

АНДРЕАС КОРДСЕН и ДЖОН ПЕЙРС
GEOPHYSICAL EXPLORATION & DEVELOPMENT CORPORATION

ПРОЕКТИРОВАНИЕ 3D СЪЕМОК
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OMNI

ЧЕТВЕРТОЕ ИЗДАНИЕ

1998

Никакие цифры или примеры не могут быть использованы, ни для каких целей, без получения письменного разрешения авторов

Как связаться с авторами

Andreas Cordsen & John Peirce

Geophysical Exploration & Development Corporation

1200, 815-8th Avenue SW

Calgary, Alberta

T2P 3P2

Canada

Тел: (403) 262-5780

Факс: (403) 262-8632

Вебсайт: www.gedco.com

e-mail: acordsen@gedco.com

e-mail: jpeirce@gedco.com

Mike Galbraith

Seismic Image Software Ltd.

1700, 400-5th Avenue SW

Calgary, Alberta

T2P 2T8

Canada

Тел: (403) 233-2140

Факс: (403) 266-2685

Вебсайт: www.seisimage.com

e-mail: mike@seisimage.com

Planning Land 3-D Seismic Surveys

Andreas Cordsen, Mike Galbraith,
and John Peirce

Edited by Bob A. Hardage
Series Editor: Stephen J. Hill

Geophysical Developments Series No. 9
Society of Exploration Geophysicists

SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Cordsen, Andreas.

Planning land 3-D seismic surveys / by Andreas Cordsen, Mike Galbraith, and John Peirce ; editor, Bob A. Hardage.

p. cm.-- (Geophysical developments series ; no. 9)

Includes bibliographical references and index.

ISBN 1- 56080-089-5 (vol.)

1. Seismic prospecting. I. Galbraith, Mike. II. Peirce, John. III. Hardage, Bob Adrian, 1939- IV. Title. V. Geophysical development series ; v. 9.

TN269.8 .C67 2000

622'.1592--dc21

00-026159

ISBN 0-931830-41-9 (Series)

ISBN 1-56080-089-5 (Volume)

Society of Exploration Geophysicists

P.O. Box 702740

Tulsa, OK 74170-2740

©2000 Society of Exploration Geophysicists

All rights reserved. This book or parts hereof may not be reproduced in any form without written permission from the publisher.

Printed in the United States of America

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1 НАЧАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	9
1.1. Отношения руководства	9
1.2. Цели	9
1.3. Тенденции индустрии	10
1.4. Финансовые проблемы	10
1.5. Целевые горизонты	11
1.6. Последовательность этапов сбора данных	11
1.7. Окружающая среда и погодные условия	14
1.8. Некоторые соображения (различия) 2D и 3D съемок	15
1.9 Определение 3D терминов	15
ГЛАВА 2 ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	19
2.1 Таблица Решений по Проектированию 3D съемки.	19
2.2 Прямая линия	20
2.3 Кратность	20
2.4 Кратность вдоль линии	21
2.5 Кратность поперек линии	22
2.6 Общая кратность	22
2.6.1 Общая кратность в понимании Максимального выноса и Расстояния между Линиями	23
2.6.2 Конус кратности	23
2.7 Отношение сигнал/помеха (S/N)	24
2.8 Размер Бина	24
2.8.1 Размер целевого горизонта	25
2.8.2 Максимальная неаляйсинговая частота	25
2.8.3 Горизонтальное разрешение	26
2.8.3.1 Латеральное разрешение после Миграции	28
2.8.3.2 Разделение дифракций	28
Давайте спроектируем 3D – Часть 1	30
2.9 Xmin	31
2.10 Xmax	33
2.10.1. Проектная глубина (целевая)	34
2.10.2. Интерференция Прямой Волны	34
2.10.3. Интерференция преломленной волны (первые срывы)	35
2.10.4. Вынос при критическом отражении на глубоком горизонте (?)	35
2.10.5. Вынос, необходимый для того, чтобы увидеть наиболее глубокую ЗМС (рефрактор)	35
2.10.6. Ограничения НМО	35
2.10.7. Максимальная допустимая растяжка НМО	35
2.10.8. Вычитание кратных волн	35
2.10.9. Выносы, необходимые для AVO	35
2.10.10. Максимальная длина кабеля, имеющегося у подрядчика	35
2.10.11. Падение	35
Давайте спроектируем 3D – часть 2	36
ГЛАВА 3 УПРАВЛЕНИЕ ЗАПЛАТКАМИ И КРАЯМИ	37
3.1. Распределение выносов	37
3.2 Распределение азимутов	38
3.3 Съемки с узким и широким азимутом	38
3.4 Правило 85%	39
3.5 Зона Френеля	40
3.6 Дифракции	41
3.6.1. Анатомия дифракции	41
3.7 Ореол миграции	41
3.8 Управление краями	43
3.9 Моделирование трассы луча	44
3.10 Длина записи	45
Спроектируем 3D – Часть 3	47
Спроектируем 3D – Часть 3	48

ГЛАВА 4 БЛОК-СХЕМЫ И КРУПНОФОРМАТНЫЕ ТАБЛИЦЫ	49
4.1. Таблица решения проектирования съемки	49
4.2 Блок-схема проектирования 3D	50
4.3 Кратность относительно плотности ПВ	51
4.4 Интервал между ПП	51
4.5 Основные уравнения 3D – Квадратные бины	52
4.6 Основные уравнения 3D – Прямоугольные бины	53
4.7 Основные шаги в расстановке 3D – Метод шести шагов	54
4.8 Графическое решение	56
4.9 Стандартизированные крупноформатные таблицы	57
4.10 Оценка стоимости 3D съемки	60
4.11 Модель стоимости	67
ГЛАВА 5 ПОЛЕВЫЕ РАССТИЛКИ	69
5.1 Полосы отстрела	69
5.2 Прямая линия	70
5.3 Кирпичная кладка	70
5.4 Неперпендикулярный (непрямоугольный)	73
5.5 Четные и Нечетные	76
5.6 Флекси-бин или фракционирование бина	77
5.7 Метод проектирования Кнопочная Заплата	77
5.8 Зигзаг	80
5.9 Мега–Бин	82
5.10 Шестиугольный метод проектирования	84
5.11 Радиальный метод проектирования	85
5.12 Круговой метод отработки	86
5.13 Метод проектирования “Круглые заплатки”	86
5.14 Неопределенность	87
5.15 Полевая расстилка – Аргументы «За» и «Против» при использовании различных стратегий расстилки.	88
ГЛАВА 6 ИСТОЧНИКИ	89
6.1 Динамит	89
6.1.1 Программа работ	89
6.1.2 Тестирование	90
6.1.3 Стратегия отстрела	91
6.2 Виброустановки	91
6.2.1 Программа работ	91
6.2.2 Хорошо настраиваемые виброустановки	92
6.2.3 Тестирование	92
6.2.4 Стратегия отстрела	94
6.3 Другие виды источников	95
ГЛАВА 7 РЕГИСТРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	97
7.1. Приемники	97
7.2. Регистрирующее оборудование (станции)	98
7.3 Распределительные системы	100
7.4 Телеметрические системы	100
ГЛАВА 8 РАССТАНОВКИ	101
8.1. Вопрос о расстановках	101
8.2 Расстановки геофонов	101
8.3 Расстановка источников	101
8.4 Отклик комбинированной расстановки	101
8.5 Расстановки суммы	101
8.6 Методика недоступного сбора данных	104

ГЛАВА 9 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ РАСЧЕТЫ.....	105
9.1. Топография	105
9.2 Файлы – скрипты	108
9.3 Расстилка/Подборка	112
9.4 Передвижения заплаток	112
9.5 Направление отстрела	113
9.6 Ширина полосы	114
9.7 Большие съемки	115
9.8 Посещение полевых работ (КК)	116
9.9 Общее	116
Область изображения	116
Кабели	117
Шаблоны первых срывов	117
Получение разрешений	117
Безопасность	117
Выносы и заносы (?)	117
9.10 Примеры полевых работ	118
ГЛАВА 10 ОБРАБОТКА.....	119
10.1. Обработка	119
10.2 Поток обработки	119
10.3 Статика МПВ	120
10.4 Анализы скоростей	121
10.5 Статика МОВ (Поверхностная Совместимая статика)	123
10.6 DMO	124
10.7 Сумма	127
10.8 Миграция и случайная дискретизация	128
10.9 Уравнивания для качества данных	129
Тест	130
Ответы на тест	130
ГЛАВА 11 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	131
11.1. Системы интерпретации	131
11.2. Топографическая съемка	131
11.3. Интегрирование	132
ГЛАВА 12 ТЕМЫ, ОСОБОГО ИНТЕРЕСА.....	133
12.1. Цифровые Ортокарты	133
12.2. Переходные Зоны	133
12.3. Досуммарная миграция для Ребинирования	134
12.4. Досуммарная глубинная миграция	134
12.5. 4D Сейсмика	134
12.6. Обменные волны в 3D Проектировании	135
12.7. 3D инверсия	137
12.8. Дальнейшие инструкции	137
СЛОВАРЬ (ГЛОССАРИЙ)	
ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В 3Д ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	
ВТОРОЙ ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ 3Д СЪЕМКИ	148
REFERENCES.....	159

Аббревиатуры

Список наиболее употребляемых и часто используемых аббревиатур в данном учебном курсе:

b	Размер бина
Fdom	Доминирующая (преобладающая) частота
Fmax	Максимальная частота
MA	Ореол миграции
NC	Количество каналов
NRL	Количество линий приема
NSL	Количество линий возбуждения
NS	Количество ПВ на единицу площади
RI	Расстояние между ПП
RLI	Расстояние между линиями приема
SI	Расстояние между ПВ
SLI	Расстояние между линиями возбуждения
t	Двойное время пробега
Vint	Интервальная скорость непосредственно выше отражающего горизонта
Vave	Средняя скорость от поверхности до отражающего горизонта
Xmin	Наибольший минимальный вынос
Xmax	Максимальный регистрируемый вынос
Z	Глубина до отражающего горизонта
ë	Длина волны
e	Угол падения

Другие сокращения могут быть использованы в тексте и объяснены

Таблица перевода

Чтобы перевести англо-американские меры в метрическую систему мер

Перемножить

Англо-американская единица	Метрическая единица	Умножить на
Дюйм (in)	Сантиметр (см)	2.54
Фут (ft)	Метр (м)	0.3048
Миля (mi)	Километр	1.609
Кв. миля (mi ²)	Кв. километр (км ²)	2.56
Акр (ac)	Гектар (га)	0.405
Баррель (bbls)	Куб. метр (м ³)	0.159
Тысяча куб. футов газа (mcf)	Тысяча куб. метров газа (103 м ³)	0.028169
Фунт (lb.)	Килограмм (кг)	0.454

Чтобы перевести метрические единицы в англо-американскую систему мер

Перемножить

Метрическая единица	Англо-американская единица	Умножить на
Сантиметр (см)	Дюйм (in)	0.3937
Метр (м)	Фут (ft)	3.28
Километр	Миля (mi)	0.6215
Кв. километр (км ²)	Кв. миля (mi ²)	0.39
Гектар (га)	Акр (ac)	2.47
Куб. метр (м ³)	Баррель (bbls)	6.29
Тысяча куб. метров газа (103 м ³)	Тысяча куб. футов газа (mcf)	35.5
Килограмм (кг)	Фунт (lb.)	2.2

Чтобы перевести

в

умножить на

Тысяча куб. метров газа (103 м ³)	Баррель нефти – эквивалент (boe)	0.1
Миля (mi)	Фут (ft)	5280
Кв. миля (кв. миля)	Акр (акр)	640
Кв. миля (кв. миля)	Гектар (га)	256
Гектар (га)	Кв. метр (м ²)	10,000

ГЛАВА 1

НАЧАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В этой главе рассматриваются нетехнические вопросы (проблемы), связанные со сбором данных методом 3D

1.1. Отношения руководства

Если руководство вашей компании до этого осуществляло 3D съемку, потребуется меньше обучения, проводимого техническим персоналом (обычно геофизиками), которое необходимо до рекомендации 3D съемки. Руководство ознакомится с типами сбора данных, требованиями обработки и интерпретации, которые могут предъявляться к персоналу, работающему на 3D съемке. Могут быть заранее сложившиеся идеи по отношению к окончательным результатам, которые могут быть предоставлены на разных стадиях работ. Важно подчеркнуть, что успех или неудача при предыдущих опытах с 3D съемкой могут необязательно повторяться в будущих программах. Значительные улучшения могут быть получены при изменении параметров проектирования, сбора данных и обработки. Наоборот, результаты могут быть хуже, чем ожидалось, если были выбраны неудачные параметры проектирования.

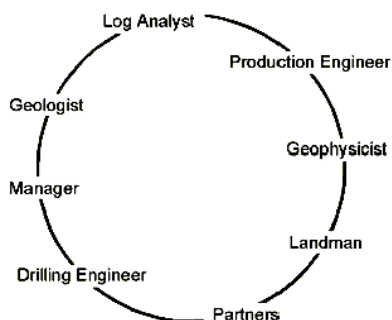


Рис. 1.1 Геофизики как часть команды по разведке/эксплуатации.

Геофизики могут найти себя, обслуживая одного или нескольких **заказчиков**. Как только данные собраны и проинтерпретированы, они становятся фокальной точкой для многих людей. Интерпретация будет доставлена членам команд множества различных направлений (рис. 1.1). Данные также становятся ценным активом с ценностью для перепродажи.

На ранней стадии необходимо проинформировать о планируемых работах возможных партнеров, которые могут иметь или не иметь интересы в части района работ, покрываемого съемкой. Это позволит им выделить ожидаемые финансовые и трудовые ресурсы. Они могут изъявить желание иметь значительный вклад в выбор района планируемой 3D съемки или

планирования проектирования или они могут пожелать содействовать каким-либо другим способом. Получить их согласие намного легче, если они были задействованы с самого начала. Такой подход дает партнерам чувство собственности. Часто компания, занимающаяся бурением скважин, не является единственной, которая вкладывает большую часть в 3D съемку. Возможно, например, что другой партнер на участке сможет провести расширенную сейсмическую программу. Обмен информацией является жизненно важным аспектом способности выполнения наилучшим образом технической работы.

1.2. Цели

Установите в начале и точно, для чего необходимо осуществить 3D съемку (некоторые возможные причины указаны на рис. 1.2). Помните эти цели на протяжении всех фаз процесса планирования. Любая сейсмическая программа должна быть зарегистрирована, обработана и проинтерпретирована вовремя для передачи достаточных результатов владельцам данных, чтобы позволить им оценить все результаты параллельно с другой информацией и ограничениями, которые могут быть у них.

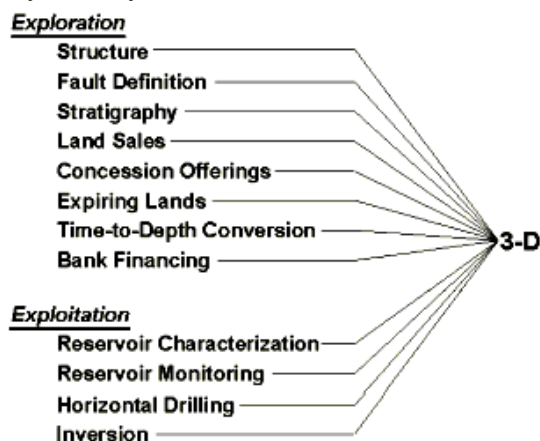


Рис. 1.2. Цели 3D

Многие специалисты в области наук о Земле до нас, может быть, хотели иметь 3D данные. Почему же мы раньше не проводили 3D съемки? Основная причина отсутствия 3D съемок в прошлом, конечно же, заключается в развитии предмета и в ограничениях по оборудованию для работ в поле, обработки и интерпретации. На сегодняшний день может быть зарегистрировано, обработано и

проинтерпретировано намного больше данных с меньшими затратами, чем ранее.

Большинство причин для проведения 3D съемки, приведенные на рис. 1.2 не нуждаются в объяснении. Хотя некоторые из них могут не быть очевидными: банковское кредитование для бурения скважин могут получить только нефтяные компании, если они основываются на 3D съемке. Профессиональное слово «3D съемка» достигло Уолл-Стрит! Мониторинг резервуаров может быть самым главным для достижения лучшей производительности в практике на больших месторождениях. Различные наблюдения во многих 3D съемках, проведенных в течение нескольких лет, демонстрируют прогресс истощения месторождений и обводнения.

1.3. Тенденции индустрии

Многие компании, маленькие или большие, используют оборудование высоких технологий для получения правильных решений. Это действительное положение дел для энергетического сектора и, особенно, для использования 3D съемки.

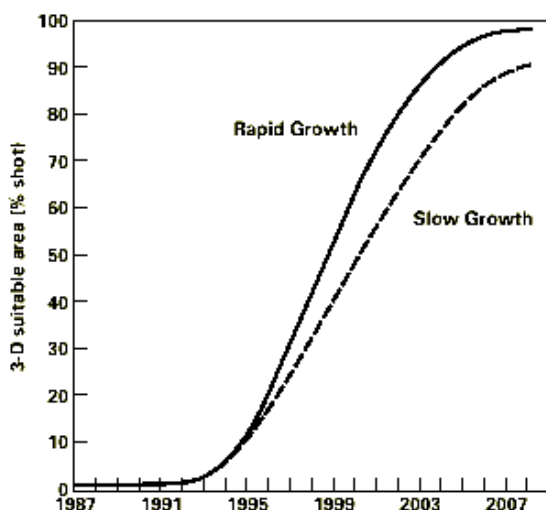


Рис. 1.3. Применение 3D в Северной Америке. (Коен, 1995, Гренберг Aspect Management Corp)

Небольшие независимые компании могут только собрать 3D данные, что является очень незначительным фактором для помощи относительно небольших предприятий, находящихся поблизости с существующими производствами. Более крупные компании могут собрать 3D данные на более обширных территориях, напр. от 10 до 100 км². Часто такие съемки осуществляются только для исследовательских целей. Подрядчики, осуществляющие сбор данных, предлагают провести значительные 3D съемки не только на море (где они проводились какое-то время), но также и в береговой зоне. Недавно один такой подрядчик разместил рекламу в публикации отрасли, сообщающую, что они

отработают более 200 км² в качестве соучастника съемки.

