**8.6.1.6** При обработке данных МВС, полученных с использованием пространственных систем наблюдений (например, 3D-3C), должен проводиться анализ скоростей волн разных типов для сортировок ОСТ, получаемых для лучевых плоскостей, отличающихся по азимуту.

**8.6.1.7** При обработке данных МВС большое значение имеет использование на определенных этапах решения обратных задач (уточнение модели среды по волнам разных типов, восстановление матрицы упругих параметров для анизотропных сред, характер изменения литологии, оценка внутренней текстуры объекта исследований и т.п.).

Процесс обработки и интерпретации должен носить интерактивный характер.

**8.6.2** Стандартная обработка данных МВС практически не отличается от подобной обработки для продольных волн за исключением:

- при обработке данных по поперечным и обменным волнам большее внимание уделяется анализу и вводу низкочастотной статики в силу большего влияния неоднородностей верхней части разреза на поперечные волны;

- возможности применения селекции волн по поляризации и поляризационной фильтрации для сейсмограмм ОТВ, ОТП и ОСТ на определенных начальных этапах (в случае сохранения амплитудных соотношений между компонентами волнового поля на предыдущих этапах);

- усложнения графа обработки за счет интерактивного использования некоторых процедур (докорректировка статики по поперечным волнам после коррекции СтП по продольным волнам, F-K по исходным данным и т.п.) после уточнения параметров модели по разным типам волн;

- использования специальных видов сортировок по ОСТ для обменных волн с целью устранения несимметричности падающего и восходящего лучей.

**8.6.3** В зависимости от решаемых геологических задач обработка данных МВС, полученных разными методами, может иметь специфические особенности.

Различаются специальные обработки:

- данных 2D – 3C(9C);

- данных пространственных систем широкого профиля и 3D-3C(9C);

- данных МВС – ВСП.

**8.6.3.1** При специальной обработке данных 2D – 3C(9C) в случае сохранения амплитудных соотношений между соответствующими компонентами волнового поля на предыдущих этапах обработки используются трансформации волновых полей по признаку направленности в источнике и поляризации на приеме.

После этого проводится расчет и анализ вертикальных и горизонтальных спектров эффективных и интервальных скоростей по волнам разных типов для различных компонент волнового поля с целью оценки параметров сейсмической анизотропии.

С целью уточнения структурного плана геологических объектов и оценки

литологического состава и характера изменения литологии проводится отождествление волн разных типов, относящихся к одним и тем же геологическим объектам.

По соотношениям скоростей, времен  $t_0$ , амплитудно-частотных спектров поперечных и продольных волн определяются параметры  $\gamma$  ( $\gamma_t = \Delta t_{0p} / \Delta t_{0s}$ ,  $\gamma_v = V_s / V_p$ ,  $\gamma_F = F_s / F_p$ ) и по ним рассчитываются коэффициенты Пуассона.

**8.6.3.2** При специальной обработке данных пространственных систем широкого профиля и 3D-3C(9C) производится расчет и анализ вертикальных и горизонтальных спектров эффективных и интервальных скоростей по волнам разных типов для различных компонент волнового поля по соответствующим выборкам (ОТВ, ОТП, ОСТ и т.д.) для лучевых плоскостей, отличающихся по азимуту.

На основании этих данных оцениваются элементы пространственных индикатрис фазовых (нормальных) скоростей для различных геологических объектов по волнам разных типов и рассчитываются коэффициенты анизотропии.

На основании решения обратной задачи для анизотропной среды для всех целевых объектов восстанавливаются пространственные индикатрисы волн разных типов (матрица упругих параметров) с целью корректного проведения миграционных процедур с учетом анизотропии среды.

**8.6.3.3** На первом этапе специальной обработки данных МВС – ВСП производится сортировка по ПВ и типам источников, производится отбраковка точек регистрации, для которых отсутствует одна из компонент. Вводятся СтП для всех ПВ.

**8.6.3.3.1** Для данных, полученных зондами без принудительной ориентации, производится ориентировка компонент волнового поля по первой продольной волне в области ее линейной поляризации с использованием данных по разным выносным ПВ с последующей оценкой качества ориентировки.

**8.6.3.3.2** Для данных, полученных в наклонных буровых скважинах, проводится учет инклинометрии путем соответствующего пересчета волнового поля с приведением его к выбранной системе координат.

**8.6.3.3.3** Проводится анализ поляризации и дифференциация разреза на интервалы согласно априорным данным по геологии, ГИС и кинематическим особенностям волновых полей волн разных типов для совокупности всех ПВ.

**8.6.3.3.4** С целью расчета параметров анизотропии для каждого из выделенных интервалов проводится компенсация анизотропии в залегающих выше интервалах - последовательно сверху вниз; на кровле каждого интервала анализа осуществляется пересчет волнового поля для всех точек регистрации, расположенных ниже, по критерию линейности поляризации на кровле для каждой из разнополяризованных волн и с учетом разности скоростей этих волн.

**8.6.3.3.5** Определяются скорости и коэффициенты анизотропии волн разных типов для выделенных интервалов.

**8.6.3.3.6** Проводится сопоставление отраженных волн разных типов по данным ВСП и наземным данным.

**8.6.4** На основе анализа сейсмической анизотропии по волнам разных типов и решения обратной задачи – подбора среды по измеренным скоростям и коэффициентам анизотропии в рамках специальных пакетов возможна оценка внутренней текстуры среды (структуры порово-трещинного пространства).

**8.6.4.1** Для уточнения модели среды, в рамках которой ведется обработка данных МВС, проводится расчет волновых полей волн разных типов путем лучевого моделирования и их сопоставление с наблюдаемыми параметрами.

На этой основе делается вывод о соответствии модели или о переходе к другой модели (с наклонными границами, анизотропной и т.д.), а также оценивается корректность привязки обменных волн к тем или иным геологическим объектам.

**8.6.4.2** Проводится восстановление матрицы упругих параметров, осуществляемое в рамках специальных пакетов решения обратных задач для анизотропных сред.



В них реализуются алгоритмы подбора оптимальной для данной среды матрицы  $C_{ij}$  по измеренным кинематическим параметрам волн разных типов.

Результатом является восстановление пространственных индикатрис (зависимость скорости от направления подхода волны).

**8.6.4.3** Характер изменения литологии оценивается по интервальным параметрам  $\gamma$  или коэффициенту Пуассона.

Учет априорных данных по литологии исследуемого геологического объекта позволяет корректировать правильность отождествления волн разных типов и идентификации их данному геологическому объекту.

**8.6.4.4** Оценка внутренней текстуры среды (структуры порово-трещинного пространства) возможна на основе анализа сейсмической анизотропии по волнам разных типов и решения обратной задачи – подбора среды по измеренным скоростям и коэффициентам анизотропии в рамках специальных пакетов.

## **8.7 Специфика обработки данных вертикального сейсмического профилирования**

**8.7.1** Обработка данных ВСП состоит из трех этапов:

- предварительной обработки;
- кинематической и динамической обработки данных из ближнего пункта возбуждения;
- кинематической и динамической обработки данных из удаленных пунктов возбуждения.

**8.7.2** Предварительная обработка включает операции:

- паспортизацию и редактирование данных;
- расчет и ввод поправок за отметку момента;
- расчет и ввод априорных поправок за разброс глубин возбуждения;
- расчет и ввод корректирующих СтП по записям контрольного сейсмоприемника и коррекцию формы импульса возбуждения записям контрольного сейсмоприемника;
- минимально-фазовую ВЧ фильтрацию для устранения смещения нуля;
- редактирование пиковых частотных выбросов;
- редактирование пиковых амплитудных выбросов;
- коррекцию характеристик сейсмоприемников по контрольному сигналу;
- контроль кабельных глубин по контрольным записям на спуске.

**8.7.3** Кинематическая и динамическая обработка данных ВСП из ближнего ПВ предполагает операции:

- определение первых вступлений и мьютинг до первых вступлений;
- определение годографа первых вступлений и годографа первой фазы;
- коррекцию времен годографа за вынос пункта возбуждения, либо оценку вертикального годографа путем решения обратной кинематической задачи;
- расчет пластовых, интервальных и средних скоростей;
- оценку и компенсацию расхождения и поглощения;
- определение ориентации зонда по удаленному ПВ и расчет P,R,T и X,Y,Z компонент;
- определение годографа поперечных волн, пластовых, интервальных, средних скоростей и коэффициентов Пуассона;
- предсказательную деконволюцию;
- векторную селекцию волн по скоростям с получением падающих и восходящих P- и S-волн и ослаблением регулярных и случайных помех;
- пиковую деконволюцию по форме падающей P-волны с нормализацией падающей волны;
- выведение отраженных волн на вертикаль и получение трассы первичных отражений, включая отражения от разреза ниже забоя скважины;
- инверсию первичных отражений;
- увязку первичных отражений и их инверсии с данными ГИС в глубинном масштабе и

путем получения модельной трассы первичных отражений по данным ГИС в масштабе времен;

- увязку трассы первичных отражений с разрезом ОСТ или выборкой из куба с оценкой переменного во времени сдвига;
- оценку формы сигнала во временных разрезах отраженных волн, полученных на поверхности;
- расчет оператора приведения сигнала в наземных отражениях к нулевой фазе и дополнительная деконволюция наземных отражений.

**8.7.4** Кинематическая и динамическая обработка данных ВСП из удаленных ПВ предполагает операции:

- предсказательную деконволюцию;
- векторную селекцию волн по скоростям;
- пиковую деконволюцию по форме падающей волны, регистрируемой вблизи забоя скважины;
- подбора модели среды и коэффициентов анизотропии по временам первых вступлений;
- получения изображения среды в масштабе глубин;
- накопления глубинных разрезов из разноудаленных ПВ;
- перевода изображения в масштаб времен;
- совмещения изображений ВСП и ОСТ.

## **8.8 Специфика обработки сейсморазведочных данных метода преломленных волн**

**8.8.1** Граф и параметры обработки сейсморазведочных данных метода преломленных волн выбирают, исходя из решаемых задач, требуемой точности построений, условий проведения работ и качества получаемых материалов.

В перечень основных процедур входит:

- ввод исходных данных в ЭВМ;
- редактирование сейсмозаписей;
- сортировка сейсмозаписей.

