

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Часть I. СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД И ЗАДАЧИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ПРИ ИХ ИЗУЧЕНИИ	9
Глава 1. Сейсмогеологические особенности карбонатов	9
1.1. Основные геологические и геофизические характеристики карбонатных пород.....	9
1.2. Сейсмогеологические особенности трещинно-кавернозных карбонатных пород.....	13
1.3. Сейсмогеологические отличия карбонатных резервуаров регионов и проблемы их изучения....	22
1.3.1. Специфические особенности карбонатных резервуаров Тимано-Печорской НГП.....	22
1.3.2. Специфические особенности карбонатных резервуаров Волго-Уральской НГП.....	26
1.3.3. Восточно-Сибирская НГП	29
1.3.4. Карбонатные объекты палеозоя Западной Сибири	30
1.3.5. Карбонатные объекты других регионов России	32
Глава 2. Геологические задачи сейсморазведки при изучении карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернового типа	34
2.1. Картирование кровли карбонатного коллектора, несовпадающей с отражающим горизонтом... 34	
2.2. Сейсмолитолого-фациальное районирование карбонатов.....	34
2.3. Картирование эффективных толщин ($H_{эф}$) и пористости ($K_{п}$) в трещинно-кавернозных карбонатных резервуарах в межскважинном пространстве	39
2.4. Картирование проницаемости	40
2.5. Оценка и картирование преобладающих направлений и плотности микро- и мезотрещин	40
2.6. Трассирование в объеме и картирование по поверхности горизонтов макротрещин, систем трещин и малоамплитудных нарушений, образующих флюидопроводящие каналы.....	40
2.7. Повышение достоверности сейсмических характеристик трещиноватых резервуаров путем увязки и калибровки их со скважинными данными о трещиноватости.....	41
2.8. Выделение и оконтуривание в древних плотных карбонатных толщах трещинно-кавернозных зон потенциальных резервуаров углеводородов, не связанных со структурным фактором и не имеющих резких границ.....	42
2.9. Выделение карбонатных тел – вероятных коллекторских зон – в глубокозалегающих высокоскоростных толщах (подсолевые отложения Прикаспия и нижний палеозойский этаж Западной Сибири) . 42	

Часть II. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ, ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ 44

Глава 3. Методики полевых работ, ориентированные на выявление и оценку характеристик трещиновато-кавернозных коллекторов 44

3.1. Обоснование основных параметров систем наблюдения 3D с высокой кратностью и равномерным распределением азимутов 44

3.1.1. Сопоставление узкоазимутальных, широкоазимутальных и полноазимутальных систем наблюдения 3D 45

3.1.2. Обоснование параметров полноазимутальных высокочастотных систем наблюдения 47

3.1.3. Минимизация следов расстановки (*footprint*) или постоянство кратности 47

3.1.4. Оценка уровня равномерности освещения по азимутам и удалениям 50

3.1.5. Сопоставление стоимостных характеристик полноазимутальных и узкоазимутальных съемок 51

3.2. Специальные технологии полевых работ 51

Глава 4. Базовая (временная) обработка 54

4.1. Состав и последовательность процедур стандартной обработки 54

4.2. Требования к обработке при проведении инверсионных преобразований AVO/AVA 59

4.3. Особенности обработки при азимутальном анализе анизотропии сейсмических параметров 59

4.4. Специальные вопросы обработки 62

Глава 5. Миграционные процедуры до суммирования на основе построения глубинно-скоростной модели 64

5.1. Краткий обзор алгоритмических решений миграционных преобразований 64

5.2. Технологическая последовательность выполнения миграции 66

5.2.1. Расчет глубинно-скоростной модели (ГСМ) 67

5.2.2. Глубинная миграция сейсмограмм (PSDM) 68

5.2.3. Преобразования мигрированных глубинных сейсмограмм 69

5.3. Особенности применения миграционных процедур в условиях карбонатного разреза 69

5.3.1. Анизотропная миграция для VTI-сред 70

5.3.2. Методика миграционных преобразований для выделения и характеристики макротрещин и зон микротрещиноватых коллекторов 71

Глава 6. Применение процедур структурной интерпретации 72

6.1. Стратиграфическая привязка отражений 72

6.2. Корреляция отражений 79

6.3. Выделение и корреляция тектонических нарушений 83

6.4. Определение скоростной модели для структурных построений 86

6.5. Оценка точности структурных построений 88

Глава 7. Специализированные процедуры интерпретации динамических характеристик отраженных волн 91

7.1. Сейсмическая инверсия 91

7.2. Сейсмофациальный анализ	110
7.3. Прямой прогноз параметров среды по объемным сейсмическим атрибутам	120
7.4. Расчет атрибутов AVO	122
7.5. Расчет полей и кубов атрибутов	124