Другой подрядчик заявил, что в 1990 г. они отработали только 6 кв. миль 3D съемки, тогда как в 1994 г. годовой объем их работ вырос до 1115 кв. миль (А. Коен, 1995 г.).

К чему все это ведет? Оценка Северной Америки показывает, что в течение 10 лет будут охвачены все территории в США и Канаде, пригодные для осуществления 3D съемки (рис. 1.3). Сюда входят умеренно разбуренные газовые и нефтяные провинции. Учитывая **быстрое падение цен на осуществление сбора данных** и имеющиеся в наличии высокие количества каналов, 3D съемка становится более предпочтительной по сравнению с 2D съемкой.

Где нефтяные компании находят экспертов для планирования, сбора, обработки и интерпретации 3D данных? Многие крупные нефтяные компании желают найти необходимые ресурсы у себя внутри, в то время как средние и небольшие нефтяные компании будут в основном полагаться на знания и опыт, которые могут быть предложены **консультантами**. Работая все время над одним направлением, намного легче стать специалистом в планировании и осуществлении таких съемок.

1.4. Финансовые проблемы

Фактор затрат играет важную роль в способности вашего руководства принимать подходящие решения по отношению к необходимым затратам на осуществление 3D съемки. Исследовательская группа должна доказать руководству, что плотная сетка геофизических данных, привязанная к геологической информации, полученная при изучении существующих скважин или общих представлений, обеспечивает значительные экономические выгоды путем снижения количества сухих скважин и, следовательно, общих затрат. В прошлом, по крайней мере, одна скважина — открывательница на конкретной территории исследования была необходима для того, чтобы убедить руководство на выделение дополнительных ресурсов для 3D данных. В последнее время можно наблюдать тенденцию использования 3D технологии даже в плохо исследованных районах. Стоимость проведения некоторых 2D программ, растянутых на многие годы, может оказаться столь же высока, что и стоимость осуществления 3D съемки (рис. 1.4). Кроме того, проблемы интерпретации и последующего объединения 2D данных, собранных в разное время, ведут к неизбежным неопределенностям, которые могут оказаться непреодолимыми. Следовательно, сбор данных методом 3D обеспечивает более рентабельный продукт

благодаря более достоверной и технической информации.

Бюджетные ограничения необходимо определить очень точно на ранней стадии планирования, иначе это может привести к нереальным проектам. Если известные цифры бюджета слишком низки, то 3D съемка не может быть спланирована очень хорошо, и, таким образом, не отвечать ожиданиям руководства. С другой стороны, если цифры в бюджете слишком завышены, человек или группа людей, разрабатывающие проект 3D съемки могут завязать проект в область расширения или других технических спецификаций. Должно быть известно, кто в конечном итоге контролирует бюджет, и кто утверждает любые неожиданные изменения, особенно ведущие к превышению затрат. Будет ли это комитет, который встречается по конкретным датам или через различные промежутки времени. Насколько будет сложно получить утверждение своевременно для внесения в график? Руководство должно быть способным **оценивать норму прибыли** для любого проекта. Гарантирует ли потенциал вместе со связанным с этим риском от дополнительных затрат на 3D съемку? Чаще всего трудно подтвердить 3D съемку на основе одной скважины. Во всяком случае, если значительное открытие упущено из-за бурения в неправильном месте, тогда 3D съемка может оказаться весьма кстати. Разведочные скважины являются именно этим. 3D съемка может сделать скважины менее «рискованными».

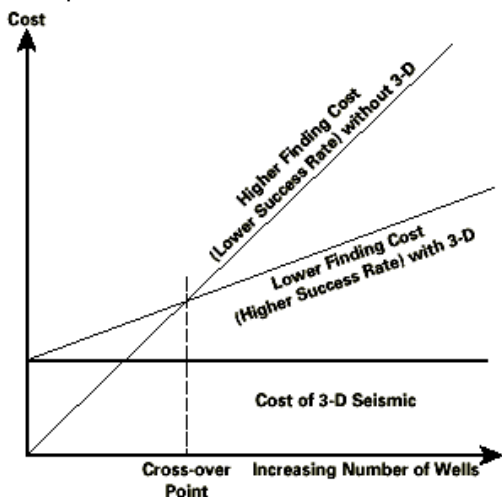


Рис. 1.5.

В рамках проекта с многочисленными местами разработки (и даже для относительно неглубоких скважин низкой стоимостью) 3D съемки часто экономически оправданы (рис. 1.5). Если ожидаются многие выходящие за пределы скважины и, тогда экономика проекта может диктовать 3D съемку. Аналогично, планы для горизонтального бурения могут потребовать напряженно контролируемые сейсмические

данные. Например, если целевой горизонт будет относительно тонкий, тогда инженерам – бурильщикам, возможно, будет трудно удержать буровую коронку в резервуаре без достаточной геологической и геофизической информации.

Затраты на осуществление 3D съемок значительно зависят от территории, на которой предполагается выполнить съемку, наличия оборудования и персонала и, конечно же, сложности ландшафта. В основном, можно ожидать оплату размером примерно 10,000 – 50,000 долларов США за км² только за сбор данных. Обработка зависит в основном от объема данных, но обычно в пределах от 5 до 10% от стоимости полевых работ. Детальная интерпретация должна быть в таком же диапазоне затрат, что и обработка.

Более тщательный анализ стоимости 3D съемки путем осуществления трех видов анализа и концепций ожидаемой стоимости предоставлен W.K. Aylor (1995).

1.5. Целевые горизонты

3D съемка должна быть спроектирована для основной интересующей зоны (первостепенная цель). Эта зона будет определять экономику проекта в наибольшей степени и поэтому должна быть единственным воздействующим параметром выбора для 3D съемки. Кратность, размер бина и распределение выносов, которые будут использоваться для суммирования, все, что отнесено к целевому горизонту. Направление главных геологических признаков, таких как разломы или каналы могут повлиять на направление приемных и/или возбуждаемых линий.

Вторичные зоны или другие региональные задачи также могут иметь огромное влияние на 3D проектирование. Неглубокие вторичные объекты, например, могут требовать очень короткий ближний вынос. Глубинные региональные объекты и соображения миграции могут диктовать, что дальний вынос съемки должен быть существенно больше, чем максимальный вынос для суммирования, используемый в расчете кратности на целевом уровне (рис. 1.6).

1.6. Последовательность этапов сбора данных

Составление плана с распределением по времени, охватывающего все сферы работ, оградит от неприятных сюрпризов и будет сохранять чьи-либо ожидания в какой-то степени близко с реальностью. Он должен также помочь при встрече непредвиденных обстоятельств, таких как продажа земель, истечение срока подачи заявки или истечение

срока на пользование землей. Этот план должен обновляться технической группой по мере осуществления проекта таким образом, чтобы задействованные стороны были осведомлены об изменениях. Реальный временной план должен быть составлен заранее таким образом, чтобы ожидаемые результаты совпадали с намеченными в общем процессе сбора данных (рис. 1.7). Время, необходимое для выполнения каждого шага в графике широко варьируется от территории к территории. Очень небольшая 3D съемка может быть выполнена (от предварительной разведки до стадии бурения в течение 6-8 недель), тогда как осуществление больших съемок на труднодоступной территории может потребовать два или более лет. Хорошее знание местных ограничений очень важно!

Разведка (рекогносцировка) территории, на которой предполагается осуществление 3D съемки, может обеспечить существенные исходные данные, необходимые для проектирования 3D съемки; например, имеющиеся абрисы профилей могут диктовать на расстояние между линиями и/или направление, или местность может повлиять на глубину скважин для закладки динамита и размера заряда.

При проектировании 3D съемки все технические параметры должны держаться в уме. Может возникнуть необходимость для обновления проекта по мере того, как становятся известными элементы и параметры временного графика.

Требуйте, если необходимо, одобрений органов власти. Оставайтесь в тесном контакте с властями, чтобы провести работы спокойно. Помните, что нужно принять во внимание требования, предъявлявшиеся к предыдущим исследованиям, и платежи (лес, нанесенный ущерб, пересев, проблемы эрозии и т.д.)

Необходимо ответить на такие критические вопросы как «имеются ли в наличии местные партии, обладающие опытом 3D съемки?» в начале составления проекта. Если необходимо обеспечить партии чем-то, что необходимо везти через всю страну или даже из-за рубежа, нужно ожидать значительные задержки, особенно при прохождении таможни. Оборудование высоких технологий часто труднее провезти через таможню, так как чиновники обычно мало что понимают в оборудовании. Важно знать о наличии запасного оборудования, если что-нибудь придет в негодность в поле. Если будут повреждены кабели, какое оборудование и сколько возможно привезти и в течение какого времени?

Какие типы сбора данных обычны на этой территории? Сколько займет времени с

момента запроса заявок до их фактической подачи? Сколько времени реально необходимо подрядчикам, чтобы собрать воедино достаточно правильную заявку? Необходимо ли подрядчикам исследовать местные условия и насколько? Ваша компания может иметь цены процедур, разработанные очень подробным способом, то есть, предлагаемые цены могут потребоваться в виде цена/км², цена/пункт возбуждения, цена/день или общая проектная стоимость, только указать несколько различных вариантов. Будьте уверены, что перечень требований для сбора заявки ясно известен каждому, вовлеченному в процесс торгов. Если подрядчик должен подписать стандартный контракт до начала работ, вы можете пожелать включить этот контракт на стадии подачи заявки. Важно, чтобы контракт был оговорен достаточно, чтобы встретить подробные потребности вашей компании и отразить политические моменты.

Многие подрядчики по сбору данных желают отдать часть работы субподрядчику, (топосъемка, бурение, расчистка профилей). Цены этих субподрядных работ обычно взимаются с учетом особых оплат и поэтому могут не включаться в общую основу цена/единица. Наибольшие попытки должны быть предприняты для оценки степени этих особых цен для достижения общей цены на 3D исследования. Эти якобы особые цены могут более чем в два раза превышать первоначальную стоимость!

Вот Общий план действий с распределением по времени:

- Рекогносцировка
- Проектирование 3D съемки
- Запрос Нормативных Разрешений
- Проверка наличия партии
- Подача заявки
- Подписание официального контракта
- Получение разрешений у владельцев земли + отношения с общественностью
- Проверка местных условий работы
- Топография
- Бурение скважин (если нужно)
- Тестирование
- Регистрация
- Обработка
- Интерпретация
- Бурение

Некоторые компании могут нанять на работу по сбору данных партию на весь сезон сбора данных или даже на несколько лет. При таких обстоятельствах, отпадает необходимость обсуждать каждую сейсмопрограмму и необходимо лучше

выполнить планирование для постоянных (непрерывных) работ. Гарантия цены, которая обычно имеется при таких мероприятиях, является большим преимуществом при неопределенностях данной индустрии в изменчивых рыночных условиях.

Часто **официальный контракт** предоставляется подрядчиком очень схематично. Если произойдут какие-либо проблемы в поле, происшествия или нехватка чего-либо, несовершенный контракт (неоформленный должным образом) может обеспечить только ограниченную защиту, как для подрядчика, так и для клиента. Рекомендуется иметь свой юридический отдел или представителя – юриста для просмотра контракта и гарантии того, что имеется достаточная защита для обеих сторон. Если ваша организация не имеет опыта по работе с такими контрактами, тогда необходимо получить консультацию со стороны.

Разрешения могут потребоваться со стороны владельцев земли для получения доступа. Проблемы получения разрешений в значительной степени влияют на процесс выполнения 3D съемки разными способами. Во-первых, владельцы земли могут пожелать не видеть ни одного представителя партии во время периода выращивания урожая, даже если ущерб, наносимый урожаю, оплачивается. Небольшие изменения в проектировании или расстилке приемников и источников могут иметь гораздо большее значение для конкретных землевладельцев. Например, смещая часть профиля через забор на соседнюю необрабатываемую землю, можно будет избежать нанесения ущерба урожаю и оплаты на получение разрешения другого землевладельца. Это взаимовыгодный сценарий действий для всех упомянутых сторон. Хорошее взаимопонимание с землевладельцами на долгое время гарантирует доступ на их территории по необходимости. Нанесение минимального ущерба поможет следующей сейсмопартии, которая будет работать на той же земле. Часто получение разрешения на кв. км обходится дешевле, чем на км профиля. Такой метод дает больше свободы выбора (для пользователя) в полевых условиях.

Если землевладельцу принадлежит большая часть земель, на которых предполагается проведение 3D съемки, и он настроен против сейсморобот, вся программа может оказаться в опасности. Нежелательны большие пропуски «не охвачено» в 3D съемке, и такое противостояние (сопротивление землевладельца) может нанести ущерб запланированной съемке и, возможно, отменить часть вашей программы разведки.

В некоторых штатах США запрещено законом регистрировать (осуществлять) геофизические измерения любого рода запасов минералов, принадлежащих другому владельцу, без получения разрешения от этого владельца (**geophysical trespass**). Это относительно новое положение, и весьма запутано в части того, как должны пониматься относящиеся к этому законы. Большинство операторов в настоящее время прилагают много усилий для получения разрешений на все соответствующие территории для того, чтобы защитить самих себя от возможной ответственности. Многие операторы 3D съемок приспособливают свои исследования для гарантии того, что ни одна суммируемая трасса не пройдет по землям, на которые не имеется разрешений. См. AAPG Explorer, июнь 1995 г., для обсуждения случая Burr Ranch и соответствующих проблем.

Что вы знаете об **условиях работы**? Какие подрядчики имеют опыт работы на данной территории для оказания содействия успешному выполнению таких программ? Поделятся ли они такой информацией во время предоставления заявки или только если они выиграют тендер?

Если имеется ограниченная информация о **местных условиях работ** или возможном качестве, которое следует ожидать, тогда может потребоваться тестирование 2D профиля и иногда это очень важно для правильного выбора параметров. Тестирование групп расстановки источников и приемников намного легче выполнить, особенно для 3D съемок небольшого объема, когда 2D профиль учитывается в первую очередь. При 3D съемках больших объемов может быть оправдано выполнение необходимых тестов на начальном этапе съемки. При больших съемках может потребоваться много разнообразных источников и приемников (как при работе в транзитной зоне) и может быть выполнено несколько последовательностей тестов в течение проведения съемки. Иногда местные условия известны достаточно хорошо, так что 3D съемка может продолжаться без проведения каких-либо тестов вообще.

Многие партии планируют работать **24 часа в сутки** для снижения накладных расходов на каждый ПВ. Необходимо проверить позволяют ли местные правила и/или законы круглосуточные работы. Сокращение работы до периода «от рассвета до заката» значительно увеличит количество дней, необходимых для выполнения 3D съемки.

Топографы должны выходить в поле и устанавливать периметр 3D съемки до заполнения определенными линиями приема и возбуждения. Современная Глобальная

Система Позиционирования (GPS) обеспечивает достаточную точность и работает быстрее, чем более традиционные устройства Электронного Измерения Расстояния (EDM). Как только решетка будет сделана, рабочие топоотряда отмечают места расположения ПВ и ПП. GPS работает неважно на территории с густым лесом или в глубоких ущельях (оврагах, лощинах), где трудно наблюдать спутники. Для получения более подробной информации о GPS, пожалуйста, обращайтесь к Харрису и Лонгейкеру (1994).

Бурение скважин может начинаться немедленно сразу же после проведения топографических работ или одновременно с ними. Часто, при меньших 3D съемках, все буровые работы выполняются до того, как прибывает отряд регистрации данных, при условии, что все параметры источника предварительно установлены. Это снижает интерференционные помехи между буровыми установками и станцией. Также исключается вероятность, что бурильщики окажутся на дороге бригады расстилки.

Вибраторные машины или багги могут начинать возбуждение, как только будут установлены параметры свипов. Всегда рекомендуется завершать тесты фазы, максимального усилия и корреляции до перехода в режим выполнения работ. Эти тесты должны повторяться несколько раз в течение программы по сбору данных и желательно чаще одного раза в день.

Тестирование очень важно для сбора данных с использованием динамита и вибраторов (или других источников). Если в данной программе не предусматривается или не обеспечивается какое-либо тестирование, необходимо попытаться найти предыдущие тесты или данные. Если вы планируете выполнять будущие программы на данной территории, тогда тестирование может быть полезным, даже если при текущем исследовании никакой пользы от тестирования получено не было.

Бригада регистрации осуществит расстилку групп сейсмоприемников по заранее определенной схеме. Эти группы подсоединяются к кабелю, по которому на станцию передается цифровая информация. Распределенные системы до сих пор нуждаются в подсоединении кабелями от «line to p units» к станции, тогда как точные телеметрические системы используют радиосигналы для беспроводной передачи информации.

Станция имеет полный комплект электронного оборудования, который позволяет корреляцию данных (для вибро) и запись взрывных данных, включая трассы, соответствующие каждой группе геофонов.

Полевые ленты передаются **ВЦ** для обработки данных. Выбор ВЦ должен быть сделан до того, как партия прибудет на поле (территорию проведения съемки). Топографические данные должны быть сведены до окончательных координат и заключительные топографические планы должны быть переданы на ВЦ.

Интерпретация на бумаге и/или на рабочей станции дает хорошие идеи по поводу геологических вариантов на территории проведения 3d съемки. Будет ли интерпретация осуществляться «дома», партнером или консультантом?