Редактирование сейсмозаписей проводится в соответствии с существующими требованиями. Трассы или их участки, на которых отсутствуют или сильно искажены помехами записи целевых волн исключаются из обработки.

Сейсмозаписи размещают в памяти ЭВМ в соответствии со схемой наблюдений (упорядоченная очередность сейсмограмм с каждого пункта возбуждения и вдоль профиля согласно принятой методики полевых работ и обработки данных).

**8.8.2** Выравнивание амплитуд целевых волн производят между трассами в пределах сейсмограммы и между сейсмограммами в два этапа:

- на первом этапе - выравнивают амплитуды волн на сейсмограммах, полученных из одного пункта возбуждения, но с разным уровнем колебаний; нормирование колебаний осуществляют путем вычисления нормировочных коэффициентов по корреляционным каналам соседних сейсмограмм;
- на втором этапе – выравнивают амплитуды целевых волн на разных каналах каждой сейсмограммы; значения корректирующих коэффициентов запоминают и используют при интерпретации материалов в истинных амплитудах волн.

**8.8.3** СтП вводят во времена прихода целевых волн.

Суммарная СтП в общем случае равна:

$$dt_{\text{н\o}} = dt_{\text{н}} + dt_i + dt_o + dt_{\text{н\o}} \quad (3)$$

где  $dt_{\text{н}}$ ,  $dt_i$ ,  $dt_o$ ,  $dt_{\text{н\o}}$  - поправки, соответственно, за линию приведения, момент

возбуждения, фазовый сдвиг (фильтрацию), смещения пунктов возбуждения и приема от линии профиля.

**8.8.4** Кинематические поправки рассчитывают так же, как и в методе отраженных волн.

Кинематические поправки во времена прихода целевых волн вводят в следующих случаях:

- при спрямлении годографов головных волн для обеспечения синфазного суммирования сигналов с разных трасс и пунктов возбуждения;
  - при использовании программ обработки, заимствованных из метода отраженных волн;
  - при редуцировании наблюдаемых годографов преломленных волн с целью преобразования их во временные разрезы.

**8.8.5** Для прослеживания преломленных волн в зонах интерференции или для выделения целевых волн на фоне помех применяют следующие способы повышения отношения сигнал/ помеха:

- фильтрация и вычитание помех;
- синхронное накапливание;
- направленное суммирование сейсмозаписей;
- скоростная, веерная и обратная фильтрации колебаний.

**8.8.6** В зависимости от качества сейсмических материалов и характера волновой картины автоматическая корреляция осей синфазностей преломленных волн может проводиться одним из следующих способов:

- по максимуму функции взаимной корреляции волн на сейсмических трассах;
- по результатам суммирования волн с различными временными задержками;
- на основании статистического анализа сейсмограмм;
- по методу распознавания образов.

**8.8.7** Далее производятся следующие основные процедуры обработки сейсморазведочных данных метода преломленных волн:

- кусочно-линейная аппроксимация наблюдаемых и разностных годографов преломленных волн;
- построение сводных годографов преломленных волн и разбрасывание временных невязок;
  - преобразование годографов рефрагированных волн в годографы головных волн;
  - определение времен  $t_1$  и граничных скоростей по разностным годографам преломленных волн;
  - определение скоростей по годографам преломленных волн;
  - построение преломляющих границ;
- оценка точности построения границ.

**8.8.7.1** Построение преломляющих границ по продольным профилям возможно несколькими способами:

- способы  $t_0$ , сопряженных точек и временных задержек;
- численное решение обратной задачи (лучевой способ и численный способ полей времен);
- способы математического моделирования с итерацией полученных решений;
- способ общей глубинной площадки, при проведении работ МПВ по многократным системам наблюдений.

Построение преломляющих границ по непродольным профилям и площадным съемкам проводится с использованием нормальных годографов.

**8.8.7.2** Оценка точности построения границ является обязательной процедурой и может проводиться следующими способами:

- по сопоставлению результатов построения границ с заведомо более точными данными (бурение, каротаж, МОВ, ВСП);

- по внутренней сходимости построений в точках пересечения профилей;
- по величинам среднеквадратических погрешностей определения глубин, скоростей;
- по теоретическим оценкам возможных погрешностей.

## **8.9 Оформление результатов обработки сейсморазведочных данных и передача их Заказчику**

**8.9.1** Порядок передачи промежуточных материалов обработки сейсморазведочных данных, их перечень и оформление регламентируются договором между Заказчиком и Исполнителем.

Типовым перечнем материалов являются результаты промежуточных этапов обработки:

- предварительный временной разрез;
- временной разрез после этапов коррекции статических и/или кинематических поправок, подавления помех;
- графики или карты статических поправок (априорных и окончательных);
- карта или схема, иллюстрирующая кратность накопления;
- графики или срезы скоростей суммирования, миграции.

По требованию, предусмотренному в договоре, перечисленные выше материалы, обеспечивающие визуальный контроль качества, могут сопровождаться количественными оценками:

- соотношение сигнал/помеха;
- разрешенности записи;
- когерентности записи;
- статистическими характеристиками рассчитанных статических поправок;
- таблицами (графиками), разрезами уточненных скоростных моделей в сравнении с априорными.

**8.9.2** При завершении обработки сейсморазведочных данных Заказчику передаются следующие окончательные материалы:

- окончательные временные разрезы ОСТ;
- временные или глубинные разрезы после миграции;
- материалы тестирования по выбору параметров фильтрации, регулировки амплитуд и других процедур;
- вертикальные и горизонтальные спектры скоростей и разрезы скоростного сканирования в отдельных точках скоростного анализа;
- скорости суммирования и миграции (для 3D данных - скоростной куб);
- значения или поля скорректированных статических поправок;
- координаты точек ОСТ;
- отчет об обработке.

Отдельные результаты могут передаваться Заказчику до окончания обработки во временное пользование на сроки, не препятствующие выполнению календарного графика обработки сейсморазведочных данных.

**8.9.3** При завершении обработки данных ВСП Заказчику передаются следующие окончательные материалы:

- вертикальные годографы по первым вступлениям и с эффективным учетом задержки за счет поглощения;
- пластовые, интервальные и средние скорости (P и S волн), графики коэффициентов Пуассона и коэффициентов поглощения;
- зависимость  $N(2T)$  от линии приведения;
- таблица привязки опорных сейсмических горизонтов и продуктивных пластов к временной шкале временного разреза, полученного на поверхности;
- сводный монтаж: ГИС - инверсия первичных отражений - первичные отражения - отраженные волны на вертикали - первичные отражения в масштабе времен - выборка

## ТКП 17.04-26-2011

трасс отражений, полученных на поверхности;

- сопоставление модельных по ГИС и реальных первичных отражений;
- изображения среды по данным ВСП из удаленных ПВ в масштабе глубин и времен.

**8.9.4** Результаты обработки сейсморазведочных данных оформляются в виде временных и глубинных разрезов, карт, схем, отчета.

**8.9.4.1** Окончательные разрезы представляются в масштабах, требуемых для решения геологической задачи.

В оформленном виде разрез должен сопровождаться следующими данными:

- боковая шапка или штамп с указанием организации, проводившей полевые работы и организации, проводившей обработку, номера полевой партии, номера профиля, типа и номера сейсмостанции, параметров регистрирующего канала, системы наблюдений, группирования СП и источников, системы обработки, состава и параметров обработки и прочих условий проведения работ;

- в верхней части - нивелировочный разрез с уровнем приведения, график окончательных СтП, таблицы оптимизированных скоростных законов суммирования, пересечения и изломы профилей, положение глубоких буровых скважин и т.д.

**8.9.4.2** Отчет об обработке сейсморазведочных данных должен содержать описание выполненной работы.

Отчет должен содержать описание тестов, выбор основных параметров, иллюстрацию работы главных процедур, типа расчета и коррекции статических и кинематических поправок, подавления помех и миграции.

Для глубинной миграции описывается методика построения и уточнения скоростной модели.

Отчет подготавливается в соответствии с ТКП 17.04-16.

**8.9.4.3** Карта (схема) кратности, схема наблюдения после ввода ее в обрабатывающую систему, пример характерных сейсмограмм, спектры скоростей приводятся в качестве иллюстраций в отчете.

**8.9.4.4** По согласованию с Заказчиком могут быть переданы сейсмограммы с введенной геометрией или даже выполненной предварительной обработкой (редакция, подавление некоторого вида помех и т.д.).

**8.9.4.5** Полевые материалы, переданные на обработку, подлежат возврату Заказчику после окончания обработки в согласованные сроки.

**8.9.5** Окончательные временные разрезы и другие сейсмозаписи передаются Заказчику в виде изображения на бумажном носителе и в виде записи на электронный носитель информации по согласованию с Заказчиком (картридж ленту, Exabyte ленту и т.д. в формате SEG-Y).

**8.9.5.1** При передаче данных 3D специально указывается в каких байтах записывается дополнительная (по отношению к стандарту SEG-Y) информация, например номера инлайнов и кросслайнов, X, Y координаты бинов и т.д.

**8.9.5.2** Значения скорректированных СтП, уточненных скоростных законов суммирования и миграции передаются в согласованном с Заказчиком формате на дискетах в табличном виде в ASCII-формате.

**8.9.5.3** Картографическая информация передается в виде изображения на бумаге в согласованном с Заказчиком масштабе и на дискетах в виде записи значений параметра по регулярной сетке координат в ASCII-формате.

**8.9.5.4** При выполнении заказа на обработку со стороны Инофирмы результаты обработки оформляются в соответствии с ее требованиями.

**8.9.5.5** Для данных 3D на бумажных носителях передаются только отдельные контрольные сечения.

**8.9.5.6** Отчет об обработке передается в стандартном виде (на бумажном носителе) и, кроме того, на дискете в формате WORD Microsoft Windows.

**8.9.5.7** Передача результатов обработки оформляется двусторонним актом, который заполняется по мере получения их Заказчиком.

После полного завершения обработки сейсмических материалов составляется заключение, в котором отражается соответствие уровня и объемов обработки договорным условиями и проектным задачам.