Глава 8. Использование процедур динамической интерпретации с целью прогноза коллекторских свойств для подсчета запасов УВ 127

8.1. Использование сейсмической инверсии	127
8.2. Применение сейсмофациального анализа	135
8.3. Использование кубов атрибутов AVO	143
8.4. Атрибутное прогнозирование коллекторских свойств ($H_{эф}$ и $K_{п}$)	146
8.5. Оценка точности прогноза подсчетных параметров	152

Глава 9. Специальные процедуры обработки данных 3D и ГИС с целью изучения характеристик трещинных (трещинно-кавернозных) резервуаров 155

9.1. Краткая характеристика скважинных методов исследования трещиноватости	155
9.2. Азимутальный анализ анизотропии продольных волн	158
9.2.1. Теоретическое обоснование азимутального анализа анизотропии <i>PP</i> -волн	158
9.2.2. Технологии анализа азимутальной анизотропии <i>PP</i> -волн	161
9.3. Использование обменных волн для картирования характеристик трещиноватости	165
9.3.1. Определение азимута направления трещин (натуральной системы координат)	165
9.3.2. Процедура снятия влияния вышележащего трещиноватого слоя	166
9.4. Геометрические атрибуты	169
9.5. Спектральная декомпозиция	176
9.6. Специальные миграционные преобразования для выделения субвертикальных макротрещин и малоамплитудных нарушений	177
9.6.1. Методика миграции дуплексных волн	178
9.6.2. Миграционные преобразования с повышенной латеральной разрешенностью за счет повышения роли дифрагированных волн	183
9.7. Использование рассеянных волн для выявления и оценки характеристик трещиновато-кавернозных резервуаров	184
9.7.1. Выделение рассеянных волн на базе миграции по алгоритму Кирхгофа	185
9.7.2. Фокусирующее преобразование на базе миграции по алгоритму «продолжение поля»	185
9.7.3. Метод сейсмического локатора бокового обзора (СЛБО)	187
9.7.4. Метод вычитания из полного поля суммарного разреза PSDM модели когерентных отражений (текстурно-спектральный анализ ТСА)	188
9.7.5. Метод мигрирования разностных сейсмограмм, полученных путем вычитания из исходных записей зеркальных отражений с последующим суммированием их способом волнового ОГТ	188
9.8. Технологии прогноза проницаемости пород коллекторов порово-трещинного типа на базе использования частотно-зависимых атрибутов	190
9.9. Интеграция информации о трещиноватости, полученной разными методами	195
9.10. Калибровка сейсмических прогнозов параметров трещиноватости по скважинным данным	197
9.11. Моделирование трещиноватого резервуара	202
9.12. Информация об апробированности и готовности к практическому использованию технологий главы 9	206

Часть III. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	212
Глава 10. Методические рекомендации, ориентированные на выявление и характеристику карбонатных трещиновато-кавернозных резервуаров	212
10.1. Критерии подготовленности (степени геолого-геофизической изученности) для постановки детальных сейсмических исследований с целью характеристики трещинно-кавернозных карбонатных резервуаров	212
10.2. Рекомендации по выполнению основных этапов сейсмических работ с целью исследования карбонатного трещиноватого резервуара	215
10.2.1. Рекомендации по проектированию полевых сейсморазведочных работ	215
10.2.2. Рекомендации по обработке	216
10.2.3. Рекомендуемый арсенал средств динамической интерпретации для прогнозирования подсчетных параметров в изменчивых карбонатных коллекторах	218
10.2.4. Средства прогнозирования микро- и макротрещиноватости карбонатных коллекторов ..	220
10.3. Рекомендации по изучению карбонатных коллекторов в различных сейсмогеологических условиях	223
10.3.1. Технологии, применяемые для сейсмогеологических условий Тимано-Печорской и Волго-Уральской НГП	223
10.3.2. Технологии, рекомендуемые для сейсмогеологических условий Восточной Сибири и карбонатных объектов палеозоя Западной Сибири	225
10.4. Рекомендации по представлению результатов сейсмических исследований карбонатных коллекторов	226
10.4.1. Представление результатов в отчете по сейсмическим исследованиям	226
10.4.2. Представление результатов в отчет по подсчету запасов (в условиях карбонатного коллектора продуктивного интервала)	228
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	230
Приложение 1. Теории и модели, применяемые для карбонатных пород	232
Приложение 2. Факторы, влияющие на сейсмические скорости.....	235
Приложение 3. Скважинные методы выделения трещиноватых интервалов, оценка параметров трещин	239
СЛОВАРЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ	248
СОКРАЩЕНИЯ	250