Бурение должно начинаться только после тщательной и полной интерпретации.

1.7. Окружающая среда и погодные условия

Проблемы, связанные с окружающей средой, играют как никогда большую роль в нашей жизни. Они также играют фундаментальную роль при сборе сейсмоданных. Мы должны делать все, что в наших силах, для защиты окружающей среды насколько это возможно. Ширина расчищаемого профиля в лесистых районах должна быть наименьшей по необходимости. Часто требуется небольшое изменение направления профиля для сохранения в нетронutom виде деревьев и представителей животного мира. В гористых районах или других труднопроходимых местностях может оказаться необходимым использование вертолета для бурения или расстилки кабелей для приема, чтобы минимизировать нанесение ущерба окружающей среде.

Проблемы защиты **представителей животного мира** в основном относятся к сезонам спаривания и маршрутам миграции. В переходной зоне нерест рыбы может стать проблемой в определенные периоды года. В некоторых районах мира грызуны могут перегрызать кабели и мешать нормальной передаче информации. Мы предлагаем использовать деревянные колышки для отметки пунктов (флажков пунктов) – для уменьшения наносимого ущерба сельхозтехнике и животным, таким как коровы, которые могут соблазниться попробовать их! Некоторые территории настолько чувствительны, что местные заинтересованные организации (группы) могут лоббировать государственных чиновников препятствовать любым сейсмороботам. Или они могут помешать непосредственно выполнению сейсмических или буровых работ. Налаживание хороших отношений с общественностью заранее до начала работ может оказаться мудрым решением.

Всегда ли 3D **лучше, чем** 2D? Можно спорить о разных аспектах этих двух методов на протяжении лет. 3D данные имеют обычный набор параметров сбора данных и обработки на значительной территории и, следовательно, намного легче их интерпретировать. Объем данных постоянный и можно получить профили в любом направлении из этого объема. Однако, в некоторых ситуациях 2D может оказаться на деле намного эффективнее, чем 3D (напр. из-за региональной перспективы или разрешения, т.е. расстояния между трассами)!

Линия Приема

Линия (возможно, дорога или расчищенная линия через кустарник (заросли)), вдоль которой размещаются приемники через равные интервалы (интервал между пунктами приема, ИПП), которые обычно равны размеру на линии бина ОСТ, умноженному на два. Обычно вдоль таких линий раскладываются сейсмокоды с прикрепленными, как это нужно, сеймоприемниками. Расстояние от одной линии приема до другой обычно называется как расстояние между линиями приема (РЛП). Как мы видим, метод расположения линий приема и возбуждения может значительно варьироваться, но всегда необходимо следовать простым правилам.

Клетка (часто называется Ячейка)

В 3D съемках с прямыми линиями так называется территория, ограничиваемая двумя прилегающими линиями возбуждения и двумя прилегающими линиями приема (рис. 1.7 и 1.10). Самое интересное заключается в том, что клетка является наименьшей площадью 3D съемки, которая включает в себя полную статистику съемки. В съемках с прямыми линиями бин со средней точкой, расположенный точно в центре ячейки, будет регистрировать данные от многих пар источник-приемник, но самая короткая трасса выноса для этого бина будет самой длинной минимальной трассой выноса для всей съемки.

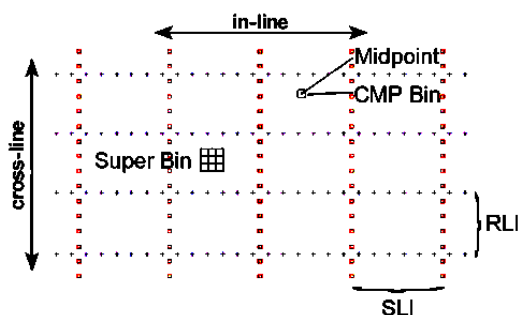


Рис. 1.8.

Другими словами, минимальные выносы во всех ОСТ бинах, минимальный вынос в бине в центре ячейки будет самым большим (X_{min} – так обычно обозначается наибольший минимальный вынос или НМВ). Мы вкратце увидим, как различные стратегии расположения позволяют работать с этим феноменом.

Пэтч (Заплата)

Пэтч относится ко всем имеющимся пунктам для любого пункта возбуждения в 3D съемке. Обычно формируется прямоугольник из нескольких параллельных линий приема. Пэтч передвигается по всей территории съемки для охвата различных положений образца.

Образец

Образец – это комбинация конкретной зачатки приема, в которой записывается некоторое количество ПВ. Эти ПВ могут находиться как в пределах зачатки, так и вне них.

Образец = Зачатка + соответствующие ПВ

Просека (Полоса)

Полоса использовалась в различных значениях в индустрии. Во-первых, она применялась при использовании параллельных и соответствующих (совпадающих) линий приема и возбуждения для создания подповерхностных точек между ними. Сейчас она может использоваться в качестве образца или даже серии образцов, которые растягиваются по всей ширине территории съемки. Также она часто используется для описания параллельной геометрии в противовес ортогональной геометрии.

Средняя точка

Точка, расположенная точно посередине между местами приема и возбуждения. Если накладывается заплата с 480 каналами, каждый ПВ создаст 480 средних точек. Средние точки обычно разбросаны и необязательно имеют форму правильной решетки.

ОСТ бин

Небольшая четырехугольная зона. Обычно размеры бина = $ИПП/2 \times ИПП/2$. Все средние точки, которые лежат внутри этой зоны, или бина, считаются принадлежащими той же общей средней точке (для целей обработки). Другими словами, все трассы, которые лежат внутри одного бина, будут складываться на ОСТ и распределяться на суммарную кратность. Иногда можно выбирать территорию, поверх которой суммированы трассы для отличия от размера бина, напр., чтобы увеличить суммарную кратность. Это приносит некоторое сглаживание и должно выполняться осторожно и только тогда, когда это не влияет на разрешение.

Супербин

Этот термин (и другие, такие как макробин или максибин) применяется к группе соседних ОСТ бинов. Они используются для определения скорости, коррекции остаточной статики, подавления кратных и алгоритмов подавления некоторых шумов. Мы будем использовать слово ОСТ, чтобы подчеркнуть, что мы говорим о средних точках. Позже мы обсудим значение ОГТ или Общей Глубинной Точки.

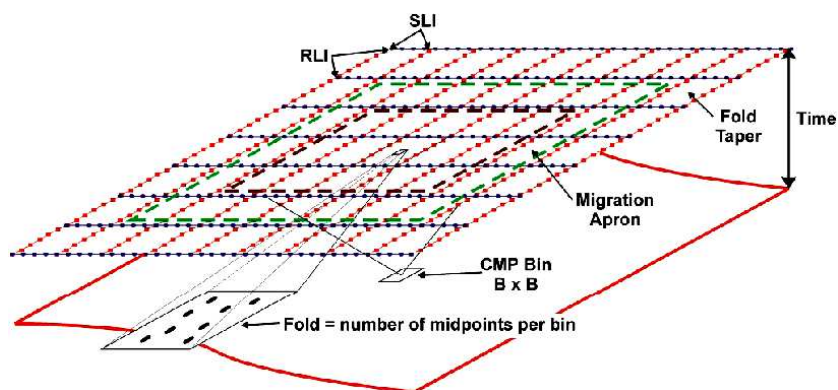


Рис. 1.9 объясняет некоторые дополнительные термины в будущем представлении

Кратность

Кратность – это количество средних точек, суммируемых в пределах ОСТ бина. Хотя один обычно дает одну среднюю кратность для любой съемки, кратность изменяется от бина к бину и для различных выносов.

Отношение сигнал/помеха

Отношение энергии сигнала к энергии помехи. Обычная аббревиатура S/N.

Плотность пунктов возбуждения

Плотность пунктов возбуждения (или иногда, так называемая плотность взрыва), КВ, это количество ПВ/км² или милю². КВ, вместе с числом каналов, КК, и размером ОСТ вина будет полностью определять кратность (см. главу2).

X_{min}

X_{min} – это наибольший минимальный вынос в съемке (иногда относящийся как LMOS), как описываемый в понятии «клетка». См. рис. 1.10. Небольшой X_{min} необходим для регистрации неглубоких горизонтов.

X_{max}

X_{max} – это максимальный непрерывный регистрируемый вынос, который зависит от метода отстрела и размера заплатки. X_{max} – это обычно половина диагонали заплатки. (Запатки с внешними источниками возбуждения имеют другую геометрию). Большой X_{max} необходим для регистрации глубоких горизонтов. Ряд выносов определяемых X_{min} и X_{max} должны быть гарантированными в каждом бине. В асимметричной выборке, максимальный вынос параллельный линиям приема и вынос, перпендикулярный линиям приема будут различными.

Скат миграции (иногда называют ореол миграции)

Качество представлений, достигнутое 3D миграцией, является единственным наиболее важным преимуществом 3D перед 2D. Ореол миграции является шириной обрамления

площади, которая должна быть добавлена для 3D съемки, чтобы позволить миграцию любых глубоких горизонтов. Это ширина не должна быть одинаковой для всех сторон исследуемого участка.

Конус кратности

Конус кратности является дополнительной поверхностью участка, добавляемого для построения до полной кратности. Часто имеется некоторое перекрытие между конусом кратности и ореолом миграции, потому что кто-либо может допустить какое-либо снижение кратности на внешних краях ореола миграции. Рис1.9 поможет вам понять несколько только что обсужденных терминов

Предполагая, что РЛП(расстояние между линиями приема) и РЛВ (расстояние между линиями взрыва) равно 360м, ИПП (интервал между пунктами приема) и ИПВ (интервал между пунктами возбуждения) равны 60м, размеры бина являются 30*30м. Ячейка (сформированная двумя параллельными приемными линиями и перпендикулярными линиями возбуждения) будет иметь диагональ:

$$X_{min} = (360*360+360*360)^{1/2} = 509m$$

Значение X_{min} будет определять наибольший минимальный вынос, который будет зарегистрирован в бине, который является центром ячейки.

Примечание: Это является плохой практикой - формировать источники и приемники совпадающими – взаимные трассы не добавят кратность, мы это увидим позже.

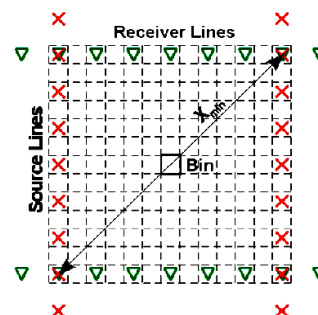


Рис. 1.10.

ЗАМЕТКИ:

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Проектирование съемки зависит от многих вводимых параметров и ограничений, что делает проектирование искусством. Разбивка линий приема и возбуждения должна осуществляться с учетом взгляда к ожидаемым результатам. Некоторые эмпирические правила и руководства являются важными, чтобы разобраться в лабиринте различных параметров, которые необходимо учесть. В настоящее время геофизику в этой задаче помогает имеющееся программное обеспечение.

2.1 Таблица Решений по Проектированию 3D съемки.

В любой 3D съемке имеется 7 ключевых параметров. Следующая таблица решений представлена для определения кратности, размера бина,

Xmin. Xmax, ореола миграции, территории уменьшения кратности и длины записи. С помощью этой таблицы суммируются ключевые параметры, которые необходимо определить при 3D проектировании. Эти параметры описываются в главах 2 и 3.

- Кратность см. Главу 2
- Размер бина
- Xmin
- Xmax
- Ореол миграции см. Главу 3
- Уменьшение кратности
- Длина записи

Таблица 2.1 Таблица Решений по Проектированию 3D съемки.

1	Кратность	> $\frac{1}{2} \times 2D$ кратности – $2/3$ кратности (если S/N – хор.) кратность вдоль линии = $RLL / (2 \times SLI)$ кратность на X линии = $NRL / 2$
2	Размер бина	< Проектный размер (целевой). Используйте 2-3 трассы < Аляйсинговая частота: $b < Vint / (4 \times Fmax \times \sin \theta)$ < Латеральное (горизонтальное) разрешение имеющиеся: $\lambda / 2$ или $Vint / (N \times Fdom)$, где $N = 2$ или 4
3	Xmin	от 2 до 4 точек на длину волны доминирующей частоты $\approx 1.0 - 1.2 \times$ глубина самого неглубокого картируемого горизонта
4	Xmax	< $1/3 X1$ (с шириной заплатки ≥ 6 линиям) для преломления поперек линии $\approx$ Проектная глубина < Интерференция Прямой Волны < Интерференция Преломленной Волны (Первые вступления) < вынос при критическом отражении на глубоком горизонте, конкретно поперек линии > вынос, необходимый для выявления (чтобы увидеть) ЗМС, находящейся на самой большой глубине (преломляющий) > вынос, необходимый для получения NMO $\delta t >$ одной длины волны доминирующей частоты < вынос, где растяжка NMO становится недопустимой > вынос, необходимый для получения исключения кратных > 3 длин волн > вынос необходимый для анализа AVO длина кабеля должна быть такой, чтобы можно было достичь Xmax на всех линиях приема.
5	Ореол миграции (полная кратность)	> Радиус первой зоны Френеля > ширина дифракции (от начала до конца, от верхушки до хвоста, apex to tail) для верхнего угла уменьшения (upward takeoff angle) = 30° $Z \tan 30^\circ = 0.58 Z$ > глубокое горизонтальное смещение после миграции (dip lateral movement) = $Z \tan \theta$ перекрывание с конусом кратности как практический компромис
6	Конус кратности	$\approx 20\%$ максимального выноса для суммирования (чтобы достичь полной кратности) или $Xmin <$ конус кратности $< 2 \times Xmin$
7	Длина записи	Достаточная для охвата ореола миграции, хвостов дифракции и целевых горизонтов.

2.2 Прямая линия

В основном линии приема и возбуждения располагаются **перпендикулярно** по отношению к друг другу. Такое расположение особенно удобно для съемки и сейсмопартий. Очень просто придерживаться нумерации пунктов.

На примере метода **Прямая Линия** линии приема могут располагаться в направлении восток-запад и линии приема – север-юг, как это показано на рис. 2.1 или наоборот. Этот метод легок с точки зрения расстилки в поле и может потребовать дополнительного оборудования для расстилки перед отстрелом и при проведении работ. Все источники между соответствующими линиями приема обрабатываются, заплатка приема перемещается на одну линию и процесс повторяется. Часть расстилки 3D показана на верхнем рисунке (а) и, более детально, на нижнем рисунке (б).

Согласно целям Глав 2, 3 и 4 мы сконцентрируемся на этом очень общем методе расстилки. Другие методы описаны в главе 5.

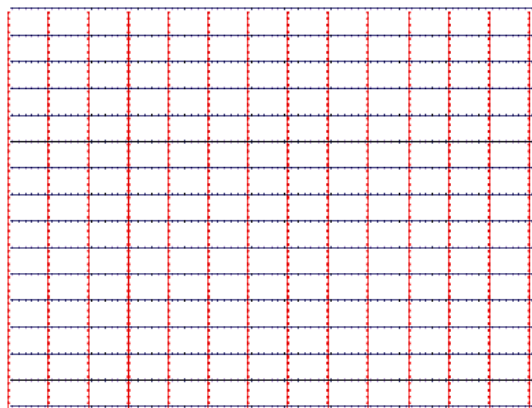


Рис. 2.1а. Проектирование методом Прямая Линия – общий план

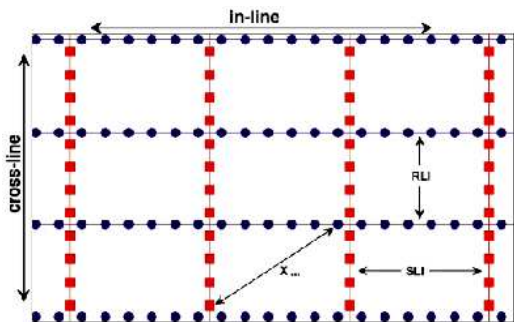


Рис. 2.1б. Проектирование методом Прямая Линия - увеличение

2.3 Кратность

Суммарная кратность – это количество трасс, которые собираются в одну суммарную трассу, т.е. количество средних точек на бин ОСТ. Слово «кратность» может также

использоваться в контексте «кратность изображения» или «кратность DMO» или «кратность освещения» (см. «Кратность, зоны Френеля и Построение Изображений» Gijss Vermeer на веб-сайте <http://www.worldonline.nl/3dsymsam>.)

Кратность обычно основывается на намерении получить качественный коэффициент отношения Сигнала к Шуму (S/N). Если кратность двойная, то происходит 41% увеличение S/N (рис. 2.2). Удвоение коэффициента S/N требует учетверенной кратности (предполагая, что шум распределяется согласно случайной функции Гаусса (функции случайного распределения Гаусса). Кратность должна быть определена после изучения предыдущих съемок на территории (2D или 3D), тщательной оценки Xmin и Xmax (Кордсен, 1995), моделирования и при учете того, что DMO и 3D миграция могут эффективно улучшить коэффициент отношения сигнала к шуму.

Т. Krey (1987) оговаривает (указывает), что отношение кратности 2D к 3D частично зависит от:

Кратность 3D = кратность 2D * Частота * C

Напр. 20 = 40 * 50 Гц * C

Но 40 = 40 * 100 Гц * C

В качестве эмпирического правила используйте 3D кратность = ½ * 2D кратности

Напр. 3D кратность = ½ * 40 = 20, чтобы получить сопоставимые результаты с качественными данными 2D. В порядке безопасности, кто-либо может принять 2/3 2D кратности.

Некоторые авторы рекомендуют брать одну треть 2D кратности. Этот более низкий коэффициент дает приемлемые результаты только тогда, когда территория имеет отличный S/N и ожидаются только незначительные проблемы со статикой. Также, 3D миграция будет сосредотачивать энергию лучше, чем 2D миграция, что позволяет снизить кратность.