**8.9.6** По желанию Заказчика материалы обработки сейсморазведочных данных подвергаются архивации (архивированию)

В архив помещаются окончательные результаты обработки, а также материалы, с помощью которых может быть выполнена переобработка сейсморазведочных данных:

- сейсмограммы с информацией о геометрии, введенной в заголовки трасс;
- рапорта операторов или схемы наблюдений, в том случае, если в заголовках трасс не содержится вся информация, необходимая для переобработки сейсморазведочных данных;

- массивы статических поправок и кинематические законы.

В архив также помещается описание графа обработки и отчет об обработке сейсморазведочных данных.

**8.9.7** Архивирование сейсморазведочных данных осуществляется в формате SEG-Y с использованием соответствующих магнитных носителей (картриджи, ленты DLT, экзабайты, оптические диски).

Поскольку архивированные данные могут использоваться в других ВЦ, то при архивации лучше избегать блокировки данных.

## **9 Интерпретация сейсмических материалов**

### **9.1 Общие понятия об интерпретации сейсмических материалов**

**9.1.1** Интерпретация сейсмических материалов (далее - интерпретация) заключается в определении по ним, с учетом априорной информации и в соответствии с целевым заданием, модели геологической среды, согласующейся с результатами обработки.

Основным содержанием процесса интерпретации являются вычислительные, логические и эвристические операции с интерпретируемым волновым полем и его атрибутами, а также согласование сейсмической и априорной информации.

**9.1.2** В процессе интерпретации сочетают два взаимообусловленных подхода:

- геофизический, заключающийся в определении по сейсмическим данным структурных моделей и сейсмогеологических параметров среды;

- геологический, заключающийся в прогнозе по сейсмическим материалам литолого-петрофизических, генетических и иных геологических характеристик среды.

Понятие интерпретации включает также отображение результатов и оценку их надежности и точности.

### **9.2 Требования к исходной информации для интерпретации сейсмических материалов**

**9.2.1** До начала интерпретации необходимо ознакомиться:

- с геолого-геофизической литературой по объекту исследований (отчеты, публикации и т.п.) и картами (схемами) геолого-геофизической изученности;

- с ранее полученными сейсмическими материалами;

- с данными о методике полевых наблюдений и оценками их качества;

- с графом и результатами обработки интерпретируемых сейсмических данных;

- с материалами сейсмокаротажа (ВСП), акустического и плотностного каротажа, имеющими отношение к объекту интерпретации;

- с результатами ГИС, результатами определения коллекторских свойств и данными испытаний.

**9.2.2** Сейсмические материалы, поступающие в интерпретацию, должны включать:

## **ТКП 17.04-26-2011**

- сведения об уровне приведения и значении скорости, использованной для приведения;
- другую информацию, обеспечивающую возможность согласования результатов текущей интерпретации с данными предшествующих сейсморазведочных работ, а также возможность совмещения с другими геолого-геофизическими материалами, полученными в районе исследований.

На пересечениях профилей 2D не должно быть существенных невязок времен прихода волн, вызванных различием СтП и незакономерным различием скоростей в точке пересечения.

**9.2.3** При использовании цифровых систем сейсмической интерпретации априорные материалы, освещающие строение объекта сейсмических исследований, включают в базу данных интерпретации.

Материалы, находящиеся на бумажных носителях, при необходимости их использования в интерпретации, следует оцифровать.

**9.2.4** Для участка работ должна быть создана единая топогеодезическая схема расположения сейсмических профилей, кубов, буровых скважин и других источников геолого-геофизической информации.

На схеме рекомендуется помещать данные о положении основных объектов орогидрографии и инфраструктуры.

**9.2.5** Окончательные геологические результаты сейсмической интерпретации должны быть согласованы с ранее полученными на изучаемом объекте и прилегающих площадях геолого-геофизическими данными, с учетом их точности и достоверности.

### **9.3 Организация интерпретации сейсмических материалов**

**9.3.1** Основанием для интерпретации являются соответствующие разделы геологического задания на проведение СРР.

**9.3.2** Для выполнения интерпретации организуется специализированная группа, возглавляемая ответственным руководителем, которая в своей деятельности руководствуется требованиями настоящего ТКП, геологическим заданием и проектом СРР, иными нормативными правовыми актами.

Руководитель группы интерпретации:

- осуществляет выбор методики и технологии всех этапов интерпретации;

- несет ответственность:

а) за сроки и качество интерпретации;

б) за составление соответствующих разделов отчета о результатах интерпретации и выдачу рекомендаций.

**9.3.3** Группа интерпретации принимает по акту материалы машинной обработки сейсморазведочных данных и топографо-геодезической привязки сейсмических наблюдений, а также дополнительные геолого-геофизические материалы, необходимые для полного и качественного выполнения геологического задания.

**9.3.4** При выполнении интерпретации на основании договора ответственность за своевременное и полное представление априорных геолого-геофизических материалов несет Заказчик, если иное не предусмотрено договором.

Руководитель группы интерпретации обязан своевременно уведомить Заказчика обо всех геолого-геофизических материалах, требующихся для выполнения интерпретации в соответствии с геологическим заданием.

**9.3.5** Взаимодействие группы интерпретации с подразделениями, отвечающими за обработку сейсморазведочных данных, сбор и подготовку геолого-геофизической информации и т.п., регламентируется приказом руководителя геофизической организации, проводящей СРР.

## 9.4 Требования к способам интерпретации сейсмических материалов

**9.4.1** Результаты интерпретации зависят от умения распознать определяющие особенности строения среды и имеющихся материалов, а также учесть их при выборе модели среды и интерпретационных процедур. В процессе интерпретации необходимо сочетать геологические и геофизические подходы, используя наиболее эффективные средства решения каждой из задач графа интерпретации. Общим требованием является современный уровень применяемых средств интерпретации и логичность решений - они должны иметь обоснование и приниматься, исходя из анализа возможных вариантов.

**9.4.2** С целью повышения информативности сейсмических материалов дополнительно могут применяться стандартные программы обработки (дообработка), а также специализированные программы интерпретационного анализа сейсмических трасс, основанные на совместном использовании акустических моделей среды и динамических характеристик отраженных волн.

К последним относится определение и коррекция формы импульса, AVO - анализ, сейсмическая инверсия, а также определение и использование сейсмических атрибутов, сейсмическое моделирование и другие.

Для применения специализированных программ необходимы сейсмические материалы с высоким соотношением сигнал-помеха и правильным отображением отражающих свойств границ.

С этой целью при обработке полевых сейсмических данных, предшествующей интерпретации, должны быть использованы специализированные режимы и процедуры, обеспечивающие устранение искажений волнового поля и ослабление волновых помех без существенного изменения соотношений динамических параметров волн, связанных с целевым интервалом исследований.

**9.4.2.1** Дополнительная обработка с использованием стандартных программ необходима, если с ее помощью может быть улучшена эффективность интерпретации материалов, предшествующая обработка которых была проведена вне рамок выполняемого геологического задания и не оптимальна для решаемых задач.

К числу дополнительных процедур стандартной обработки относятся:

- унификация с данными других сейсмических исследований - изменение уровня приведения и/или скорости до него, согласование интенсивности, полосы частот и т.п.;
- повышение разрешенности волн и ослабление волновых помех в целевом интервале исследований за счет дополнительной фильтрации, деконволюции или иных процедур;
- устранение искажений волнового поля, обусловленных длиннопериодными СтП и т.п.

**9.4.2.2** AVO-анализ сейсмических записей выполняют по сейсмограммам OCT с идентичными диапазонами удалений и (в случае 3D) азимутов.

Термином AVO (Amplitude versus offset) обозначают изучение и интерпретацию изменений амплитуд отражений в зависимости от угла отражения.

Для пересчета удалений в углы падения используют скоростную модель среды. По зависимости амплитуд от углов падения строят трассы амплитуд отражений при нулевом удалении и трассы градиентов амплитуд.

При наличии информации о скоростях поперечных волн и плотностях могут быть найдены дополнительные атрибуты, отображающие коллекторские свойства и флюидонасыщенность пород.

Интерпретация результатов AVO - анализа должна выполняться путем сопоставления найденных атрибутов с их "фоновыми" значениями, рассчитанными на основе моделей, построенных по нормальным значениям скоростей и плотностей в отсутствие значимых аномалий в изучаемой среде.

**9.4.2.3** Обработка сейсмических данных МОВ ориентирована на приведение



сейсмических трасс к нуль-фазовому импульсу, который оптимален с точки зрения разрешенности и стратиграфической привязки отражений.

На этапе интерпретации рекомендуется дополнительно проконтролировать и при необходимости, откорректировать форму импульса, привлекая для этого данные ВСП и/или данные математического сейсмо моделирования.

Определение формы импульса с использованием данных ВСП выполняется по результатам взаимной корреляции между наземной сейсмической трассой и трассой однократных отражений ВСП, приведенной к нуль-фазовому сигналу известной полярности и идентичной наземной трассе частотным диапазоном.

Определение формы импульса с использованием моделирования выполняется для трасс, приуроченных к буровым скважинам, где имеется кондиционная акустическая модель, построенная в достаточно протяженном интервале глубин, в несколько раз превышающем преобладающую длину сейсмических волн.

Форму импульса определяют на основе расчета оператора согласующего фильтра и/или путем сопоставления реальных трасс с синтетическими, рассчитанными с импульсами, амплитудный спектр которых найден по реальным трассам, а фазовый спектр задается.

Полярность нуль-фазового импульса считается положительной, если его центральный пик представляет собой максимум, если же центральный пик представляет собой минимум, полярность импульса считается отрицательной.

Положительный (отрицательный) нуль-фазовый импульс соответствует волне, образующейся при отражении положительного импульса от границы, на которой акустический импеданс возрастает (уменьшается).\*)

Если в результате определения формы импульса установлено, что его фазовый спектр не является нулевым, проводят фазовую коррекцию сейсмических трасс.

Одним из критериев правильности коррекции является улучшение разрешенности отражений в зонах интерференции.

**9.4.2.4** Сейсмическая инверсия заключается в преобразовании мигрированных трасс отраженных волн в трассы акустических импедансов геологической среды.

Для выполнения инверсии необходимы априорные данные о модели акустических импедансов пород, которые должны быть получены по материалам акустического и плотностного каротажей.

Допускается прогноз значений плотности по данным о величинах скорости и литологии.