Более полная формула Крея определяет следующее:

3D кратность = 2D кратность * ((расстояние 3D бина)² / 2D ОГТ расстояние) * частота * П * 0.401 / скорость

напр. 3D кратность = 30 (30² м² / 30 м) * 50 Гц * П * 0.4 / 3000 м/сек = 19

3D кратность = 30 (110² фут² / 110 фут) * 50 Гц * П * 0.4 / 10000 фут/сек = 21

Если расстояние между трассами при 2D намного меньше размера бина при 3D, тогда кратность 3D должна быть относительно выше, чтобы достичь сравнимых результатов.

Каково основное уравнение кратности? Имеется много способов рассчитать

кратность, но мы всегда возвращаемся к тому основному факту, что один ПВ создает столько средних точек, сколько имеется каналов, регистрирующих данные. Если все выносы находятся в пределах приемлемого диапазона регистрации, тогда можно легко определить кратность, используя следующую формулу:

$$\text{Кратность} = NS * NC * b^2 * U$$

где NS - количество ПВ на единицу площади

NC - количество каналов

b - размер бина (в данном случае бин предполагается в виде квадрата)

U - коэффициент единиц измерения (10^{-6} для м/км²; $0.03587 * 10^{-6}$ для футов/милю²)

$$\text{Fold} = \text{Constant} \times (S/N)^2$$

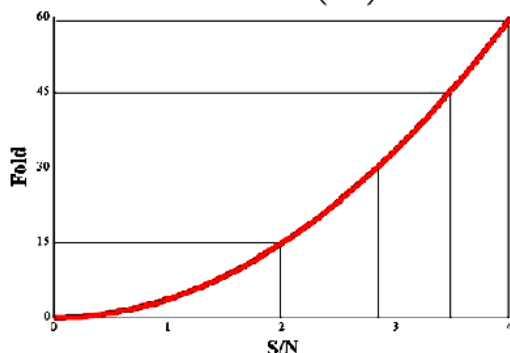


Рис. 2.2 Кратность относительно S/N

Давайте выведем эту формулу:

Число средних точек = ПВ * NC

Плотность ПВ NS = ПВ/объем съемки

Объединяем, чтобы получить следующее

Число средних точек / размер съемки = NS * NC

Объем съемки / Число бинов = размер бина b^2

Перемножаем с соответствующим уравнением

Число средних точек / Число бинов = NS * NC * b^2

$$\text{Кратность} = NS * NC * b^2 * U$$

Пример:

Допустим, что: NS – 46 ПВ на кв. км (96/кв. милю)

Число каналов NC – 720

Размер бина b – 30 м (110 футов)

Тогда Кратность = $46 * 720 * 30 * 30 \text{ м}^2/\text{км}^2 * U$
 $= 30,000,000 * 10^{-6} = 30$

Или Кратность = $96 * 720 * 110 * 110 \text{ футов}^2/\text{кв.милю} * U = 836,352,000 * 0.03587 * 10^{-6} = 30$

Это быстрый путь вычислить, в среднем, адекватную кратность. Для того чтобы определить адекватность кратности более подробным способом, давайте рассмотрим различные компоненты кратности. Преследуя цели последующих примеров, мы допустим, что выбранный размер бина достаточно мал, чтобы удовлетворять критерий алясинга.

2.4 Кратность вдоль линии

Для съемки методом «прямая линия» кратность вдоль линии определяется аналогично тому, как определяется кратность для 2D данных; формула выглядит следующим образом:

Кратность вдоль линии = число приемников * расстояние между пунктами приема / (2 * расстояние между пунктами возбуждения вдоль линии приема)

Или

Кратность вдоль линии = длина линии приема / (2 * расстояние между линиями возбуждения)

= RLL / 2 * SLI, так как расстояние между линиями возбуждения определяет количество ПВ, находящееся вдоль любой линии приема.

На время мы допустим, что все приемники находятся в пределах максимального используемого диапазона выноса! Рис. 2.3а демонстрирует ровное распределение параметров сбора данных с одной линией приема, проходящей через большое количество линий возбуждения:

Расстояние между ПП 60 м 220 футов

Расстояние между линиями приема

360 м 1320 футов

Длина линии приема 4320 м 15840 футов (в пределах заплатки)

Расстояние между ПВ 60 м 220 футов

Расстояние между линиями возбуждения 360 м 1320 футов

Заплата из 10 линий с 72 приемниками

Следовательно кратность вдоль линии = $4320 \text{ м} / (2 * 360 \text{ м}) = 6$ Или

кратность вдоль линии = $15840 \text{ футов} / (2 * 1320 \text{ футов}) = 6$

Если необходимы более длинные выносы, нужно ли увеличивать направление вдоль линии? Если использовать заплатку 9 * 80 вместо заплатки 10 * 72 будет задействовано то же самое количество каналов (720). Длина линии приема – $80 * 60 \text{ м} = 4800 \text{ м}$ ($80 * 220 \text{ футов} = 17600 \text{ футов}$)

Следовательно: кратность вдоль линии = $4800 \text{ м} / (2 * 360 \text{ м}) = 6.7$

Или кратность вдоль линии = $17600 \text{ футов} / (2 * 1320 \text{ футов}) = 6.7$

Мы получили необходимые выносы, но теперь кратность вдоль линии не является целым числом (non – integer) and будут видны полосы, как показано на рис. 2.3b. Некоторые значения равны 6 и некоторые 7, для того чтобы в среднем получалось 6.7. Это нежелательно и мы увидим через несколько минут, как эту проблему можно решить.

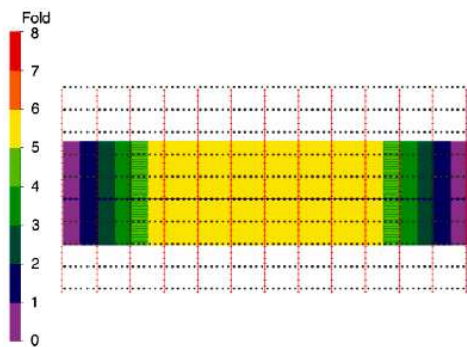


Рис. 2.3a. Кратность вдоль линии в заплатке 10 * 72

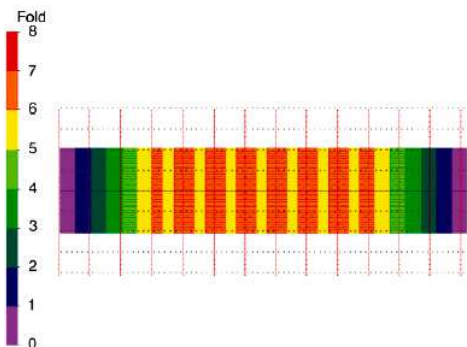


Рис. 2.3b Кратность вдоль линии в заплатке 9 * 80

2.5 Кратность поперек линии

Кратность поперек линии – это просто **половина количества линий приема**, имеющих в обрабатываемой заплатке:

$$\begin{aligned} \text{кратность поперек линии} &= \\ (\text{количество линий приема}) / 2 &= \text{NRL} / 2 \text{ или} \end{aligned}$$

кратность поперек линии = $\text{shot spread length} / (2 * \text{Расстояние между линиями приема})$,

где «shot spread length» – это максимальный положительный вынос на пересечении линий минус наибольший отрицательный вынос на пересечении линий.

В нашем исходном примере о 10 линиях приема с 72 ПП каждая:

Напр. Кратность поперек линии = $10 / 2 = 5$

Рис. 2.4a. демонстрирует такую кратность поперек линии в случае, если имеется только одна линия возбуждения поперек большого количества линий приема.

Если мы снова удлиним линию приема до 80 ПП на линии, у нас будет достаточно количество ПП для только 9 полных линий. На рис. 2.4b показано, что произойдет, если мы используем нечетное количество линий приема в пределах заплатки. Кратность поперек линии варьируется между 4 и 5, как в данном случае:

$$\text{Кратность поперек линии} = 9 / 2 = 4.5$$

В основном, эта проблема приносит

меньше беспокойства, если увеличить количество линий приема скажем до 15, так как разброс между 7 и 8 ($15/2 = 7.5$) намного меньше в процентном отношении (12,5%), чем разброс между 4 и 5 (20%). Тем не менее, кратность поперек линии варьируется, тем самым оказывая воздействие на общую кратность.

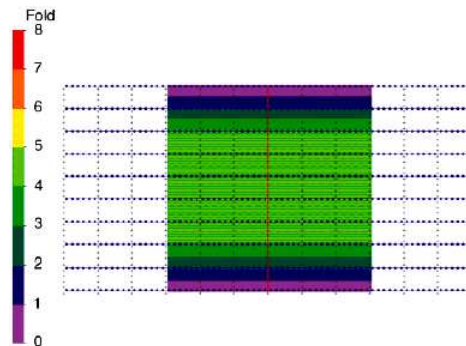


Рис. 2.4a Кратность поперек линии в заплатке 10 * 72

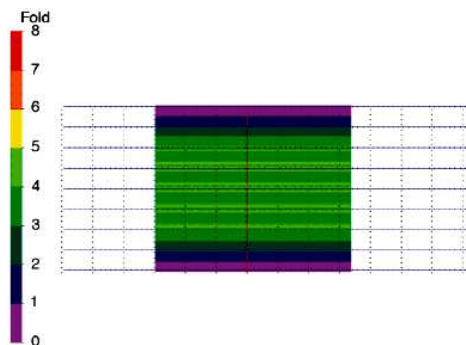


Рис. 2.4b Кратность поперек линии в заплатке 9 * 80

2.6 Общая кратность

Общая номинальная кратность не более, чем **производная** кратностей вдоль и поперек линии:

Общая номинальная кратность = (кратность вдоль линии) * (кратность поперек линии)

В примере (рис. 2.5a) общая номинальная кратность = $6 * 5 = 30$

Удивлены? Этот ответ, конечно же, тот же самый, который мы рассчитали первоначально, используя формулу:

$$\text{Кратность} = \text{NS} * \text{NC} * b2$$

Однако, если мы изменим конфигурацию с 9 линиями с 80 ПП, что тогда мы получим? Имея кратность вдоль линии, варьирующуюся между 6 и 7 и кратность поперек линии, варьирующуюся между 4 и 5 общая кратность теперь варьируется между 24 и 35 (рис. 2.5b). Что довольно таки тревожно притом, что линии приема были удлиненны совсем немного. Хотя среднее значение все еще равно 30, мы даже не получили кратность, равную 30, как мы этого ожидали! Не было

никаких изменений ни в расстояниях между ПП и ПВ, ни изменений в расстояниях между линиями.

ПРИМЕЧАНИЕ: в вышеприведенных уравнениях допускается, что размеры бина остаются постоянными и равны половине расстояния между ПП – который, в свою очередь, равен половине расстояния между ПВ. Также допускается проектирование методом прямой линии, в которых все ПВ находятся в пределах заплатки.

Путем выбора числа линий приема кратность поперек линии будет являться целым числом и будет способствовать более ровному распределению кратности. Кратности вдоль и поперек линий, не являющиеся целыми числами, будут вносить неравномерность в распределение кратности.

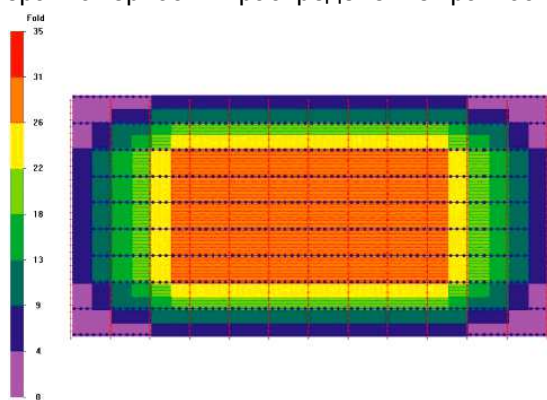


Рис. 2.5a Общая кратность заплатки 10 * 72

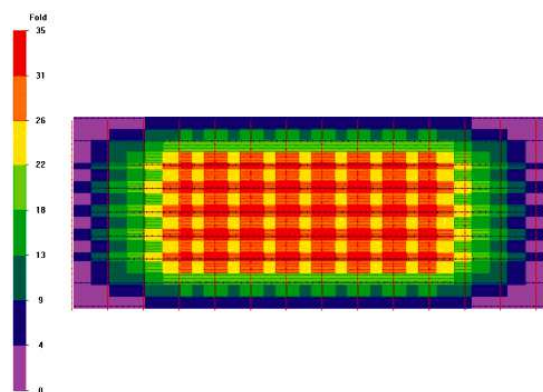


Рис. 2.5b Общая кратность заплатки 9 * 80

Если максимальный вынос для суммы больше, чем любой вынос из любого ПВ к любому ПП в пределах заплатки, тогда будет наблюдаться более ровное распределение кратности, тогда кратности вдоль и поперек линий могут быть рассчитаны индивидуально для приведения к целому числу. (Кордсен, 1995b).

Как вы видите тщательный выбор геометрических конфигураций – это важный компонент при проектировании 3D.

2.6.1 Общая кратность в понимании Максимального выноса и Расстояния между Линиями

Мы можем модифицировать общее уравнение кратности и выразить кратность через площадь. Это дает нам понимание при расчете кратности для заплаток приема различных размеров. В частности, это позволяет нам рассчитать кратность для выносов различных диапазонов. Это определяется следующим образом:

$$\text{Кратность вдоль линии} = \text{RLL} / (2 * \text{SLI})$$

$$\text{Что есть кратность вдоль линии} = (\text{размер заплатки вдоль линии}) / (2 * \text{SLI})$$

$$\text{Аналогично кратность поперек линии} = \text{NRL} / 2$$

$$\text{Т.е. кратность поперек линии} = (\text{размер заплатки поперек линии}) / (2 * \text{RLI})$$

Совмещаем с общей кратностью:

$$= \text{кратность вдоль линии} * \text{кратность поперек линии}$$

$$= (\text{размер заплатки вдоль линии}) / (2 * \text{SLI}) * (\text{размер заплатки поперек линии}) / (2 * \text{RLI})$$

$$= \text{РАЗМЕР ЗАПЛАТКИ} / (2 * \text{SLI} * \text{RLI})$$

$$\text{ОБЩАЯ КРАТНОСТЬ} = (\text{РАЗМЕР ЗАПЛАТКИ} / 4) / \text{РАЗМЕР ЯЧЕЙКИ}$$

Примечание: ¼ заплатки – это территория в приповерхностной зоне, которая охватывается средними точками для каждого ПВ. Эта формула может быть выведена из общей формулы путем подстановки:

$$\text{Кратность} = \text{NS} * \text{NC} * \text{b2}$$

$$\text{Кратность} = (1 / (\text{SLI} * \text{SLI})) * (\text{размер заплатки} / (\text{RLI} * \text{SLI})) * \text{SI} / 2 * \text{RI} / 2$$

$$\text{ОБЩАЯ КРАТНОСТЬ} = (\text{РАЗМЕР ЗАПЛАТКИ} / 4) / \text{РАЗМЕР ЯЧЕЙКИ}$$

Аппроксимация кратности в пределах выноса R равна:

$$\text{Кратность R} = \pi \text{ R}^2 / (4 * \text{SLI} * \text{RLI})$$

$$= (\pi \text{ R}^2 / 4) / \text{РАЗМЕР ЯЧЕЙКИ}$$

Пока имеется постоянный охват приемниками всей территории и при условии, что заплатка имеет форму квадрата. Конечно, эта формула затем относит кратность к выносу (и, следовательно, глубину или двойное время пробега), как указано функцией мьютинга. Следовательно, если у нас есть функция мьютинга, где имеется связь между временем и выносом, мы можем рассчитать кратность в каждом горизонте (времени).

2.6.2 Конус кратности

Другим очень важным фактором при расчете кратности является конус кратности. Он описывает зону вокруг полнократной территории, где происходит набор кратности. Его расстояния должны

рассчитываются отдельно в направлениях вдоль и поперек линий следующим образом:

Конус кратности вдоль линии = (кратность вдоль линии / 2 – 0.5) * SLI

Конус кратн. поперек линии = (кратность поперек линии / 2 – 0.5) * RLI

Может быть выведена альтернативная формула путем подстановки формулы для кратности вдоль и поперек линий. То есть:

Конус кратности вдоль линии = размер заплатки вдоль линии / 4 – SLI/2

Конус кратн. поперек линии = размер заплатки поперек линии / 4 – RLI/2

Имеется лучший способ выразить конус кратности через расстояния между линиями приема и возбуждения, потому что это легче изучить, чем просмотреть карты с кратностями. Следовательно, термин **fold rate** (уровень кратности) определяется как увеличение в кратности в определенном направлении:

Уровень конуса кратности вдоль линии = SLI * общая кратность / конус кратности вдоль линии

Уровень конуса кратности поперек линии = RLI * общая кратность / конус кратности поперек линии

В примере с заплаткой 10x72 уровни кратности и уменьшения будут выглядеть следующим образом:

Конус кратности вдоль линии = (6/2 – 0.5) * 360 м = 900 м

Конус кратности поперек линии = (5/2 – 0.5) * 360 м = 720 м

Уровень конуса кратности вдоль линии = 360 м * 30 кратность / 900 м = 12 на SLI

Что переводится в 2 ½ расстояния между линиями

Уровень конуса кратности поперек линии = 360 м * 30 кратность / 720 м = 15 на RLI

Что равно 2 расстояниям между линиями

2.7 Отношение сигнал/помеха (S/N)

Если мы допустим, что Размер Бина является величиной непостоянной при 3D Проектировании, коэффициент S/N прямо пропорционален длине одной из сторон бина (рис. 2.6). Следовательно, всего лишь небольшое изменение при выборе размера бина может иметь значительное влияние на суммарную кратность (stacking fold) и коэффициент S/N. Разработчику 3D съемки необходимо давать ясные и точные спецификации для этих параметров для того, чтобы эффективно оптимизировать 3D проектирование. Если значение суммарной кратности оказывается ниже требуемого уровня всего лишь на нескольких бинах, означает ли это, что 3D спроектировано

некачественно? Увеличение кратности всего лишь на небольшой процент при хорошо спроектированном исследовании может привести к неоправданному увеличению денежных затрат для удовлетворения требований кратности нескольких бинов.

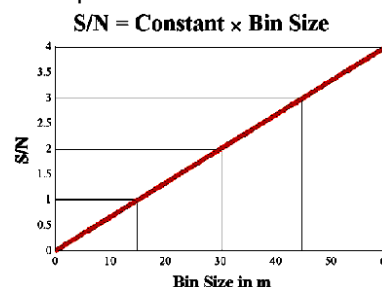


Рис. 2.6. S/N по отношению к Размеру Бина

2.8 Размер Бина

Важно различать размер бина и расстояние между бинами. Размер бина – это территория, на которой суммируются трассы. **Расстояние между бинами** определяет, на каком расстоянии эти суммированные трассы обнаружены. Чаще всего эти два выражения используются без изменений (как они указаны в этом тексте), потому что они имеют то же самое значение, но иногда они различаются.

Размер бина и кратность идут рядом, когда дело касается выбора. Для квадратного бина сторона бина прямо пропорциональна кратности. Кратность является квадратичной функцией длины стороны бина (рис. 2.7). Мы уже говорили в Разделе 2.3, что «Постоянная» относительно Кратности к размеру Бина² это Плотность Средних Точек (т.е. число средних точек на квадратную единицу площади).

$$\text{Кратность} = NS * NC * b2$$

Наиболее предпочтительная **форма** бина 3D данных – квадрат. Могут использоваться прямоугольные бины (для выявления определенных геологических особенностей), если горизонтальное разрешение необходимое в одном направлении отличается от требуемого разрешения в других направлениях.

Примечание: однако, прямоугольные бины становятся самовыполнимым пророчеством! Меньшее число приповерхностных измерений в длинном направлении бинов приводит к тому, что мы не видим столько геологических особенностей, сколько бы мы видели в других направлениях.

Размер бина может быть определен путем контроля трех факторов: **размер целевого горизонта, максимальная неалиасинговая частота вследствие глубины и горизонтальное разрешение** – и выбора подходящего компромисса между возможным достигаемым разрешением и

вашим бюджетом. Например, может оказаться необходимым ослабить требования максимальной частоты на крутопадающих границах, чтобы не выходить за рамки вашего бюджета (т.е. путем использования бинов, более больших по размеру).

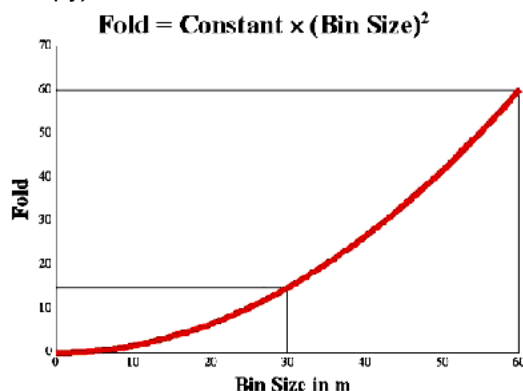


Рис. 2.7.

2.8.1 Размер целевого горизонта

Обычно 2 или 3 трассы вкрест небольшого целевого горизонта будет достаточно, так как в 3D это означает от 4 до 9 трасс на временном разрезе интересующего горизонта. Например, если цель - небольшой пласт или узкий каналный песок, убедитесь, что бины достаточно малы для получения по крайней мере 2 (предпочтительно 3) трассы вкрест цели. Это даст вам хорошую начальную оценку для фактического размера бина.

Общее эмпирическое правило: Размер бина = Размер целевого горизонта/3

Например, размер бина = 100 м / 3 = 33 м
размер бина = 300 футов / 3 = 100 футов

Рассмотрим следующий пример: недавно мы осуществили сбор 3D данных в Альберте, где пересекли широкий канал в 1600 м (одна миля) (Кордсен, 1993b). Песчаные карманы в пределах этого канала были трудными для определения методом 2D. 300 м (1/5 мили) широкого, скошенного канала становятся видимыми только с данными 3D (рис. 2.8). В пределах этого узкого канала могут быть определены 100 м (1/16 мили) широкой песчаной аномалии, окруженной сланцеватой глиной. При этом выбор размера бина 24м * 24 м (78 футов * 78 футов) был достаточно случайным, эта песчаная аномалия могла быть определена только 4 трассами через канал. Это очень близко к минимуму. Если бы размер бина был выбран намного больше, песчаная аномалия могла быть не отображена вообще.

Возможности данных 3D лежат в существующей возможности установления аномалий от одной линии пересечения к другой и последующего непрерывного

сейсмического изображения. Более старые 2D данные не убедили бы руководство пробурить это узкое песчаное тело. Несколько удачных нефтяных скважин было пробурено в этом канале на основе 3D данных.

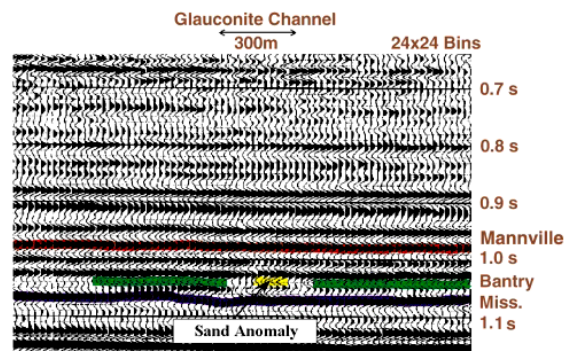


Рис. 2.8. Размер бина и размер цели

2.8.2 Максимальная неаляйсинговая частота

Каждый объект, залегающий на глубине, будет иметь максимально возможную неаляйсинговую частоту, F_{max} (с периодом T) до миграции, которая зависит от скорости формирования, V_{int} сразу же над объектом, значение глубины, угол θ , и размер бина, b (рис. 2.9).

$$\begin{aligned} \sin \theta &= (V_{int} * t/2)/b, \text{ заменяем } t = T/2 \\ &= (V_{int} * T/4)/b \text{ заменяем, } T = 1/F_{max} \\ &= V_{int} / (4 * b * F_{max}) \end{aligned}$$

Заметьте, что мы используем интервальную скорость сразу же над горизонтом, предпочтительней, чем среднюю скорость, чтобы избежать чрезмерного ограничения размера бина (см. Вее, et al., 1994 для обсуждения). Следовательно,

$$\begin{aligned} F_{max} &= V_{int} / (4 * b * \sin \theta) \\ F_{max} &= 3000 \text{ м/сек} \div (4 * 25 \text{ м} * \sin 15^\circ) = 116 \text{ Гц} \end{aligned}$$

или

$$F_{max} = 10000 \text{ футов/сек} \div (4 * 82 \text{ фута} * \sin 15^\circ) = 118 \text{ Гц}$$

или решая для размера бина b :

$$\text{размер бина} = V_{int} / (4 * F_{max} * \sin \theta)$$

например, если $F_{max} = 80 \text{ Гц}$

$$\text{размер бина} = 3000 \text{ м/сек} \div (4 * 80 \text{ Гц} * \sin 15^\circ) = 36 \text{ м}$$

или

$$\text{размер бина} = 10000 \text{ футов/сек} \div (4 * 80 \text{ Гц} * \sin 15^\circ) = 120 \text{ футов}$$

Любые частоты на объекте, которые выше данного значения, будут подвержены аляйсингу до миграции. Другими словами, истинная глубина объекта будет ограничена частотами, меньшими, чем эта величина. Вышеприведенные уравнения основываются на двух отсчетах на каждую длину волны.

Многие компании в настоящее время используют более точные требования в 3 или 4 (или даже не целые значения, такие как 2.8), тем самым, снижая размер бина.

Заметьте, что процесс миграции будет снижать частоты на всех глубоко залегающих объектах (чем круче глубокозалегающий горизонт, тем ниже частоты после миграции). Любой аляйсинг частот до миграции может выглядеть как дисперсия частот после миграции из-за использования особого алгоритма. Выберите размер бина, чтобы успешно сохранить некоторую максимальную частоту вашего выбора подвергнутой миграции.

Связь между размером бина, b и F_{max} после миграции задается той же самой формулой, что и приведенная выше, но при этом необходимо заменить $\sin \theta$ на $\tan \theta$.

Метрический пример

Используя формулу, $F_{max} = V_{int} / (4 * b * \sin \theta)$, рассчитайте F_{max} для следующих трех групп чисел ($V_{int} = 3000$ м/сек):

Dip	B	F_{max} ,
В градусах	В метрах	Гц
5	100	=
20	25	=
35	15	=

Используя формулу, размер бина = $V_{int} / (4 * F_{max} * \sin \theta)$, рассчитайте размер бина b для следующих групп чисел ($V_{int} = 3000$ м/сек):

Dip	F_{max} ,	B
В градусах	Гц	В метрах
15	100	=
25	60	=
40	40	=

Общий пример

Используя формулу, $F_{max} = V_{int} / (4 * b * \sin \theta)$, рассчитайте F_{max} для следующих групп чисел ($V_{int} = 10000$ футов/сек):

Dip	B	F_{max} ,
В градусах	В футах	Гц
5	440	=
20	110	=
45	55	=

Используя формулу, размер бина = $V_{int} / (4 * F_{max} * \sin \theta)$, рассчитайте размер бина b для следующих групп чисел ($V_{int} = 10000$ футов/сек):

Dip	F_{max} ,	B
В градусах	Гц	В футах
15	80	=
25	60	=
30	40	=

Таблица Alias Частот (метрическая)

Таблица 2.2 рассчитывает F_{max} .

$V_{int}=3000$ м/сек

$$f_{max} = \frac{V_{int}}{4 \times \text{bin size} \times \sin \theta}$$

Dip (degrees)	Subsurface trace spacing in meters						
	10	15	20	25	30	50	100
5	861	574	430	344	287	172	<u>86</u>
10	432	288	216	173	144	86	43
15	290	193	145	116	97	58	29
20	219	146	110	<u>88</u>	73	44	22
25	177	118	89	71	59	35	18
30	150	100	75	60	50	30	15
35	131	<u>87</u>	65	52	44	26	13
40	117	78	58	47	39	23	12
45	106	71	53	42	35	21	11 in Hz

Таблица 2.3 рассчитывает размер бина B

$$B = \frac{V_{int}}{4 \times f_{max} \times \sin \theta}$$

Dip (degrees)	$f_{\max}$ in Hz						
	40	50	60	70	80	90	100
5	215	172	143	123	108	96	86
10	108	86	72	62	54	48	43
15	72	58	48	41	36	32	29
20	55	44	37	31	27	24	22
25	44	35	<u>30</u>	25	22	20	18
30	38	30	25	21	19	17	15
35	33	26	22	19	16	15	13
40	29	23	19	17	15	13	12
45	27	21	18	15	13	12	11 in meters

Таблица 2.4. рассчитывает F_{max} .

$V_{int}=10\ 000$ ft/сек

$$f_{max} = \frac{V_{int}}{4 \times B \times \sin \theta}$$

Dip (degrees)	Subsurface trace spacing in feet						
	41	55	82.5	110	165	220	440
5	700	522	348	261	174	130	<u>65</u>
10	351	262	175	131	87	65	33
15	236	176	117	88	59	44	22
20	178	133	89	<u>66</u>	44	33	17
25	144	108	72	54	36	27	13
30	122	91	61	45	30	23	11
35	106	79	53	40	26	20	10
40	95	71	47	35	24	18	9
45	86	<u>64</u>	43	32	21	16	8 in Hz

Таблица 2.5 рассчитывает размер бина B

$$B = \frac{V_{int}}{4 \times f_{max} \times \sin \theta}$$

	f_{max} in Hz						
Dip (degrees)	40	50	60	70	80	90	100
5	717	574	478	410	359	319	287
10	360	288	240	206	180	160	144
15	241	193	161	138	121	107	97
20	183	146	122	104	91	81	73
25	148	118	99	85	74	66	59
30	125	100	83	71	63	56	50
35	109	87	73	62	54	48	44
40	97	78	65	56	49	43	39
45	88	71	59	51	44	39	35 in feet

2.8.3 Горизонтальное разрешение

До миграции две дифракции не могут быть разрешены, если они находятся ближе, чем первый диаметр зоны Френеля. Это обычно очень большое значение (500 м или больше) и означает, что на суммарном разрезе ОСТ небольшие дефекты и т.д. могут быть легко не замечены. После миграции горизонтальное разрешение зависит от максимальной частоты, которая отражается от интересующей зоны.

За прошедшие несколько лет много определений и формул для горизонтального разрешения были опубликованы.

Denham (1980)	$R_H = R_V / \sin \theta$, где θ - это максимальный угол луча, способствующего миграции
Claerbout (1985)	Разрешающая способность обычно определяется как около половины эффективной длины волны
Embree (1985)	$dX_r = 0.3 * V / (F_{max} * \sin \theta)$
Freeland & Hogg (1990)	$R_L = R_V = V/2B$, (т.е. период времени = половина ширины полосы частот)
Ebrom et al (1995)	$R_L = \lambda_{min}/4 * \sin \theta$, где $\lambda_{min} = 1/F_{max}$ и $\theta = \arctan (L/2)/Z$, где $L/2$ – это половина длины линии и Z – глубина целевого горизонта
Vermeer (1996)	$R_x = V / 4 * F_{max} * \sin \theta$ Вермеер объясняет это как $V_{min} / 4 * F_{max}$, где V_{min} – это минимальная кажущаяся скорость продольной волны

Общепризнано, что достигаемое горизонтальное разрешение (после миграции) равно вертикальному разрешению – допуская первоначально широкий ореол миграции. Это (оно) также зависит от максимальной частоты. Не каждый согласится с таким определением разрешения – это половина длины доминирующей волны (Claerbout, Freeland & Hogg) или что это одна четверть минимальной длины волны (Ebrom, Vermeer) или где-то посередине (Embree)?

Теоретически правильный ответ принадлежит Вермееру, но можем ли мы допустить это? Используя его формулу для ограниченной цели в 4000 м/сек, ореол миграции = 30 градусов и максимальная частота в 40 Гц мы получаем $R_x = 12.5$ м. В большинстве случаев на практике, вы можете сказать, что ореолы миграции в 30 градусов приемлемы (личное сообщение – G. Vermeer, 1998) и такие частоты могут не быть такими высокими, как мы хотели бы полагать, т.е. вы можете прийти от минимального значения разрешения в 4 точки на длину волны максимальной частоты до 2 точек на длину волны доминирующей частоты (разница фактора в 4!).

Это тяжелый вопрос и по этому поводу было издано много статей. Предыдущая формула, относящая размер бина к максимальной неаляйсинговой частоте для определенного падения должна рассматриваться как лучший вариант (т.е. не делайте размер бина больше, чем $V_{int} / (4 * F_{max} * \sin(\text{dip}))$). Заметьте, что θ имеет различные значения в разных формулах. В случае с горизонтальным разрешением, θ – это ореол миграции. В случае с максимальной неаляйсинговой частотой, θ – это геологический угол падения.

Если у вас небольшие углы падения (меньше чем 10 градусов) формула для

горизонтального разрешения является способом визуального определения количества разобщенных объектов. Во многих случаях, эти формулы выдают вам размеры бина в диапазоне от 5 до 10 м (15-30 футов). Что хочет интерпретатор? Мы постоянно видим большие размеры бина: от 25 до 35 м, что свойственно для 3D участков (80-110 футов). Таким образом, меньшие размеры бина покажут больше деталей вдоль горизонта, но нужно ли нам допускать это?

В данном курсе, мы допустим, что горизонтальное разрешение будет лежать между одной четвертью и одной половиной доминирующей длины волны. Доминирующая частота измеряется непосредственно с сейсмического разреза: сколько максимумов находится в промежутке времени? Теоретически, такая величина – это от 2 до 4 раз «максимально достигаемого разрешения».

Основное эмпирическое правило: Размер бина = $V_{int} / (N * F_{dominant})$, где N меняет свое значение от 2 до 4.

Чтобы выразить это другим способом, предположим, что доминирующая частота $F_{dominant}$ нашего целевого горизонта составляет 50 Гц. Если интервальная скорость сразу же над нашим горизонтом составляет 3000 м/сек (10000 футов/сек), тогда пространственная длина волны, $\lambda_{dominant}$, составит $3000 \text{ м/сек} \div 50 \text{ Гц}$, т.е. 60 метров ($10000 \text{ футов/сек} \div 50 \text{ Гц}$, т.е. 200 футов).

Размер бина = $V_{interval} / (2 * F_{dominant})$

Например, размер бина = $10000 \text{ футов/сек} / (2 * 50 \text{ Гц}) = 100 \text{ футов}$ (или 50 футов используя $N = 4$)

Используя примеры последних нескольких страниц, горизонтальное разрешение определяет диапазон возможных размеров бина, начиная с минимальных 15 м (50 футов) до максимально приемлемого размера бина в 30 м (100 футов) (табл. 2.6).

Имеется небольшая точка зрения в выборе размера бина меньшего, чем минимальное горизонтальное разрешение. Если бы у нас были меньшие бины, они бы ничего не добавили к содержимому того, что мы видим. Соответственно, если бы мы имели большие бины, имелась бы опасность, что некоторые объекты не имели бы разрешенности по горизонтали.