Инвертируемые трассы должны соответствовать нуль-фазовому импульсу, полярность которого должна быть установлена.

При пересчете значений акустических импедансов в значения скорости результаты инверсии следует представить не только во временном, но и в глубинном масштабе.

На основе сейсмических данных об акустических импедансах следует осуществлять прогноз других петрофизических параметров:

- данные об импедансах используют как основу интерполяции петрофизических параметров между скважинами;

- значения импедансов пересчитывают в значения пористости или иных петрофизических параметров с использованием корреляционных связей, обоснованных материалами бурения.

**9.4.3** При изучении осадочных толщ отражения не во всех случаях следует воспринимать, как геологические реперы, отображающие поведение конкретных стратиграфических границ.

Для средних условий проведения сейсморазведки длина сейсмического импульса составляет несколько десятков метров, и отраженная волна отображает, в усредненном виде, рельеф и свойства всей совокупности геологических напластований, приуроченных

---

\*) Стандарт SEG (Общества геофизиков-разведчиков США) использует противоположные названия полярности импульса.

к этому интервалу.

- 9.4.3.1** Задачей увязки отраженных волн с данными о стратиграфии является установление:
- значений времен, соответствующих стратиграфическим границам и пластам изучаемой среды;
  - интервалов глубин и относящихся к ним геологических границ, отвечающих за формирование определенных отраженных волн.

Увязка осуществляется на базе анализа материалов ВСП, математического сейсмо моделирования и сейсмостратиграфического анализа волнового поля.

При совместном использовании эти материалы должны быть приведены к единым уровням начала отсчета глубин и времен и к одинаковым импульсам, желательны нуль-фазовым.

**9.4.3.2** Времена  $t_0$ , соответствующие изучаемым геологическим границам и пластам, определяют по годографам первых вступлений СК (ВСП) и/или данным математического сейсмо моделирования.

При наличии геологических границ, четко проявляющихся в волновом поле (границы угловых несогласий, кровля газонефтяных залежей и т.п.), эти данные также используют для оценки соответствующих им времен.

Интервалы разреза, формирующие конкретные отражения, определяют:

- по данным ВСП - путем трассирования волн от образования волны до поверхности зоны; при этом необходимо обеспечить сходство волновых полей ВСП и наземных наблюдений;
- по данным математического сейсмо моделирования - путем сопоставления отражений на синтетических трассах со скважинными данными; при этом необходимо обеспечить сходство синтетических и реальных трасс.

**9.4.3.3** Результатами стратиграфической привязки обосновывают выбор фаз отраженных волн для корреляции и построения границ и интервалов волнового поля для определения атрибутов.

**9.4.4** Корреляция выполняется в автоматическом, ручном или смешанном (полуавтоматическом) режимах по экстремумам или нуль-пересечениям колебаний на основании совокупности признаков:

- повторяемости формы и видимого периода;
- плавного изменения времен прихода и амплитуды волны;
- закономерного поведения коррелируемой оси синфазности по отношению к соседним осям.

В случае выклиниваний, изменений толщины и литологии, а также при пересечении разломов, признаки корреляции могут не сохраняться.

Такие участки следует отмечать специальными знаками, используя их при геологическом истолковании волнового поля совместно с данными атрибутов, сейсмостратиграфического анализа и т.п.

**9.4.4.1** Первым этапом корреляции является прослеживание опорных волн, наиболее устойчивых для участка работ и характеризующих границы основных сейсмостратиграфических комплексов и/или строение целевого интервала исследований.

При наличии данных бурения предпочтение отдается границам, уверенно отождествляемым по данным увязки ГИС и сейсморазведки.

На следующем этапе коррелируют пространственно менее устойчивые волны.

При отсутствии протяженных осей синфазности допускается трассирование условных горизонтов, согласованных с общим направлением наклонов фрагментарных осей синфазности.

**9.4.4.2** При корреляции на участках сложного поведения осей синфазности необходимо предварительно выравнивать (редуцировать на горизонталь) опорные волны, использовать "обходную" корреляцию по составным профилям, а в случае 3D, кроме того, совмещать вертикальные и горизонтальные сечения и применять режим быстрого просмотра (киносеймика).

Для ослабления влияния интерференции субпараллельных волн целесообразно выполнять (в дополнение к основной) корреляцию по трассам мгновенных фаз и трассам вторых производных.

**9.4.4.3** Разломы выявляют по признаку наличия в волновом поле закономерно расположенных нарушений гладкости осей синфазности, обычно сочетающихся с локальными ослаблениями амплитуд и изменениями других динамических особенностей волн.

Для более четкого фиксирования разломов следует использовать оценки потрассной когерентности колебаний и карты наклонов прокоррелированных осей синфазности.

Следует с максимальной осторожностью относиться к выделению вертикальных разломов, т.к. соответствующие им особенности волнового поля могут быть обусловлены погрешностями обработки.

**9.4.4.4** Контроль правильности корреляции осуществляют экспертным путем по:

- величинам невязок на пересечениях профилей (2D);
- незакономерному (с геологической точки зрения) поведению изолиний на картах времен  $t_0$  и картах интервальных толщин  $\Delta t_0$ .

Выявленные ошибки устраняют путем пересмотра корреляции и/или ослабляют их влияние сглаживанием при построении карт времен  $t_0$ .

**9.4.4.5** Основной целью определения сейсмических атрибутов является:

- извлечение информации для количественных способов прогноза состава и свойств пород;
- для выявления и трассирования локальных аномалий и других особенностей зонального строения геологических сред.

**9.4.4.6** Атрибуты определяют по сейсмическим трассам, трассам мгновенных параметров и спектрам колебаний во временном окне, приуроченном к прокоррелированному горизонту или во временном интервале между двумя горизонтами.

**9.4.4.7** Выбор информативных атрибутов и временных окон их определения выполняют с учетом данных бурения о толщине изучаемого пласта и данных математического сейсмо моделирования о влиянии вариаций свойств пластов на значения атрибутов.

**9.4.5** Скоростные модели строения среды необходимы:

- для структурных построений;
- перевода временных разрезов и кубов из масштаба времен в масштаб глубин;
- совмещения данных бурения и сейсморазведки;
- для прогноза состава и свойств пород.

Основными скоростными моделями, используемыми при интерпретации, являются модель со средней скоростью, меняющейся по вертикали и горизонтали и модель с пластовыми скоростями, меняющимися по горизонтали.

Реальные геологические среды, особенно терригенного состава, могут быть анизотропны, а на небольших глубинах (до 1-2км), кроме того, существенно неоднородны за счет заметного вертикального градиента скорости.

Использование в таких условиях упрощенных изотропных и однородных моделей обусловлено ограниченными возможностями существующих способов интерпретации и является, поэтому вынужденным. Оно обычно допустимо в ситуациях, когда лучи интерпретируемых волн распространяются в направлениях, близких к вертикали.

Целесообразно оценивать с помощью математического моделирования погрешности, обусловленные упрощенными представлениями о скоростной модели среды.

**9.4.5.1** Определение скоростей и построение скоростных моделей осуществляют по материалам ВСП, СК, акустического каротажа, данным МОВ и МПВ.

При обработке данных ВСП и СК значения уровня приведения и скорости, используемой для приведения к этому уровню, должны быть согласованы со значениями, используемыми в том же районе при обработке полевых сейсмических материалов; выбор границ при определении средних, пластовых и интервальных скоростей должен быть согласован с положением границ, по которым проводятся структурные построения при интерпретации

материалов сейсморазведки.

**9.4.5.2** При интерпретации данных АК проводится:

- оценка достоверности данных, которые нередко бывают искажены за счет каверн, наличия глинистой корки и т.п.; значения скоростей при каждом измерении не должны выходить за пределы диапазона, свойственного изучаемым породам и глубинам их залегания; рекомендуется заранее оценить этот диапазон по заведомо достоверным материалам АК;

- построение вертикальных годографов АК и вычисление по ним значений интервальных и пластовых скоростей между границами, которые используются при интерпретации материалов сейсморазведки.

**9.4.5.3** При интерпретации данных отраженных волн значения скоростей находят следующими способами:

- при наличии данных бурения и известной стратиграфической привязке отражений - по данным о глубине границы и времени регистрации соответствующего отражения в точке пластопересечения; при этом глубина должна отсчитываться по вертикали от сейсмического уровня приведения, а время отражения определяться с учетом возможного смещения линии корреляции по отношению к положению геологической границы; величину смещения оценивают по данным ВСП или математического сейсмо моделирования;

- путем пересчета эффективных скоростей, найденных по горизонтальным и вертикальным спектрам скоростей сейсмограмм ОСТ; при этом используют специализированные комплексы программ скоростного анализа;

- путем определения пластовых и/или средних скоростей по результатам автоматизированного подбора скоростей, обеспечивающих глубинную миграцию.

**9.4.5.4** Если имеется несколько источников информации о скоростях, необходимо для идентичных границ и интервалов разреза согласовывать данные с учетом их надежности, а также возможного влияния анизотропии и неоднородности на результаты различных способов определений скорости.

**9.4.5.5** Данные о скоростях представляются в виде зависимостей средней скорости от глубины и/или времени  $t_0$ , в виде карт средних скоростей до границ, карт пластовых (интервальных) скоростей между границами, а также в виде одно, двух и трехмерных скоростных моделей изучаемой среды.

**9.4.6** Способы геологической интерпретации сейсмической волновой картины (сейсмостратиграфия, секвентная стратиграфия, сейсмоформационный, седиментогенетический, палеотектонический и другие виды анализа) используют для изучения условий и обстановок осадконакопления, прогнозирования литофациальных характеристик пород, выявления локальных геологических тел типа седиментационных построек, врезов и т.п.

**9.4.6.1** Основой геологического анализа является расчленение волнового поля на комплексы, отличающиеся структурой (рисунком) волнового поля.

Границы сейсмокомплексов обычно соответствуют стратиграфическим границам, к которым приурочены региональные изменения режима осадконакопления.

**9.4.6.2** Внутри сейсмокомплексов выделяют отдельные сейсмофазии - зоны однотипного облика волнового поля.

По закономерностям латеральных и вертикальных смен сейсмофаций прогнозируют, в совокупности с данными других процедур интерпретации и данными бурения, историко-геологическую модель формирования изучаемого комплекса и его литофациальную зональность.

Важнейшей процедурой является установление на разбуренных участках соответствия между сейсмофациями и литофациями с последующей экстраполяцией на всю площадь исследований.

**9.4.6.3** В пределах литофациальных зон намечают характерные для них геологические тела,

представляющие интерес для поиска углеводородов, например - бары в прибрежных отложениях, конуса выноса - на склонах, и прогнозируют их литологию.

**9.4.6.4** При интерпретации необходимо учитывать, что сейсмофации и литофации, геологические тела и их сейсмические отображения не обязательно соответствуют друг другу, т.к. сейсмические данные не отображают всю геологическую информацию о литофациальной принадлежности пород, зачастую не обладают достаточной разрешенностью и, кроме того, не свободны от различного рода искажений.

Поэтому для повышения надежности геологического истолкования следует, помимо визуального анализа волнового поля, использовать палеореконструкции на основе выравнивания по субгоризонтальным (в палеорельефе) границам, математическое сейсмомоделирование, анализ мгновенных фаз и других атрибутов, спектрально-временной анализ.

**9.4.6.5** Интерпретацию волновой картины рационально выполнять в виде интерактивного процесса, ориентированного на все более глубокую увязку с данными других геолого-геофизических исследований, пересмотр противоречивой информации и создание логичной картины формирования изучаемых пород и расположения в них перспективных объектов.

**9.4.7** Интегрированный анализ данных сейсморазведки и бурения проводится с целью изучения (интерполяции) геологического строения в межскважинном пространстве, а также экстраполяции данных бурения на участки, где буровые скважины отсутствуют.

**9.4.7.1** Для интегрированного анализа данные сейсморазведки, ГИС и гидродинамических исследований должны быть совмещены между собой.

Совмещение скважинных данных с материалами 3D сейсморазведки выполняют по результатам увязки сейсмических и геологических границ, корректируя, при необходимости, в отдельных буровых скважинах прогнозные вертикальные годографы или значения пластовых скоростей. Так же выполняют совмещение для вертикальных буровых скважин, находящихся на профилях 2D.

Совмещение с сейсмическими разрезами буровых скважин, находящихся в стороне от профилей 2D, выполняют по результатам увязки сейсмических и геологических границ с учетом результатов построения карт времен  $t_0$ .

Величины пластовых и интервальных скоростей, отвечающие результатам совмещения, не должны выходить за пределы, свойственные изучаемым породам, а изменения скоростей между буровыми скважинами должны соответствовать изменениям литологии и глубин залегания пород. Если эти условия не соблюдаются, необходимо пересмотреть материалы первоначальной увязки сейсмических и геологических границ.

**9.4.7.2** Совмещенные материалы используют для изучения строения среды между буровыми скважинами:

- уточняют корреляцию геологических границ с учетом конфигурации сейсмических осей синфазности;

- намечают положение выклиниваний, замещений, форму и контуры геологических тел и иные особенности геологического строения по данным анализа волновой картины и результатам определения сейсмических атрибутов.

**9.4.7.3** Для прогноза значений коллекторских и иных петрофизических параметров устанавливают их статистические связи с величинами сейсмических атрибутов.

Для этого оценивают корреляционные и иные статистические связи, строя кроссплоты, вариограммы, определяя парные и множественные регрессии, выполняя кластерный анализ и т.п.

**9.4.7.4** Возможность и точность прогноза петрофизического параметра определяются теснотой используемых для этого статистических связей.

Применение линейных (парных и множественных) связей обеспечивает существенное улучшение точности, по сравнению с использованием данных одного лишь бурения, если коэффициент корреляции параметра с атрибутами превышает 0.7 – 0.8.

Достоинством линейных связей, найденных по значительному ( $>10$ ) числу скважин, является устойчивость по отношению к небольшим изменениям исходных данных.

Использование нелинейных связей целесообразно, если тип нелинейной зависимости надежно установлен на основе независимой информации, например, данных сейсмомоделирования.

**9.4.7.5** Каждому из геологических пластов может соответствовать индивидуальный набор информативных атрибутов, в зависимости от внутреннего строения пласта, его акустической контрастности, строения и свойств вмещающей толщи.

**9.4.7.6** Результаты интегрированного анализа представляют в виде карт, разрезов и объемных моделей.

**9.4.8** Математическое сейсмомоделирование заключается в расчете волновых полей для теоретических моделей, отображающих особенности строения реальных сред.

Математическое сейсмомоделирование является необходимой составной частью процесса интерпретации при решении следующих задач:

- сейсмогеологического объяснения кинематических и динамических особенностей реальных волн;

- выявления сейсмических атрибутов, информативных для поиска и разведки геологических объектов;

- установления соответствия между сейсмическими волнами и границами геологического разреза (“стратиграфической увязки”);

- подбора оптимальных параметров ряда интерпретационных процедур - инверсии, коррекции формы сейсмического импульса, стратиграфической деконволюции и др.

Моделирование рекомендуется использовать и при решении других интерпретационных задач для обоснования способов их решения, оценки эффективности применяемых процедур и т.д.

**9.4.8.1** Формирование моделей зависит от задач моделирования:

- при изучении самых общих, в основном кинематических, особенностей волн можно ограничиться толстослоистыми моделями, состоящими из слоев с мощностями того же порядка, что и преобладающая длина сейсмического импульса;

- при изучении динамических особенностей волн, имеющих интерференционный характер, необходимы, как правило, тонкослоистые модели, состоящие из пластов мощностью не более 0,1 – 0,2 преобладающей длины сейсмического импульса.

Допускается сочетание в моделях тонких и толстых слоев, при этом тонкослоистое представление используют для интервалов разреза, отвечающих за формирование динамических особенностей волн, а толстыми слоями аппроксимируют оставшуюся часть среды, чтобы учесть влияние прохождения через нее на кинематические свойства волн.

**9.4.8.2** При моделировании отраженных волн в средах с небольшими углами наклона границ целесообразно применение одномерных слоисто-однородных моделей, а также псевдодвумерных моделей, состоящих из одномерных моделей, отображающих изменение глубин границ и свойств слоев по латерали.

**9.4.8.3** Использование двумерных и трехмерных моделей необходимо, главным образом, при изучении волновых явлений, характерных для сложно построенных сред, таких как дифракция, фокусирование, образование петель и т.п.

**9.4.8.4** При моделировании динамических особенностей волнового поля обязательными параметрами моделей являются значения скорости продольных волн и плотности.

В случаях, когда значения импедансов пород пропорциональны значениям скорости, при одномерном моделировании плотности можно не учитывать.

При изучении двух и трехмерных сред дополнительно необходимы значения скорости поперечных волн.

Значения параметров поглощения целесообразно задавать, если изучаются динамические характеристики колебаний, у которых существенно отличаются траектории пробега в среде.

**9.4.8.5** Форма сейсмического импульса при моделировании должна задаваться возможно более близкой к форме импульса, порождающего интерпретируемое волновое поле.

**9.4.8.6** Способы расчета волновых полей должны быть согласованы со спецификой обработки реального волнового поля.

При моделировании отраженных волн, прошедших обработку по методике восстановления амплитуд, нет необходимости в учете геометрического расхождения.

Использование при обработке кинематических поправок часто позволяет ограничиться при расчетах трассами с нулевым удалением от источника.

Применение при обработке переменного во времени оператора деконволюции и/или рациональный подбор формы импульса в значительной степени компенсируют неучет влияния прохождения через тонкослоистую среду и поглощения.

**9.4.9** При интерпретации данных метода преломленных волн разделение волн, соответствующих разным границам, выполняют в процессе корреляции путем анализа кинематических и динамических характеристик сейсмических колебаний на продольных профилях.

Для отдельной волны характерно постепенное изменение времен регистрации, кажущейся скорости, интенсивности и формы по мере удаления от источника.

При сложном строении преломляющей среды (наличии разломов, контактов пород с разной скоростью и т.п.) эти признаки могут искажаться за счет самопересечений и резких изменений интенсивности. Такие осложнения обычно повторяются по нагоняющему годографу той же волны.

Выявление новой волны, соответствующей иной границе, проводится по признакам пересечения осей синфазности с разной кажущейся скоростью и интенсивностью, либо затухания предшествующей волны. При наблюдениях с соседних источников признаки смены волн обычно закономерно повторяются в зависимости от расстояния.

**9.4.9.1** Аппарат интерпретации данных МПВ детально разработан применительно к гипотезе о принадлежности преломленных волн к типу головных. Эта гипотеза не имеет ни теоретического, ни экспериментального обоснования и может использоваться только как упрощенная аппроксимация, допустимая в ограниченном диапазоне реальных ситуаций, главным образом, при изучении кровли сравнительно однородных сред, резко отличающихся по скорости от вышележащей толщи, таких как поверхность фундамента или подошва зоны малых скоростей.

**9.4.9.2** Определение реальной природы волны выполняется по графикам разности времен ее нагоняющих и нагоняемых годографов, а также по поведению кажущихся скоростей по мере удаления от источника. Систематическое уменьшение разности времен с увеличением расстояния и/или систематическое увеличение кажущейся скорости с расстоянием свидетельствует о наличии рефракции. Увеличение разности времен и/или уменьшение кажущейся скорости свидетельствует о регистрации фрагментов отраженных волн, распространяющихся под большим углом к вертикали и/или сильно преломившихся в среде над отражающей границей.

**9.4.9.3** Для выполнения структурных построений в годографы волн могут быть внесены поправки, приводящие их к гипотетическим годографам головных волн. Для сильно преломившихся отраженных волн удовлетворительного для практических целей решения этой задачи не существует, для рефрагированных волн поправки следует оценить по графикам разности времен нагоняемых и нагоняющих годографов.

**9.4.9.4** Способы структурных построений строго справедливы при допустимости представления о скольжении волны вдоль кровли преломляющей среды.

Для прослеженной волны из нескольких источников составляют сводные годографы, увязывают их во взаимных точках, оценивают скорости в покрывающей среде и определяют рельеф преломляющей границы по способу полей времен, способу сопряженных точек или способу времен  $t_0$ .