Размер бина = $\frac{1}{2}$ длины волны доминирующей частоты F_{dom}

Размер бина $< \frac{1}{2}$ длины волны F_{max} дает чрезмерную выборку, не добавляя никакой информации

Размер бина $> \frac{1}{2}$ длины волны F_{dom} дает пространственный аляйсинг, следовательно, теряется информация

Таблица 2.6 Выбор размера бина

Параметр	Размер бина
Размер целевого горизонта	33 м (100 футов)
Макс. Антиалясинговая частота	36 м (120 футов)
Латеральное разрешение	15 - 30 м (50 – 100 футов)

В нашем примере мы выберем размер бина в 30 м.

2.8.3.1 Латеральное разрешение после Миграции

Латеральное разрешение после миграции лучше всего объяснить, если сослаться на рис. 2.10. Четыре объекта демонстрируются на рисунке в спектре FK до и после миграции. Эффект миграции заключается в отображении частот (от высоких до низких) с одним и тем же количеством волн. Количество передвижения увеличивается с увеличением волнового числа (K). Этот эффект справедлив для любого алгоритма миграции (Kirchhof, FK, Finite Difference и т.д.).

Плоский объект:

Энергия (energy) для всех плоских объектов лежит вдоль оси F в определенной полосе частот (шириной от некоторой низкой до некоторой максимальной частоты). Все плоские объекты не испытывают влияние миграции.

Понижающийся объект:

С миграцией все промежуточные понижающиеся объекты приобретают более крутой угол падения, общее понижение частоты и, в результате, меньшую полосу частот.

Максимальный угол падения:

Это максимальный угол падения до миграции, который будет выявляться как 90 градусов после миграции. Он после миграции не имеет частоты и появляется просто как DC. Это означает, что он появится как трасса в виде одного длинного пика или спада.

Дифракция

До миграции, дифракция охватывает всю окрашенную зону с органиченной полосой частот. После миграции дифракция ослабевает и охватывает окрашенную зону в правой части рис. 2.10. Миграция отобразит точки F-K на другие точки на более низких

частотах. В данный момент дифракция имеет частоты от 0 до величины максимальной частоты до миграции и волновые числа от 0 до максимальной пространственной частоты. Это означает, что наша дифракция превратилась в некоторую форму ограниченного по частоте и волновому числу пика. Фактически, его временная разрешающая способность (эквивалентная одной длине волны максимальной частоты) – эквивалентна пространственному разрешению (одна длина волны максимальной частоты выраженная в пространственных единицах).

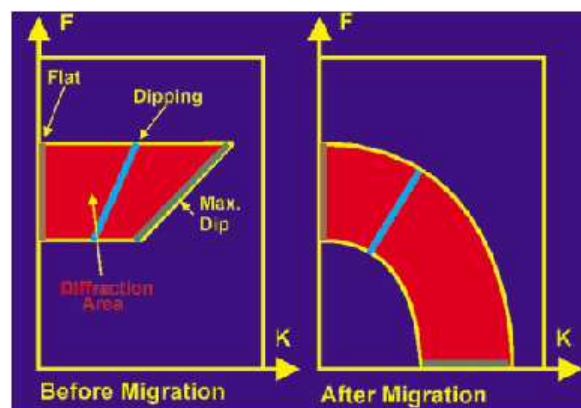


Рис 2.10 Горизонтальное разрешение до и после миграции

2.8.3.2 Разделение дифракций

Изучите четыре изображения, снятых с экрана, демонстрирующих 2 дифрактора, разделенных 2 промежуточными трассами с расстоянием между трассами в 10 м (33 фута) и скоростью в 3000 м/сек (10000 футов/сек). Т.е. точки дифракции находятся на расстоянии 30 м друг от друга.

В первой паре изображений (рис. 2.11a до миграции, рис. 2.11b после миграции), максимум установленной частоты 100 Гц, и мы можем ясно видеть, что 2 объекта хорошо разделяются после миграции (фактически, это ограничение пространственного разрешения для заданной частоты и разделения объектов). Пространственная длина волны в данном случае является 30 м (100 футов), что было установлено из того факта, что каждый дифрактор после миграции является пиком и имеется 2 трассы между спадом.

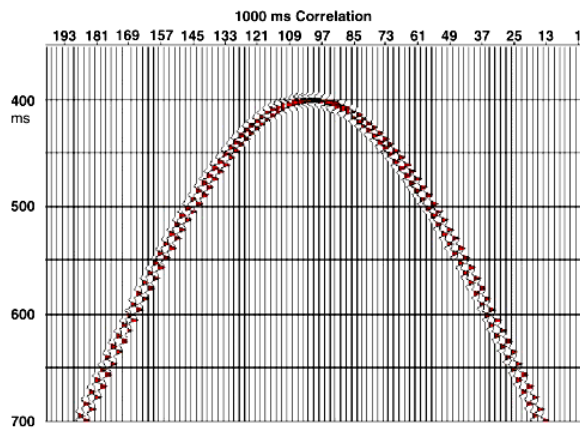


Рис. 2.11a

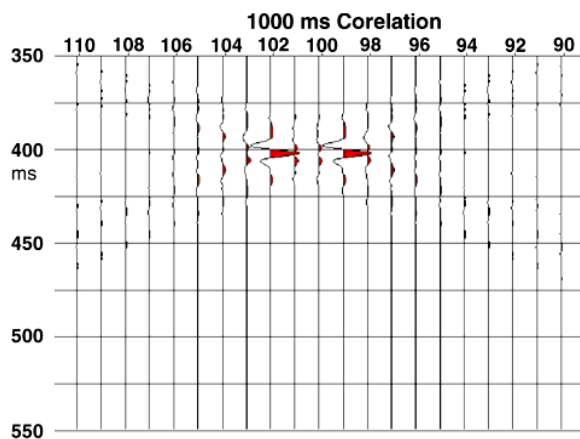


Рис. 2.11b

$$V_{\text{interval}} = F_{\text{max}} * \lambda_{\text{max}}$$

или

$$\lambda_{\text{max}} = V_{\text{interval}} / F_{\text{max}} \quad \text{или} \quad \lambda_{\text{dom}} = V_{\text{interval}} / F_{\text{dom}} \approx 2\lambda_{\text{max}}$$

где V_{interval} = скорость сразу же над целевым горизонтом

F_{max} = максимальная частота

F_{dom} = доминирующая частота $\approx \frac{1}{2} F_{\text{max}}$

λ_{max} = длина волны при F_{max}

λ_{dom} = длина волны при F_{dom}

Таким образом, в нашем примере мы получаем следующее:

$$\text{Пространственная длина волны} = 3000 \text{ м/сек} \div 100 \text{ Гц} = 30 \text{ м}$$

$$\text{Пространственная длина волны} = 10000 \text{ футов/сек} \div 100 \text{ Гц} = 100 \text{ футов}$$

Пространственное разрешение – это также 30 м (100 футов) (т.е. одна длина волны максимальной частоты – или половина длины волны доминирующей частоты). В данном случае вы использовали максимальную

частоту. Если вы хотите, вы можете получить тот же ответ, допустив, что доминирующая частота равна 50 Гц.

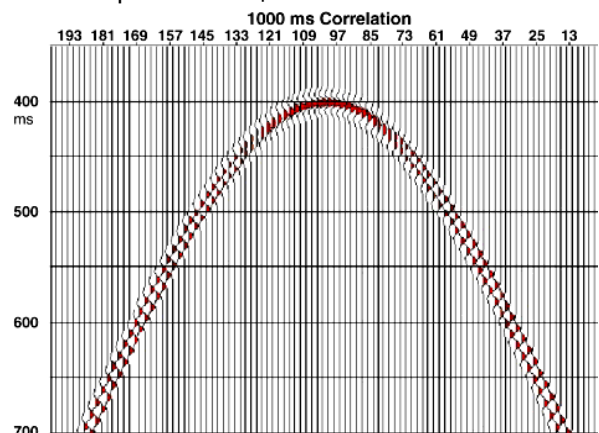


Рис. 2.12a

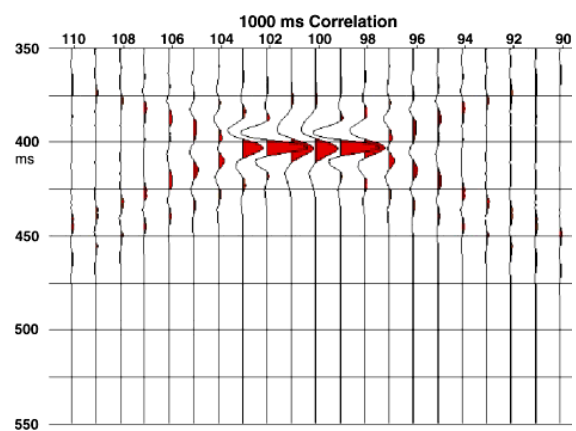


Рис. 2.12b

Вторая пара изображений (рис. 2.12a до миграции, рис. 2.12b после миграции) демонстрирует эффект снижения максимальной частоты до 50 Гц, соответствующей длине волны в 60 м (200 футов). В данном случае, оба дифрактора находятся на одном и том же позитивном несущем «пространственной сейсмическом импульсе» и мы почти потеряли латеральное разрешение. Если мы используем другой фактор 2 в частоту (до 25 Гц), объекты не возможно будет заметить.

$$\text{Пространственная длина волны} = 3000 \text{ м/сек} \div 50 \text{ Гц} = 60 \text{ м}$$

$$\text{Пространственная длина волны} = 10000 \text{ футов/сек} \div 50 \text{ Гц} = 200 \text{ футов}$$

Давайте спроектируем 3D – Часть 1

Пример со следующими известными параметрами (метры)

Имеющиеся 2D данные хорошего качества имеют	Кратность 30
Наиболее крутые углы падения	30 градусов
Неглубокие структуры, необходимые для изохрон	500 м выноса
Глубина целевого горизонта	2000 м
Двойной пробег волны до целевого горизонта	1.5 сек
Глубина фундамента	3000 м
V _{int} над целевым горизонтом	4200 м/сек
F _{dom} на целевом горизонте	50 Гц
F _{max} на целевом	70 Гц
Горизонтальный размер целевого горизонта	300 м

Используется метод прямой линии

Желаемая кратность:

$\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ кратности 2D =

Размер бина:

проектный размер (размер проекта) / 3 =

для аляйсинговой частоты = $V_{int} / (4 * F_{max} * \sin(dip)) =$

для горизонтального разрешения = $V_{int} / (N * F_{dom})$, (N = 2 или 4) = ____ to (до, к) ____

размер бина =

RI =

SI =

2.9 X_{min}

Бин, находящийся в самом центре ячейки, сформированной 2 линиями приема и 2 линиями возбуждения, будет иметь наибольший минимальный вынос любого бина в пределах данного 3D исследования. Следовательно, наибольший минимальный вынос является диагональю данной ячейки (рис. 2.13а).

Расстояния между линиями приема и возбуждения (SLI и PLI) в значительной степени определяются необходимой (требуемой) величиной для $X_{\min}$. Легко увидеть, что при методах «прямая линия», «кирпич» и «зигзаг» (см. Главу 5), наибольший минимальный вынос относится непосредственно к RLI и SLI.

Для съемок методом прямая линия $X_{\min}$ определяется следующим образом:

$$X_{\min} = (RLI^2 + SLI^2)^{1/2}$$

Очевидно, что большие RLI и SLI оказывают больше влияния на $X_{\min}$. Следовательно, в проектировании методом прямая линия квадратная ячейка – идеальная форма в отношении $X_{\min}$.

Возвращаясь снова к нашему практическому примеру:

$$X_{\min} = (360^2 + 360^2)^{1/2} \text{ м} = 509 \text{ м или}$$

$$X_{\min} = (1320^2 + 1320^2)^{1/2} \text{ футов} = 1876 \text{ футов}$$

Так как трассы не добавляются к кратности, что мы и увидим позже.

Таким образом, если вынести линии приема и возбуждения с их соответствующего положения на пересечении линий на половину размера бина (рис. 2.13b), то формула слегка изменится следующим образом:

$$X_{\min} = ((\text{расстояние между линиями приема} - SLI)^2 + (\text{расстояние между линиями возбуждения} - RLI)^2)^{1/2}$$

При выносе линий приема или возбуждения четыре бина в центре ячейки имеют одинаковый $X_{\min}$ вместо одного центрального бина, имеющего наибольший $X_{\min}$.

Возвращаясь снова к нашему практическому примеру:

$$X_{\min} = ((360-30)^2 + (360-30)^2)^{1/2} \text{ м} = 467 \text{ м}$$

или

$$X_{\min} = ((1320-55)^2 + (1320-55)^2)^{1/2} \text{ футов} = 1789 \text{ футов}$$

Вермеер (1998) указывает, что если мы хотим иметь кратность 4 на неглубокой структуре (с максимальным выносом = $X_{\min}$, и мы допускаем, что RLI = SLI (симметричная дискретизация), тогда выбираем RLI = SLI = $X_{\min} / 2 \times \sqrt{2}$.

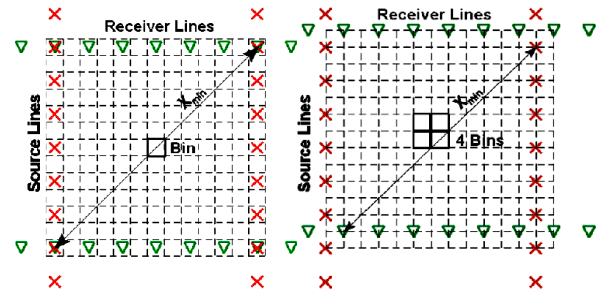


Рис. 2.13а

Рис. 2.13б

$X_{\min}$ должен быть достаточно мал, чтобы адекватно опосредовать неглубокие структуры, которые могут использоваться для линии приведения или построения карт изохрон. Если такой неглубокий горизонт не опосредован соответствующим образом, это может существенным образом повлиять на возможность интерпретации 3D данных.

Рис. 2.14 демонстрирует, что происходит, когда выбирается конфигурация расстояний между линиями приема и возбуждения, которая приводит к $X_{\min}$, который слишком велик для критерия неглубокого отражающего горизонта. В центре ячеек появляются пробелы в распределении кратности. Недостаточная кратность может отобразить такой неглубокий горизонт противоречивым и нереальным образом. Пикирование горизонтальных времен может оказаться невозможным. Это значительно снизит надежность любой интерпретации, сглаживая и отображая, в особенности любые изохроны таких неглубокозалегающих горизонтов.

Конечно же, единичная кратность в бинах, которые имеют наибольший $X_{\min}$, может оказаться недостаточной для точной интерпретации, и в особенности для пикирования горизонтальных времен для построения карт равных времен неглубокого горизонта. Зачастую, по крайней мере, четырехкратная выборка необходима для получения достаточной достоверности в правильной интерпретации неглубокого горизонта для линии приведения.

Геологическая модель, такая как на рис. 2.15, помогает определить, на каких выносах возникает критическое преломление. Если рассмотреть самый неглубокий горизонт, который необходимо закартировать, отражения будут проявляться на этом угле критического преломления. Обычно (и игнорируя падение) это проявляется при угле около 35° , с соответствующим выносом $2 * Z_{SH} * \tan 35^\circ = 1.4 * Z_{SH}$, где Z_{SH} – это глубина неглубокозалегающего горизонта, который необходимо нанести на карту. Встреча этого критерия гарантирует только единичную кратность, возможно неадекватную для картирования. Следовательно, мы рекомендуем, чтобы $X_{\min}$ был выбран в диапазоне от 1.0 до $1.2 * Z_{SH}$. Если $X_{\min}$ для

исследования больше, чем определено согласно данной модели (напр., 400 м), тогда будут пробелы в отраженной энергии, которые необходимо суммировать. Это приведет к распределению кратности, отображенному на рис. 2.14.

Основное эмпирическое правило: $X_{\min}$ должен быть выбран в диапазоне от 1.0 до $1.2 * Z_{SH}$. Очень практичный способ найти $X_{\min}$ – это изучить модель мьютинга – см. рис. 2.19.

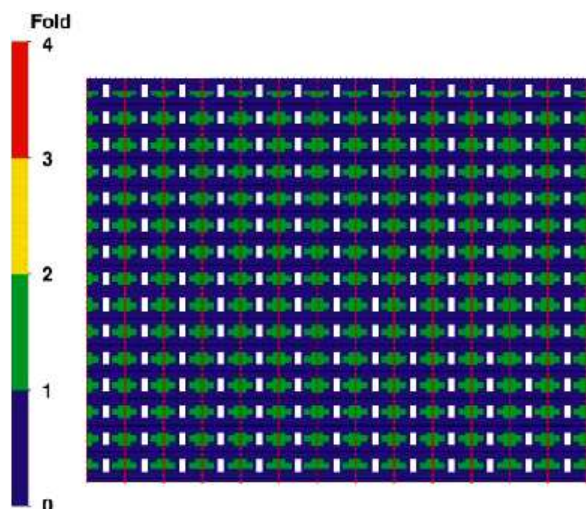


Рис. 2.14. Распределение кратности на некотором неглубоком уровне для слишком большого $X_{\min}$.

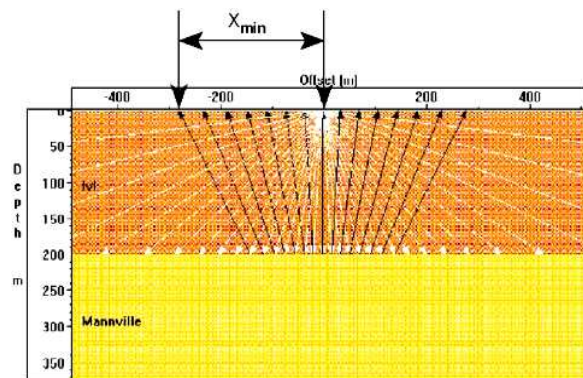


Рис. 2.15 Моделирование $X_{\min}$.

Критерий преломления (1/3) означает, что мы должны всегда осуществлять, по крайней мере, три измерения неглубокого рефрактора в направлении поперек линии (рис. 2.16а) чтобы адекватно определить скорость преломляющего горизонта. Направление вдоль линии обеспечивает большое количество измерений простирания горизонта. Имеющиеся 2D данные могут обеспечить некоторую необходимую информацию относительно первого рефрактора. Например, если точка перегиба, X_1 , ко второму рефрактору находится на расстоянии 900м, тогда расстояние между приемными линиями в 1/3 от 900м=300м будет гарантировать три измерения в направлении поперек линии (вкрест

простираения). Это бы вселило надежду на использование, по крайней мере, 6 приемных линий в заплатке (три линии на каждую сторону ПВ).

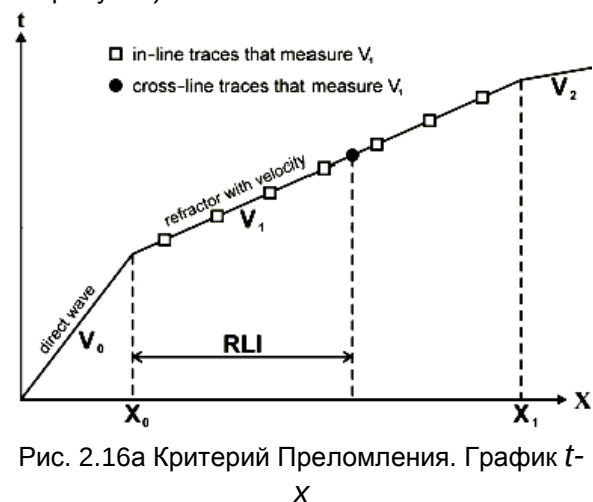


Рис. 2.16а Критерий Преломления. График t - X

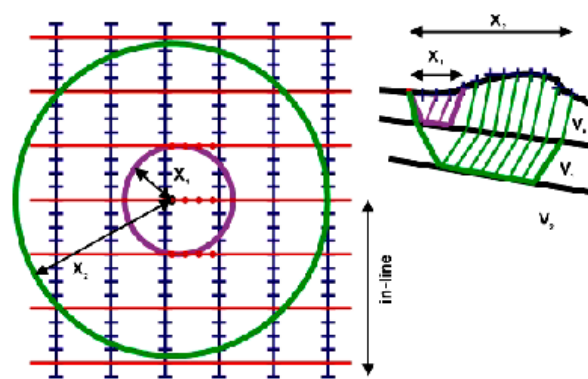


Рис. 2.16b

Однако, если точка перегиба находится очень близко к источнику, измерения во всех направлениях могут быть использованы для помощи в нахождении первой скорости преломления. (Рис. 2.16b)

И снова, использование моделирования при столкновении с данным критерием – это по настоящему важно для вас. Это положение необходимо помнить как аргумент при проектировании с широким азимутом (см. раздел 3.3 для более подробного обсуждения).

В качестве альтернативы, удовлетворяющей критерий преломления можно регистрировать отдельные 2D данные вдоль каждого ПП и ПВ. Это окончательно определит задержки ПП и ПВ (статика) и скорости вблизи поверхности. Затраты на отдельные исследования МПВ для решения задач по статике могут быть достаточно оправданы, если задачи 3D требуют более широкого расположения линий приема и возбуждения.

Имеется более подробное рассмотрение эффекта проектирования на расчет статике преломления в Главе 10.

2.10 X_{max}

Необходимый **максимальный вынос** будет зависеть от глубины до глубоководных отражающих горизонтов, если пытаться это отобразить. Также необходимо принимать во внимание допущения обычного ввода кинематики и падения. Настоятельно рекомендуется проектировщикам обращать внимание на распределение выносов на линии, взяв за основу линию.

Выбор максимального выноса, который будет использован для суммирования, имеет значительное влияние на те трассы, которые могут быть подвергнуты мьютингу при обработке (Cordson, 1995b). Если X_{max} в заплатке устанавливается эквивалентным максимальному выносу вдоль линии (рис. 2.17a), тогда будет подвергнуто мьютингу значительное количество трасс на линии приема, находящихся на некотором удалении от ПВ. Чем к большему количеству трасс будет применен мьютинг, тем больше будет варьироваться распределение кратности за пределами X_{max} . Это может даже не оправдать ожиданий, потому что некоторые трассы будут «отброшены». Формула кратности, приведенная в Разделе 2.3., сократится следующим образом:

$$\text{Кратность} = \pi/4 * (NS * NC * b^2)$$

Если, тем не менее, X_{max} в заплатке измеряется вдоль диагонали заплатки, тогда максимальный вынос будет больше, чем любой другой вынос в исследовании и при суммировании будут использоваться все трассы (рис. 2.17b). Это приведет к более легким расчетам кратности и может быть выполнено более ровное распределение кратности (см. Раздел 2.4, 2.5 и 2.6). Далее мы обсудим методы проектирования заплатки в Разделе 3.3.

Если X_{max} в заплатке измеряется по направлению вдоль линии, площадь заплатки точно равна двойной площади заплатки, где X_{max} измерено вдоль диагонали.

Заметьте, что X_{max} может быть изменен до некоторой степени путем размещения ПВ не в центре заплатки приема. Конечно же, в результате этого сокращается наполовину число дальних выносов, которые находятся дальше, чем «самые короткие дальние выносы»; это может или не может быть справедливым для распределения дальних выносов.

В обычных заплатках приема для 3D съемок совокупность выносов нелинейное, т.е. небольшое количество близлежащих выносов (ближних) и значительное количество дальних выносов (рис. 2.18). Фактически, съемки с широким азимутом имеют распределения выносов, которые

линейны в квадратичном расстоянии (offset squared) (см. Раздел 3.3). В то время как съемки с узким азимутом имеют тенденцию к обладанию более линейных распределений выносов (с распределением being the end member). Пунктирная линия на рис. 2.18 является распределением для короткого фактического примера при проектировании методом прямая линия с 8 линиями приема в заплатке.

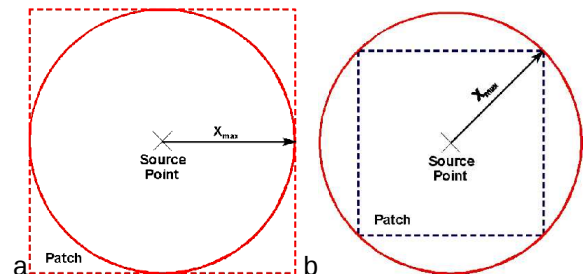


Рис. 2.17 X_{max} вдоль линии (a) и вдоль диагонали (b)

Хорошей аппроксимацией является то, что первые 33% диапазона выносов включают 7% всех выносов, следующие 33% распределяют 29% и последние 33% = 64%.

Это означает, что в съемке будут доминировать длинные выносы. Если будет выполнена правильная обработка (NMO, DMO, миграция), это не должно быть проблемой – но фильтрация на длинных выносах (при длинных выносах) может привести к более низким частотам.

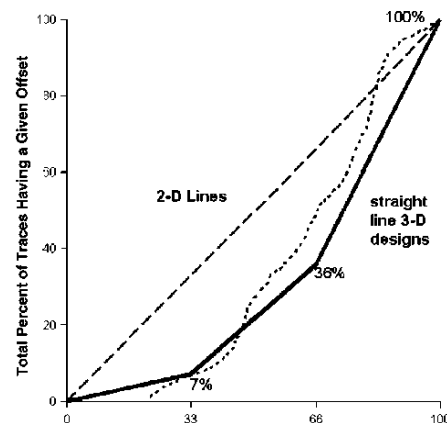


Рис. 2.18 Типичное распределение выносов (2D в сравнении с 3D)

Запатки с небольшим отношением сторон (так называемый Узкий Азимут) также приведут к более ровному распределению выносов. Однако, они, согласно своему названию, имеют очень избранный диапазон азимутов.

Хороший совет – извлеките хорошую выгоду из **имеющихся 2D данных** для определения удовлетворяющего коэффициента S/N, X_{min} , и X_{max} . Информация о выносе (напр. Сейсмограммы ОТВ и суммы равных удалений) таких 2D данных должны быть тщательно проверены до принятия

решения о выборе пригодного диапазона выносов для любой 3D съемки. Рис. 2.19 демонстрирует пример, где максимальный применимый вынос допускается длиной 1400 м. (4600 футов); трассы, записанные до 1800 м (6000 футов) будут утеряны при суммировании. Следовательно, кратность будет значительно снижена, чем можно было ожидать от расчетов кратности, включая все трассы.

Теперь, когда мы понимаем влияние $X_{\max}$ при проектировании заплаты, давайте рассмотрим различные геофизические и другие параметры, которые воздействуют на выбор $X_{\max}$.

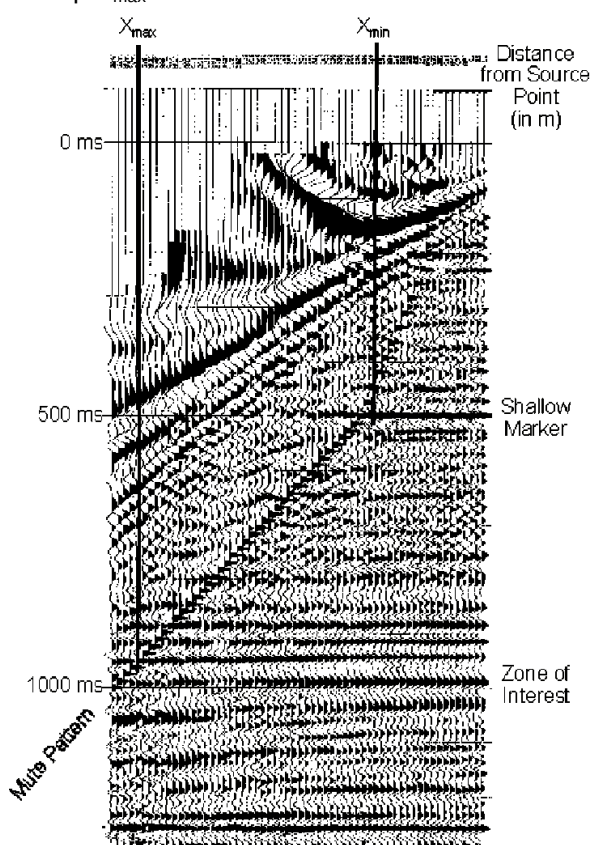


Рис. 2.19 Сумма равных удалений

Чтобы определить $X_{\max}$, мы можем подготовить **геологическую модель**, такую, как показана на рис. 2.20b. Простое ход лучей (рис. 2.20a) показывает, где энергия отражения преобразовывается в энергию преломления для каждого объекта, представляющего интерес. Путем изучения схемы, аналогичной данной, мы можем увидеть значения $X_{\min}$ и $X_{\max}$ для каждого объекта и, следовательно, для модели в целом. Любая трасса на выносе, большем, чем расстояние критического отражения X_{CRO} для каждого пласта, будет содержать только энергию отражения (рис. 2.20b).

Существует **10 факторов**, которые влияют на выбор $X_{\max}$ для съемки. Наиболее важные факторы выделены курсивом:

2.10.1. Проектная глубина (целевая)

Наибольшие выносы, которые должны быть записаны, в основном находятся очень близко к целевой (проектной) глубине. Многие модели и данные исследований показывают, что данный фактор является хорошим и обычно справедливым близким допущением.

Основное эмпирическое правило: $X_{\max}$ должен быть приблизительно таким же, что и предварительная проектная глубина – обычно выражается как $X_{\max} = Z$

$X_{\max} \approx$ Проектная глубина

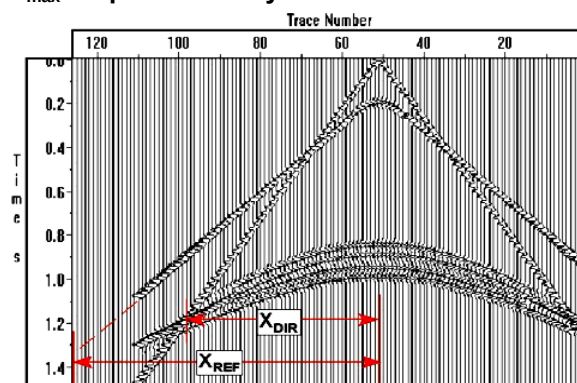


Рис. 2.20a Искусственный Взрыв для нижеприведенной Модели.

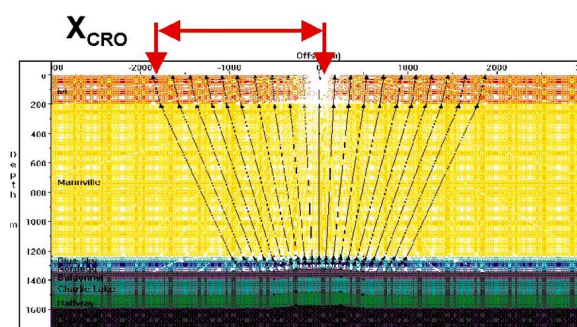


Рис. 2.20b Моделирование $X_{\max}$

2.10.2. Интерференция Прямой Волны

Прямая волна (кратчайшее расстояние от источника до приемника) начинает интерферировать с первичным объектом на выносе X_{DIRECT} и временем T_{NMO} (рис. 2.20a).

$$X_{\text{DIRECT}} = V_{\text{LVL}} * (T_{\text{NMO}} + T_{\text{MUTE}})$$

$$T_{\text{NMO}} = (T^2 + X_{\text{DIRECT}}^2 / V^2)^{1/2}$$

Замещаем T_{NMO}

$$X_{\max} < X_{\text{DIRECT}} = V_{\text{LVL}} * ((T^2 + X_{\text{DIRECT}}^2 / V^2)^{1/2} + T_{\text{MUTE}})$$

Вы можете решить эти уравнения непосредственно для значения X_{DIRECT} , используя данные T , V , V_{LVL} , T_{MUTE} .

V_{LVL} – это скорость материала между ПП и ПВ.
 V – это скорость RMS до первичного объекта (цели).

T_{MUTE} – это небольшая зона обнуления, которую необходимо добавить (обычно 200 мсек), которая является эффективной шириной прямого прихода.

Необходимо использовать 2D данные для определения возможных приповерхностных эффектов.

2.10.3. Интерференция преломленной волны (первые срывы)

На выносе X_{REF} , где энергия первого излома режет через первичную энергию:

$$X_{max} < X_{REF} = V_{REF} * ((T^2 + X_{REF}^2/V^2)^{1/2} + T_{MUTE})$$

V_{REF} – это скорость приповерхностного преломляющего слоя.

Заметьте, что X_{REF} всегда больше, чем X_{DIRECT} (рис. 2.20a). Следовательно, интерференция прямой волны всегда будет более сдерживающей, чем интерференция преломленной волны.

2.10.4. Вынос при критическом отражении на глубоком горизонте (?)

При выносе X_{CRO} отражения целевого горизонта достигают критической точки преломления, см. рис. 2.20b. Важно отобразить соответствующим образом этот глубокий горизонт в направлении поперек линии с отражениями.

$$X_{max} < X_{CRO}$$

2.10.5. Вынос, необходимый для того, чтобы увидеть наиболее глубокую ЗМС (рефрактор)

При выносе X_{DEEP} наиболее глубокий с низкими скоростями пласт отвечает критерию критического отражения. Для того чтобы соответствующим образом измерить ЗМС нам необходимо решить неравенство.

$$X_{max} > X_{DEEP}$$

2.10.6. Ограничения NMO

Нужен по крайней мере вынос X_{NMO} , где

$$X_{max} > X_{NMO} = V * ((dT)^2 + 2 * dT * T_0)^{1/2}$$

dT = желаемый период (1.5 длины волны)

T_0 = время целевого горизонта (наиболее глубокого)

2.10.7. Максимальная допустимая растяжка NMO

Используйте программное обеспечение для расчета процентного соотношения растяжки NMO относительно времени на каждую трассу синтетической сейсмограммы. Если оно превышает желаемое процентное соотношение при двойном времени пробега волны до целевого горизонта (мы предлагаем не больше 20%), проверьте значение выноса и не проектируйте заплатку для выносов больше, чем данное значение.

Стандартная формула для растяжки NMO

следующая (Yilmaz, 1987 Обработка Сейсмоданных, стр. 160, уравнение 3.6):

$$\Delta f / f = \Delta t / t(0), \quad \text{где } f =$$

доминирующая частота, Δf = изменение частоты

где $t(0)$ = двойное вертикальное время прохода волны в обоих направлениях

$$\Delta t = NMO$$

2.10.8. Вычитание кратных волн

Нужен по крайней мере вынос X_{MULT} , где

$$X_{max} > X_{MULT} = V * ((dT)^2 + 2 * dT * (T_0 * 2))^{1/2}$$

T_0 = время кратных (мы оцениваем как $2 * T_0$)

V = скорость кратных

dT = желаемый период при выносе X_{MULT} (по крайней мере 3 периода, потому что кратные до некоторой степени корректируются посредством первичных скоростей в более позднее время и будут вычитаться только в случае, если остается больше чем один период.

2.10.9. Выносы, необходимые для AVO

Нужна по крайней мере некоторая группа выносов, где углы отражения от целевого горизонта являются достаточными для демонстрации ожидаемого эффекта AVO (изменение амплитуды по отношению к выносу из-за присутствия газа или жидкости). Съёмки с узким азимутом обладают лучшим распределением выносов для изучения эффектов AVO, но если предполагается разрыв, тогда AVO может также изменяться вместе с азимутом.