**9.4.9.5** По данным МПВ может быть оценена скорость распространения волн в преломляющей среде в направлениях, близких к горизонтали. При выраженном эффекте рефракции возможно также определение зависимости этой скорости от глубины. Следует иметь в виду, что в случае анизотропии среды скорость в горизонтальном направлении отличается от скорости распространения волн по вертикали, измеряемой при ВСП (сейсмокаротаже).

**9.4.10** Карты строятся на различных этапах интерпретации для определения конфигурации границ и выявления закономерностей распределения сейсмических параметров и атрибутов по площади исследований.

Карты, наиболее объективно отображающие особенности строения среды, строят после выполнения миграционных процедур.

**9.4.10.1** При построении карт по данным сейсморазведки 2D предварительно должны быть определены и, по возможности, исключены или уменьшены величины невязок на пересечениях профилей.

**9.4.10.2** Структурные карты строятся по сейсмическим и геологическим границам.

Границы, по которым строятся структурные карты, должны отображать наиболее существенные черты геологического строения всей площади или важных ее участков.

**9.4.10.3** После временной миграции структурные карты по сейсмическим границам строятся на основе карт вертикальных времен  $t_v$  и данных о средних скоростях до границы.

Структурные карты строятся на основе карт изохрон ( $t_0$ ) с учетом данных об интервальных и пластовых скоростях.

При использовании глубинной миграции структурные карты строят на основе результатов корреляции волн на глубинных разрезах или кубах.

**9.4.10.4** При наличии данных бурения построение структурных карт выполняется по совокупности всей информации.

**9.4.10.5** Структурные карты по геологическим границам строят на основе структурных карт по сейсмическим границам и карт толщин интервала между сейсмической и геологической границей.

**9.4.10.6** Положение на картах разломов, контактов, участков выклиниваний и других локализованных особенностей строения должно соответствовать результатам корреляции волн.

**9.4.10.7** Сечение структурных карт выбирают равным погрешности определения глубин.

Для более рельефного отображения малоамплитудных структур допустимо проведение дополнительных изолиний с сечением, равным половине ошибки определения глубины.

Участки с пониженной точностью построений отображаются пунктирными изолиниями или другим условным знаком.

Для лучшего визуального восприятия структурных карт в дополнение к изолиниям используют закраску цветом.

**9.4.10.8** Построение карт, как правило, выполняется с применением средств вычислительной техники и компьютерных технологий.

Алгоритмы и параметры (расчета сеток, сглаживания и т.п.) должны выбираться таким образом, чтобы поверхность, отображаемая картой, отличалась от исходных данных не более, чем на половину погрешности их определения.

Для контроля выполнения этого условия совмещают сечения карт вдоль профилей с исходными данными по этим же профилям или наносят картируемые значения на карту.

**9.4.10.9** Структурные карты, карты времен ( $t_v$ ) и карты изохрон ( $t_0$ ) являются обязательными отчетными документами, а карты средних, пластовых и интервальных скоростей рекомендуется прикладывать к отчету, когда внесены изменения в эти параметры по сравнению с предыдущими работами.



**9.4.10.10** На карты рекомендуется наносить данные о положении сейсмических профилей или контуров кубов, положении буровых скважин (пластопересечений) с отметками глубин и сведениями о результатах бурения, а также иную информацию, существенную для понимания особенностей строения объекта исследований.

**9.4.10.11** Геологическое строение объекта, отображаемое совокупностью структурных карт и/или карт времен по нескольким границам целесообразно представлять в виде трехмерной цифровой геологической модели и сейсмогеологических разрезов.

Модели и разрезы могут включать, помимо структурной информации, данные о положении стволов глубоких скважин, характерные кривые ГИС, результаты испытаний, обобщенные сведения о литологии и стратиграфии толщ, слагающих геологический разрез, а также иную существенную информацию.

**9.4.11** Погрешности структурных построений могут носить систематический и случайный характер, могут быть связаны с неадекватностью метода решения обратной задачи и модели строения среды, а также - с ошибками задания и определения исходных данных.

Ошибки систематического характера (типа грубых ошибок в корреляции отражающих границ, в задании скоростной модели среды) и ошибки метода решения обратной задачи выявляют на основе моделирования волновых полей для конкретных сейсмогеологических условий, а также по результатам сопоставления структурных построений по сейсмическим данным с данными бурения.

**9.4.11.1** Погрешности определения скоростей во многом определяют геологическую и экономическую эффективность выполненных сейсмических работ.

Оценку точности вычисления скоростей осуществляют:

- по внутренней сходимости результатов путем прямого аналитического пересчета осредненных характеристик волнового поля;
- по данным статистического моделирования;
- по сопоставлению с данными других методов.

**9.4.11.2** Точность структурных построений зависит от погрешности определения глубин.

Погрешности определения глубин, приращений глубин и углов наклона отражающих горизонтов вычисляются как функции расчетных времен, скоростей и их ошибок.

Расчетные времена, по которым вычисляются глубины, представляют собой сумму наблюдаемых и поправочных времен.

Точность расчетных времен в зависимости от исходного материала можно оценить дифференцированно по каждому времени, входящему в расчетное, или сразу оценивать суммарную погрешность расчетного времени.

Суммарную погрешность расчетного времени оценивают по разбросу значений времен относительно осредняющей линии и по невязкам времен в точках пересечения профилей 2D.

**9.4.11.3** Качество структурных построений, качество выявленных и подготовленных по данным сейсморазведки структур определяется следующими характеристиками:

- точностью структурных построений по площади - для поисковых и детальных работ и точностью построений по профилям - для региональных работ и других видов исследований;
- надежностью выявленных и подготовленных структур;
- точностью определения параметров подготовленных структур.

Количественные оценки указанных характеристик определяются либо по внутренней сходимости данных сейсморазведки (прогнозные оценки), либо по сопоставлению с данными бурения (ретроспективные оценки).

Прогнозные оценки точности структурных построений необходимы для принятия решений по направлениям дальнейших работ.

Ретроспективные оценки используются для внешнего контроля качества сейсмических построений.

**9.4.11.4** Оценки качества структурных построений и выявления антиклинальных структур используют при подготовке рекомендаций на поисковое бурение.

## **9.5 Рекомендации по методике интерпретации сейсмических материалов на различных этапах геологического изучения недр**

**9.5.1** Геологическое изучение недр проводится по этапам и стадиям, отличающимся по характеру решаемых задач.

В пределах одной территории нередко происходит совмещение работ разных стадий, ориентированных на различные объекты.

Каждая стадия характеризуется определенным уровнем изученности геологической среды, типовыми задачами, решаемыми сейсморазведкой, и итоговыми документами, обеспечивающими главные результаты - количественную оценку запасов углеводородов и рациональный выбор видов и объемов дальнейших работ.

**9.5.2** Способы сейсмической интерпретации и модели среды на каждой стадии должны соответствовать решаемым задачам.

Модель, кроме того, должна удовлетворять условиям применения интерпретационных процедур и обеспечивать возможность оценки точности и надежности результатов.

Рациональная последовательность решения интерпретационных задач обычно включает в себя:

- стратиграфическую увязку волнового поля и геологических границ (или проверку и уточнение результатов, если увязка была выполнена ранее);
- корреляцию волн, выявление и трассирование разломов;
- определение скоростной модели среды или ее детализацию;
- совмещение данных сейсморазведки и бурения;
- структурные построения;
- анализ истории седиментогенеза и истории структурно-тектонического развития;
- выявление неантиклинальных ловушек;
- оценку свойств пород и их нефтегазоносности;
- оценку запасов или подготовку данных для такой оценки;
- оценку точности и надежности результатов.

Такая последовательность позволяет логично переходить от одних задач интерпретации к другим.

Процесс интерпретации целесообразно начинать с наиболее информативных ("опорных") профилей и участков, позволяющих оценить типичные особенности волнового поля и геологического строения среды.

**9.5.3** Региональные сейсмические исследования выполняются с целью:

- выявления основных закономерностей строения слабо исследованных осадочных бассейнов (или отдельных литолого-стратиграфических подразделений);
- оценки прогнозных ресурсов углеводородов;
- определения первоочередных территорий для поисковых работ.

**9.5.3.1** Интерпретация сейсмических материалов выполняется на основе комплексирования с данными бурения опорных и параметрических буровых скважин и данными других геофизических методов, прежде всего гравимагниторазведки, а также иных методов регионального геологического изучения недр.

**9.5.3.2** Интерпретация должна предусматривать:

- выполнение структурных построений поверхности фундамента и, по возможности, границ внутри фундамента;
- разделение волновой картины осадочного чехла по вертикали на сейсмостратиграфические комплексы путем выявления основных перерывов осадконакопления на основе анализа рисунка волнового поля, а также изучения значений сейсмогеологических параметров среды и атрибутов волн;

- разделение комплексов по латерали на литолого-фациальные зоны морского, прибрежного и континентального генезиса по анализу рисунка волнового поля;
- изучение структурно-тектонической истории бассейна и истории его заполнения путем анализа толщин, выполнения палеоструктурных построений, анализа литолого-фациальной зональности;
- составление на этой основе схем структурно-тектонического строения бассейна в целом и отдельных литолого-стратиграфических комплексов;
- выделение вероятных зон генерации, миграции и накопления углеводородов;
- прослеживание по площади границ установленных бурением нефтегазоносных и нефтегазоперспективных комплексов;
- прогноз зон развития антиклинальных и неантиклинальных ловушек в пределах перспективных комплексов, выявление наиболее крупных поднятий по результатам структурных построений и литолого-фациального анализа;
- подготовку данных для определения прогнозных ресурсов углеводородов в соответствии с требованиями оценки по категории "Д" согласно [5].

**9.5.3.3** В результате интерпретации должны быть представлены:

- временные и глубинные сейсмические и сейсмогеологические разрезы, совмещенные с данными бурения и, по возможности, с данными других геофизических методов;
- структурные карты по регионально устойчивым границам;
- карты изопахит для основных литолого-стратиграфических комплексов;
- литолого-фациальные и структурно-тектонические схемы;
- карты или схемы расположения объектов для последующих поисковых работ;
- рекомендации по методам и объемам дальнейших геологоразведочных исследований.

**9.5.4** Поисковые сейсморазведочные работы выполняют с целью выявления и подготовки к поисковому бурению перспективных ловушек в районах с установленной или возможной нефтегазоносностью, а также для оценки перспективных ресурсов и планирования разведочного бурения на месторождениях, выявленных поисковым бурением.

**9.5.4.1** Интерпретация сейсмических материалов выполняется с учетом данных буровых скважин и, при необходимости, с привлечением материалов других геофизических методов.

**9.5.4.2** Интерпретация должна предусматривать:

- выполнение структурных построений по горизонтам, освещающим строение нефтегазоносных и нефтегазоперспективных комплексов;
- прогноз литофациальной зональности указанных комплексов пород, прогноз наличия и площадного распространения коллекторов и покрышек - на основе анализа рисунка волнового поля, изменений толщин, палеопостроений, изучения динамических характеристик волн и др.;
- прогноз неантиклинальных ловушек и/или зон их вероятного существования по признакам: выклинивания, тектонического экранирования, фациального замещения, наличия рифоподобных объектов, палеоврезов и т.п.: результаты прогноза должны быть согласованы в плане и по глубине с данными структурных построений и материалами, использованными при прогнозе литофациальной зональности;
- поиск прямых признаков нефтегазовых залежей по наличию аномалий (амплитуд и др.), закономерно расположенных в пределах ловушек.

**9.5.4.3** В результате интерпретации должны быть представлены:

- структурные карты, отображающие строение горизонтов, приуроченных к продуктивным или близким к ним отложениям, с выделением первоочередных антиклинальных объектов;
- карты или схемы, отображающие строение и положение в плане неантиклинальных

ловушек;

- сейсмогеологические схемы и разрезы;
- описания выявленных и/или подготовленных объектов: геологическая природа и строение ловушки, площадь, амплитуда, наиболее перспективные участки ловушки;
- рекомендации по дальнейшей детализации строения ловушек сейсморазведкой и/или по точкам заложения новых буровых скважин;
- прогноз положения в плане контура нефтеносности для открытых месторождений;
- оценки запасов углеводородов по категории  $D_0$  для вновь выявленных ловушек и по категории  $C_2$  для ловушек с доказанной нефтегазоносностью согласно [5]. (представляются при наличии соответствующего требования в проекте работ);
- паспорта объектов, передаваемых для бурения.

**9.5.5** Целью интерпретации сейсмических данных на стадии разведки и разработки месторождений углеводородов является оптимизация объемов бурения и повышение точности определения геологической модели объекта, включая прогноз фильтрационно-емкостных свойств, определение положения контура залежей, оценку запасов и их распределения по площади.

Эти данные должны использоваться для подсчета запасов и составления технологической схемы разработки (или проекта опытно-промышленной разработки) месторождений углеводородов.

Одним из видов работ может являться переинтерпретация ранее полученных сейсмических материалов с учетом вновь полученных данных бурения.

**9.5.5.1** Интерпретация выполняется путем интегрированного анализа данных бурения и сейсморазведки, на основе совместного истолкования результатов изучения волнового поля, материалов геофизических исследований и гидродинамических испытаний скважин.

**9.5.5.2** Интерпретация должна предусматривать:

- уточнение стратиграфической привязки;
- совмещение данных бурения и сейсморазведки, уточнение на этой основе корреляции данных ГИС между скважинами;
- выполнение структурных построений по сейсмическим горизонтам и кровле продуктивных пластов;
- выявление и трассирование локальных геологических тел, барьеров проницаемости и т.п. в продуктивной толще по данным анализа атрибутов и особенностям рисунка волнового поля;
- прогноз литологии, пористости и других петрофизических свойств продуктивных пластов в межскважинном пространстве по сейсмическим атрибутам;
- прогноз планового положения внешних и внутренних контуров залежей по структурным картам кровли и подошвы продуктивных пластов, построенным по совокупности данных сейсморазведки и бурения;
- построение карт удельных запасов и оценку запасов по категориям  $C_2$  и  $C_1$  согласно [5] (если это предусматривается геологическим заданием и/или проектом работ).

**9.5.5.3** В результате интерпретации сейсмических материалов представляют:

- структурные карты по кровле продуктивных пластов с проведением контуров залежи;
- геологические разрезы, построенные по совокупности данных сейсморазведки и бурения, с вынесением данных ГИС, гидродинамических испытаний (далее - ГДИ) и сведений о литологии;
- лито-фациальные схемы строения продуктивных отложений;
- карты общей и эффективной пористости, эффективной толщины и другие карты, используемые при подсчете запасов, а также карты удельных запасов и подсчетные планы (если это предусмотрено проектом работ);
- карты сейсмических атрибутов, использованных при расчете фильтрационно-емкостных свойств (далее - ФЕС);
- оценки точности структурных построений и точности прогноза ФЕС;

- рекомендации по дальнейшим разведочным работам, в том числе - по положению рекомендуемых буровых скважин, с составлением, при необходимости, паспорта объекта бурения.

**9.5.6** Результаты интегрированного анализа данных сейсморазведки и бурения используют для построения трехмерных геологических моделей нефтегазосодержащей толщи (резервуара).

Построение моделей резервуаров проводится с момента открытия месторождения (получения первых притоков нефти) и продолжается по мере накопления фактических данных вплоть до поздних стадий разработки месторождения углеводородов.

**9.5.6.1** Трехмерные геологические модели представляются в виде набора цифровых сеток, описывающих:

- положение стратиграфических границ продуктивного пласта и границ коллекторов;
- положение контуров нефтеносности;
- положение границ зон замещений;
- положение тектонических нарушений;
- положение отметок или карт поверхностей контактов залежи:

а) водо-нефтяной контакт (далее – ВНК);

б) газо-нефтяной контакт (далее - ГНК);

- карты подсчетных параметров:

а) пористости (далее – Кп);

б) проницаемости (далее – Кпр);

в) нефтенасыщенности (далее – Кн);

г) эффективных толщин (далее – Нэф);

д) нефтенасыщенных толщин (далее - Нэф.н);

е) удельных объемов (далее – V),  $V = Kп * Нэф$ ;

ж) удельных запасов (далее – Voil),  $Voil = Kп * Kн * Нэф.н$ .

В качестве исходных данных используются:

- сейсмические поверхности;
- отбивки границ стратиграфических горизонтов в буровых скважинах;
- отбивки границ проницаемых прослоев в буровых скважинах;
- результаты корреляции границ;
- результаты определения литологии, характера насыщения, Нэф и Нэф.н, фильтрационно-емкостных свойств (далее – ФЕС) коллекторов ;
- отметки ВНК и ГНК в буровых скважинах;
- геостатистические зависимости между данными сейсморазведки и бурения;
- зависимости «керн-керн» и «керн-ГИС» (изменение величины коэффициента водонасыщенности в зависимости от расстояния до ВНК), зависимость «Кпр – Кп»;
- схема тектонических нарушений с оценкой их амплитуды.

**9.5.6.2** Вертикальные и горизонтальные размеры ячеек цифровых сеток выбираются с учетом степени дифференциации разреза по ФЕС, наличия непроницаемых пропластков и в зависимости от плотности системы наблюдений.

Размеры ячеек по горизонтали рекомендуется выбирать так, чтобы при 3D между разведочными буровыми скважинами было не менее 10 ячеек, между эксплуатационными - не менее 3 ячеек; при 2D число ячеек между разведочными буровыми скважинами может быть меньше.

Размеры ячеек Dx и Dy рекомендуется принимать одинаковыми, если нет сведений о значимой латеральной анизотропии коллекторских свойств.

Стандартные размеры ячеек 50, 100, 200 м.

Количество слоев (ячеек) по вертикали выбирается исходя из детальности корреляции разрезов буровых скважин и разрешающей способности сейсморазведки.

Каждый горизонт должен быть представлен минимум одной ячейкой по вертикали.

**9.5.6.3** Построение структурных карт по кровле первого и подошве последнего

продуктивного пропластка - коллектора каждого горизонта производится с использованием структурных карт по кровлям стратиграфических горизонтов.

Смещение изогипс на границах тектонических блоков согласуется с амплитудой нарушений.

**9.5.6.4** Построение карты проницаемости производится с использованием геостатистических зависимостей, либо с использованием зависимости  $K_{пр} = f(K_{п})$  по керну.

**9.5.6.5** Построение карты нефтенасыщенности (водонасыщенности) производится с использованием в водонефтяной зоне в межскважинном пространстве зависимости  $K_v$  от расстояния по вертикали до ВНК и от проницаемости коллекторов.

**9.5.6.6** На границах зон замещения величина  $N_{эф}$  принимается равной 0, величины  $K_{п}$  и  $K_{пр}$  согласуются с граничными значениями «коллектор - неколлектор» для этих параметров.

На внешнем контуре нефтеносности величина  $K_n$  согласуется с величинами - нефтенасыщенности граничной (далее -  $K_n.гр$ ) и нефтенасыщенности остаточной (далее -  $K_n.ост$ ).

Рекомендуется учитывать при этом различие значений  $K_n.гр$  для коллекторов разной проницаемости.

**9.5.6.7** Значения абсолютных отметок, величин ФЕС,  $N_{эф}$  и  $N_{эф.н}$  в точках местоположения буровых скважин должны совпадать со значениями этих величин, рассчитанными по ГИС.

**9.5.6.8** На структурные карты по кровле и подошве коллекторов накладываются поверхности контактов флюидов (ГНК, ВНК, ГВК).

Поверхности контактов задаются отметкой, а при наклонном контакте - в виде карт поверхностей этих контактов.

Пересечением карт контактов со структурными картами по кровле и подошве коллекторов получают местоположение внешнего и внутреннего контуров нефте- и газоносности.

С использованием контуров нефтеносности и карты эффективных толщин строят карты нефте- и газонасыщенных толщин.

На внешнем контуре и границах зон замещений  $N_{эф.н}$  принимают равной нулю.

На границах тектонических блоков с ненулевой амплитудой смещения учитывают смещение изопакит нефтегазонасыщенных толщин.

При построении карт линейных запасов значение  $N_{эф.н}$  на внешнем контуре и границах зон замещений также принимают равной нулю.

**9.5.6.9** Сечение изолиний карт подсчетных параметров целесообразно принимать равным удвоенной величине среднеквадратической погрешности прогноза ФЕС.

**9.5.6.10** С использованием данных о свойствах пластовых флюидов производится подсчет запасов углеводородов.

На основе тесноты геостатистических зависимостей, точности определения подсчетных параметров по ГИС, погрешности структурных построений и определения площади нефтеносности дается оценка точности подсчета запасов углеводородов.

**9.5.6.11** С использованием карты кровли коллекторов, контуров нефтеносности, данных по результатам испытаний скважин и оценки их насыщения по ГИС формируются подсчетные планы. На них выносятся также таблицы результатов испытаний и подсчета запасов, границы зон разной категорийности запасов.

Необходимо следовать требованиям и рекомендациям по построению карт и оформлению документации, изложенным в соответствующих отраслевых документах и стандартах предприятий.

## **10 Составление и сдача окончательного отчета по результатам сейсморазведочных работ**

### **10.1 Общие положения**

**10.1.1** Отчет по результатам сейсморазведочных работ на исследуемой территории

## **ТКП 17.04-26-2011**

является научно-производственным документом.

**10.1.2** Отчет должен отражать окончательные результаты проведенных сейсморазведочных работ (или этапов работ, имеющих самостоятельное финансирование).

В главах отчета должны содержаться ссылки на фактический материал, обосновывающий высказываемые положения.

Геолого-геофизические материалы, помещаемые в отчет, должны быть обработаны и систематизированы.

Общими требованиями к отчету являются объективность, краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования; конкретность в изложении результатов работ и обоснованность выводов и рекомендаций.

**10.1.3** Отчет составляется на основании камеральной обработки всех сейсморазведочных материалов.

**10.1.4** Объем каждой книги отчета не должен превышать 300 стр.

**10.1.5** Форму представления фактического материала определяет ответственный исполнитель отчета о результатах сейсморазведочных работ, если иное не предусмотрено условиями договора с Заказчиком.

### **10.2 Структура отчета**

**10.2.1** Отчет должен содержать структурные элементы согласно ТКП 17.04-16

**10.2.2** По согласованию с Заказчиком в отчет могут быть введены другие структурные элементы.

**10.2.3** Вспомогательный материал, содержащий фактические данные, не вошедшие в основной текст отчета, помещают в конце отчета либо в виде самостоятельной книги текстовых приложений.

### **10.3 Содержание отчета**

**10.3.1** Текстовая часть отчета должна содержать исчерпывающие данные по всем видам сейсморазведочных работ, предусмотренных проектом, и состоит из следующих разделов:

- введение;
- геолого-геофизическая характеристика района;
- задачи, методика и техника полевых работ;
- обработка и интерпретация материалов геофизических работ;
- результаты работ
- заключение.

**10.3.2** Введение.

Географическое и административное положение района работ, географические координаты и номенклатура листов топографической разграфки карт. Цель и основные задачи исследований. Краткое обоснование и выбор способов решения постановленных задач. Изменения геологического задания и перечень отклонений от технического проекта. Фамилии всех сотрудников, занятых на полевых и камеральных работах, сроки проведения и объемы выполненных работ.

Орографическая. Климат. Транспортные сети. Населенные пункты. Трудовые ресурсы. Экономика. Особенности организации работ. Категория местности (трудности).

Технико-экономические показатели. Сведения о выполнении плана работ и норм выработки: численность, баланс рабочего времени, производительность труда, выполнение месячных заданий, расход ВМ, сметная и фактическая стоимость работ в целом, а также единицы геофизических, буровых, геодезических и других видов работ. Физические и денежные объемы по видам работ. Сроки работ по периодам. Техническая

оснащенность и обеспеченность партии аппаратурой, транспортом и вспомогательным оборудованием.

Технико-экономические показатели (проектные и фактические) приводятся в табличной форме.

### **10.3.3** Геолого-геофизическая характеристика района работ.

История исследований. Геолого-геофизическая изученность, критическая оценка (желательно в табличном виде). Краткая характеристика геологического строения (тектоника, стратиграфия, нефтегазоносность). Сейсмические границы, их прослеживаемость и привязка к геологическим границам. Скоростная характеристика разреза. Особенности волновой картины.

### **10.3.4** Задачи, методика и техника полевых работ.

Техническое задание (далее - ТЗ). Изменения ТЗ. Опытно-методические работы (состав и назначение). Выбор и обоснование параметров систем наблюдения, условий возбуждения и приема. Способы изучения ВЧР и ЗМС. Краткое описание аппаратуры или ее отдельных узлов, применяемых впервые. Особенности возбуждения колебаний невзрывными источниками, буровзрывным способом. Сводная характеристика методики полевых работ (желательно в табличной форме).

Метрологическое обеспечение работ. В отчете приводится перечень измерений, сводные таблицы, ссылки на источники заимствования. Выполнение требований по метрологическому обеспечению, установленных в проекте или программе работ. Результаты тестирования и эталонирования технических средств, контроль качества материалов в процессе производства полевых работ, на этапах обработки и интерпретации материалов.

Геодезические работы. Обеспеченность картами, их масштаб и качество. Геодезическая привязка точек наблюдений и определение превышений (инструментально, с применением спутниковых систем). Закрепление точек наблюдения и возбуждения на местности.

### **10.3.5** Обработка и интерпретация сейсмических материалов.

Характеристика качества первичных материалов, волновой картины, компьютерных средств, систем обработки. Методика обработки и граф обрабатываемых процедур. Методика интерпретации. Построение разрезов и карт. Моделирование сейсмическое и геологическое. Оценка точности построения опорных границ и результативных карт.

### **10.3.6** Результаты работ.

Результаты и степень решения геологических задач. Сравнение и увязка полученных результатов с данными ГИС, бурения и других геофизических методов. Анализ и геологическая трактовка полученных результатов. Модель среды (структурная, структурно-формационная, литолого-фациальная, седиментационно-емкостная). Выделение ловушек. Рекомендации на заложение скважин и их очередности.

Работы методического характера должны завершаться составлением рекомендаций.

Для всех видов работ, влияющих на окружающую среду, указываются выполненные мероприятия по обеспечению ее сохранности.

### **10.3.7** Заключение.

Отражаются достижения технического, методического и геологического характера. Оценивается эффективность работ.

**10.3.8** К отчету прилагается описание фактического геолого-геофизического материала (архива), подлежащего дальнейшему хранению.

**10.3.9** Отчет рассматривается на техническом совещании в геофизической организации, проводящей СРР.

В случае, когда он признается удовлетворяющим требованиям в отношении полноты содержания и оформления, его направляют на рецензию специалистам, в числе которых должен быть геолог, знакомый с районом исследований, и геофизик по данной специализации.



Рецензентов назначает администрация геофизической организации, проводящей СРР. Рецензенты представляют письменные заключения по отчету, уделяя особое внимание вопросам методики, геологическим выводам, их обоснованности и рекомендациям относительно дальнейших работ.

**10.3.10** Защита окончательного отчета по результатам сейсморазведочных работ проводится после получения рецензий на научно-техническом совете (далее - НТС) вышестоящей организации при обязательном участии непосредственных исполнителей работ.

НТС выносит решения по дискуссионным вопросам, поставленным рецензентами и участниками заседания совета, об оценке заслушанного отчета (по четырехбальной системе) или о его возвращении на доработку.

Основными показателями, определяющими оценку должны быть:

- выполнение геологического задания по объекту;
- качество полевых и камеральных работ (наличие, характер и процент брака);
- соответствие примененной методики и техники проекту;
- геологическая эффективность работ;
- выполнение плана и другие производственно-технические показатели;
- качество технического отчета.

## **11 Охрана окружающей среды при проведении сейсморазведочных работ**

**11.1** До начала СРР с применением взрывных источников возбуждения исполнитель работ согласовывает со всеми землепользователями, на землях которых расположены проектные профили, условия проведения работ, объясняет возможные последствия от проведения буровзрывных работ

**11.2** При выполнении СРР на землях лесного фонда рубка леса, необходимая для осуществления данной деятельности, оформляется и выполняется в порядке, установленном лесным законодательством и законодательством об охране окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Разведение костров и дымокуров допускается только в соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь, утвержденных постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 10.08.2010 № 20.

**11.3** После завершения проходки скважины и заложения в нее заряда выкопанная циркуляционная система освобождается от промывочной жидкости, используемой при бурении скважины, и засыпается с последующей рекультивацией нарушенных земель.

**11.4** Сбор, очистка и последующее использование промывочной жидкости осуществляется в соответствии с установленным порядком обращения с циркуляционными жидкостями

**11.5** Для ведения взрывных работ применяются водоустойчивые взрывчатые материалы, не имеющие ограничений по кислородному балансу. Вероятность выделения в атмосферу газообразных продуктов взрыва минимизируется наличием столба воды в скважине.

**11.6** Чтобы исключить возникновение вздутий или воронок на почве после взрывных работ, необходимо правильно определить глубину заложения и величину заряда. Взрывные скважины, проверенные на отсутствие в них не сработавших взрывчатых материалов или их остатков, ликвидируются методом засыпки и рекультивации нарушенных земель.

**11.7** Пути передвижения техники, места стоянки и обслуживания механических транспортных средств, используемых при проведении СРР, планируются и устраиваются с условием исключения причинения существенного вреда окружающей среде. Случайные проливы ГСМ на почву ликвидируются в порядке, установленном законодательством

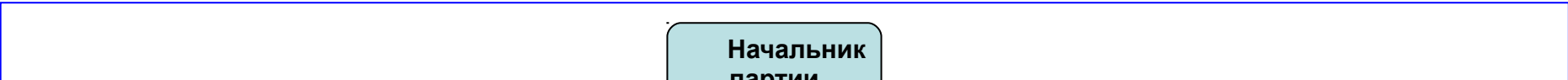
**11.8** Для предотвращения загрязнения исследуемой территории бытовыми и производственными отходами, образуемыми в процессе проведения СРР, организуется отдельный сбор отходов в определенном месте (площадки, контейнеры) с последующим вывозом их на вторичную переработку, либо на полигон ТКО.

**11.9** Ликвидация последствий взрывов после проведения сейсморазведочных работ должна обеспечивать полную безопасность для людей, животных, транспорта и возможность дальнейшего использования территории в хозяйственных целях.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Общая структура сейсморазведочной партии**

**Рисунок А.1**



**Начальник  
партии**