2.10.10. Максимальная длина кабеля, имеющегося у подрядчика

Даже если ваше моделирование убедило вас, что длинные выносы – это хорошо, проверьте у своего подрядчика, реализуемы физически ли такие параметры. Если нет – сократите максимальный вынос – или замените своего подрядчика.

2.10.11. Падение

Отражения от любого структурного падающего пласта будут зарегистрированы на более длинных выносах на погруженной стороне (взрыв к приемнику следует под уклон?), чем приподнятой стороне. Если у вас есть хорошие сведения (информация) об ожидаемых dips, вы можете использовать этот факт для проведения негеометрической коррекции до (на) самый длинный вынос.

Давайте спроектируем 3D – часть 2

Пример со следующими известными параметрами (метры)

Имеющиеся 2D данные хорошего качества имеют	Кратность 30
Наиболее крутые падения	30 градусов
Неглубокие горизонты необходимые для построения изохрон	500 м выноса
Глубина до целевого горизонта	2000 м
Двойное время пробега волны до целевого горизонта	1.5 сек
Глубина основания	3000 м
Vint над целевым горизонтом	4200 м/сек
Fdom целевого горизонта	50 Гц
Fmax целевого горизонта	70 Гц
Горизонтальный размер объекта	300 м

Используется метод прямой линии

Желаемая кратность:

$\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ кратности 2D = 15-20

Размер бина:

Для целевого горизонта / 3 = 300 м / 3 = 100 м

для аляйсинговой частоты = $Vint / (4 * Fmax * \sin(dip)) = 4200 \text{ м/сек} / (4 * 70 \text{ Гц} * \sin 30^\circ) = 30 \text{ м}$

для горизонтального разрешения = $Vint / (N * Fdom) = 4200 \text{ м/сек} / (N * 50 \text{ Гц}) = \text{от } 21 \text{ до } 42 \text{ м}$

размер бина = 30 м * 30 м

RI = 60 м

SI = 60 м

X_{max} :

RLI =

SLI =

$X_{min} = (RLI^2 + SLI^2)^{1/2} =$

X_{max} :

№ каналов в заплатке

количество линий приема

каналов на линию

размер поперек линии

размер вдоль линии

аспектное отношение = размер заплатки поперек линии / размер заплатки вдоль линии

$X_{max} = \frac{1}{2} * ((\text{размер заплатки вдоль линии})^2 + (\text{размер заплатки поперек линии})^2)^{1/2}$

Кратность:

Кратность вдоль линии = $RLI / (2 * SLI) =$

Кратность вдоль линии = $\frac{1}{2} \text{ NRL} =$

Общая кратность = _____.

ГЛАВА 3

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПЛАТКАМИ И КРАЯМИ

Форма заплатки будет иметь большое влияние на несколько признаков 3D. Соответствующие параметры должны быть оптимизированы, сохраняя в уме задачи съемки.

Хорошее понимание Управления краями является критическим для предоставления подходящего набора данных для ближайшего задания.

3.1. Распределение выносов

На рисунке 3.1 мы видим определения Выносов и Азимуты. Каждый бин ОСТ обычно содержит средние точки многих пар ПП/ПВ. Каждая участвующая в бине трасса имеет вынос (расстояние между источником и приемником) и азимут (угол направления или компаса) от источника до приемника. В общем, распределение этих двух признаков является первостепенно важным для успешной 3D съемки.

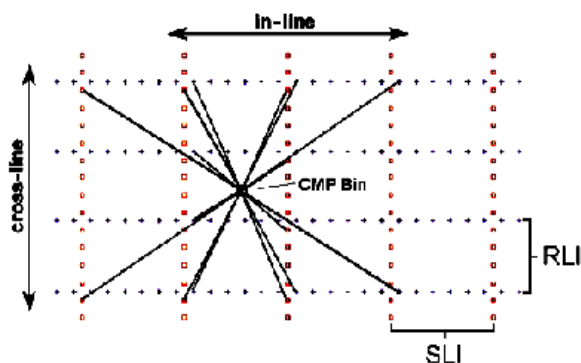


Рис. 3.1.

Кратность будет наиболее сильно влиять на распределение выносов в суммируемом бине. Меньшая кратность будет давать очень слабое распределение выносов, в то время как при увеличении кратности распределение выносов будет улучшаться. Необходимо попытаться получить равное распределение выносов от ближних до дальних выносов, чтобы облегчить расчеты скоростей для нормальных кинематических поправок, а также, чтобы получить наилучший результат суммирования. Плохое смещение выносов может вызвать алясинг понижающего сигнала, шума источника (фильтры не будут с этим работать), или даже первоначально до такой степени, что может не получиться анализ скоростей.

Рисунок 3.2 показывает методику вывода смещения выносов в каждом бине ОСТ. Сам бин используется как график, где вертикальные оси показывают величину выноса, а горизонтальные оси указывают на положение трассы на шкале выноса. Другими словами, вертикальная и горизонтальная шкала являются значениями выноса. Полученный треугольник должен показать наличие всех возможных выносов. Две или более трасс, которые имеют один и тот же

вынос будут иметь «палочку», нарисованную другим цветом.

Как проектировщик вы не должны сильно беспокоиться о распределении выносов и азимутов в единичном бине. Миграция и DMO будут переносить энергию на многие окружающие бины. Следовательно, такие дела не являются содержанием одного бина, но нескольких соседних, в которых они живут!

Хорошее эмпирическое правило для размера «соседства» – это первая зона Френеля (см. Раздел 3.4).

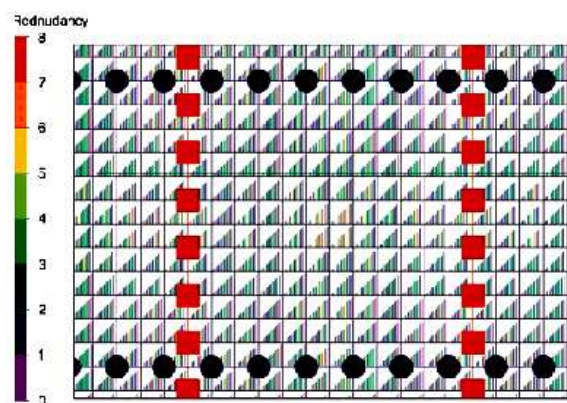


Рис. 3.2.

Другой метод вывода смещения выносов в каждом бине показан на Рис. 3.3. Горизонтальная шкала – номер ОСТ и вертикальная шкала – вынос. Одна ОСТ представлена вертикальной колонкой. Вертикальная колонка разделена на маленькие «ячейки», представляющие размер выноса, обычно выбранные как интервал между группами (расстояние вдоль линии от одного ПП до другого).

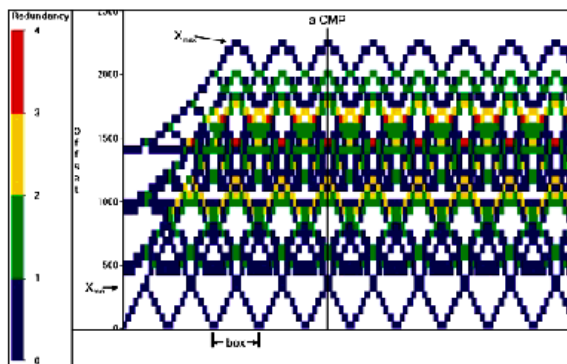


Рис. 3.3

Панель цветов в верхнем левом углу

рисунка показывает количество повторений отдельно взятого выноса в любой заданном бине. Каждая ячейка выкрашена соответственно тому, сколько трасс имеют вынос, лежащий в этом бине. Многоцветность указывает на то, что многие трассы в одном бине имеют один и тот же вынос.

То, что мы ищем на подобном выводе, - это единичный цвет (указывающий на равное распределение выносов в каждой ОСТ), а также сколь возможно много различных выносов в наборе соседних бинов (супербин).

Следовательно, для скоростного анализа мы получим все возможные выносы в примере, описанном выше, используя все ОСТ с верхушки до дна V-образных форм. Расстояние от верхушки одной V до следующей - это просто ширина «ящика» в прямой линии съемки.

$X_{\min}$ можно определить посредством увеличения масштаба на площади, как показано, и отмечая, где расположена верхушка V (например, при выносе 200 м).

3.2 Распределение азимутов

Кратность будет сильно влиять на распределение азимутов в суммируемом бине, как и на распределение выносов. Если отношение большей стороны заплатки к меньшей менее 0,5, то можно ожидать слабого распределения азимутов. Плохое смещение азимутов обычно указывает на потенциальные проблемы, связанные со статикой, и неспособность указать азимутально-зависимые вариации (возникающие из понижения и/или анизотропии). Увеличение отношения большей стороны к меньшей до 0,6 – 1,0 позволит решить такие проблемы. Хорошее распределение азимутов должно гарантировать, что информация из всех углов вокруг суммируемого бина включена в сумму.

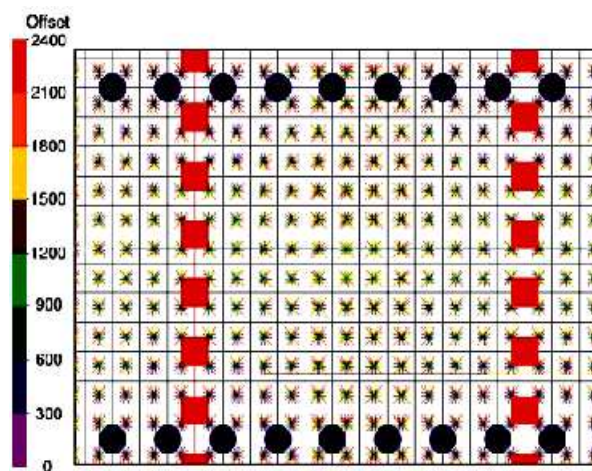


Рис. 3.4

Рисунок 3.4 показывает метод вывода

азимутов (направлений) каждой трассы, которые принадлежат к бину средней точки. Каждая «паучья лапка» указывает на вынос (длина и цвет лапки) и на точки в направлении от ПВ к ПП. Паучьи лапки всегда начинаются прямо в центре бина, и совершенно необязательно – в средней точке. Следовательно, данный вывод не показывает рассеивание средних точек. Длины ножек указаны в масштабе так, что наибольший вынос во всей съемке представлен лапкой, равной половине высоты бина.

3.3 Съёмки с узким и широким азимутом

Съемки с узким азимутом имеют линейное распределение выносов относительно выноса (x) (Рис. 3.5а, похоже на 2D), однако, при наличии зависимости от квадратного значения выноса (x^2), распределение выноса показывает сгущение на ближних выносах (Рис. 3.5b). Заплатки узкого азимута лучше использовать для работ AVO, а также, когда присутствует достаточное количество вариантов латеральной скорости (Лансли, 1994). Считалось, что узкие заплатки также хорошо используются и для DMO, но недавние находки опровергнули это мнение (Вермеер и ал, 1995, 1998).

Съемки с широким азимутом (т.е. близкие к квадратной заплатке) имеют нелинейное распределение выносов относительно x , с утяжелением веса дальних выносов (Рис. 3.5c); однако, при наличии зависимости от квадратного значения выноса (x^2), распределение линейно (Рис. 3.5d). Съёмки с широким азимутом лучше использовать для скоростного анализа, ослабления кратных волн, решений статики и более равномерного направленного опробования (анализа?) приповерхностного слоя.

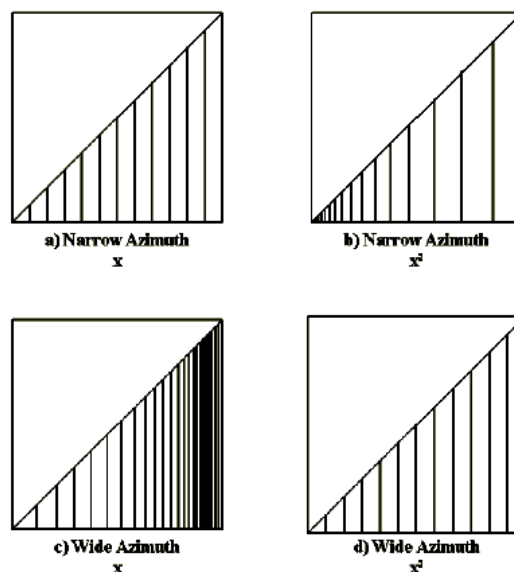


Рис. 3.5

3.4 Правило 85%

Если вы решили, что необходимо использовать съемку с широким азимутом, как же можно выбрать «лучшее» отношение большей стороны заплатки к меньшей? На текущий момент, позвольте ограничить решение квадратными заплатками, когда коэффициент отношения равен 1 (размер вдоль линии равен размеру поперек линии).

Примем круг площади = 1, с радиусом $X_{\max}$ (большой круг на Рис. 3.6). Если заплатка лежит полностью за пределами этого круга, тогда 27% каналов в заплатке используются для записи данных, что, возможно, будет обнулено! В то время как эти каналы могут иметь какое-то значение для анализов отражений волн большей длины, использование такого количества дополнительных каналов – это слишком дорого.

С другой стороны, можно уменьшить заплатку в размерах так, чтобы она лежала полностью внутри записываемого выноса, как показано малой площадью. $X_{\max}$ должно измеряться вдоль диагонали заплатки, но теперь заплатка покрывает только 64% площади объекта вашего проектирования, т.е. большого круга. Это еще одна крайность неэффективности; только несколько трасс лежат на выносах, близких к максимальному выносу вашего проектирования.

Легко говорить, что следует всегда иметь заплатку размером с большой квадрат, чтобы все время и во всех направлениях записывать до $X_{\max}$. Однако большой квадрат является двойной площадью малого квадрата.

В некоторых случаях доступность оборудования может стать проблемой, и экономия должна быть сделана на основе использования минимального количества каналов. В таком случае мы рекомендуем «Правило 85%», как компромисс в определении коэффициента отношения заплатки относительно $X_{\max}$.

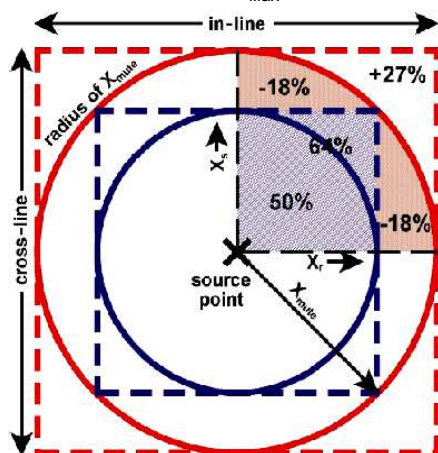


Рис. 3.6

Правило 85% - это простой способ оптимизировать площадь использованных записанных трасс и количество необходимых каналов. Это работает следующим образом:

Определить $X_{\max}$.

Выбрать вынос вдоль линии, X_r , равным $0,85 * X_{\max}$

Выбрать вынос поперек линии, X_s , равным $0,85 * X_r = 0,72 * X_{\max}$

Реальный пример:

$X_{\max} = 2000$ м (6600 футов)

Размер вдоль линии:

$X_r = 85\% * X_{\max} = 1700$ м (5610 футов)

Размер поперек линии:

$X_s = 85\% * X_r = 1445$ м (4730 футов)

Коэффициент сжатия $X_r/X_s = 85\%$

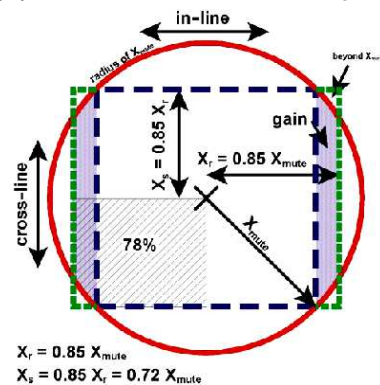


Рис. 3.7

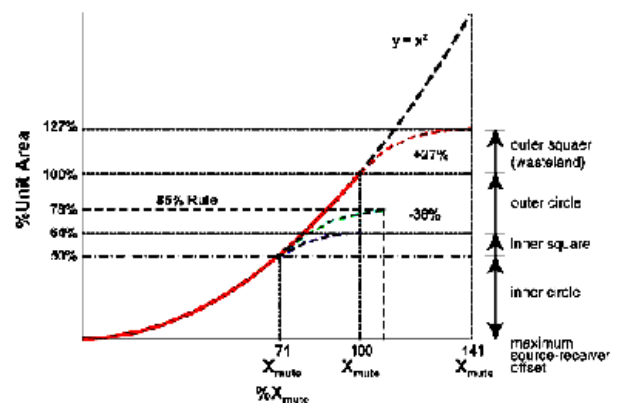


Рис. 3.8

Используемая площадь заплатки относительно круга $X_{\max}$ скачет от 64% до 78%. Только очень маленькая часть заплатки находится за пределами теоретического $X_{\max}$. Дополнительные линии ПП дальше тех, что указаны в этой заплатке, в большинстве своем находятся за пределами используемого распределения выносов. Следовательно, предпочтительно использовать более длинный размер в направлении «вдоль линии». Размеры могут потребовать некоторое слабое уравнивание, чтобы они соответствовали прочим расчетам в проектировании 3D.

Мы выбрали круг радиуса $X_{\max}$ в качестве единицы площади (100% при $X_{\max}$ 100%). На Рис. 3.8 он показан сплошной линией.

Внутренний круг (с радиусом 0,71 от $X_{\max}$) содержит 50% площади большего круга. Если заплатка полностью расположена внутри $X_{\max}$ (внутренний квадрат на Рис. 3.6), тогда кривая, описывающая эту площадь, отклоняется от шаблона $y = x^2$ на $0,71 X_{\max}$. Площадь этой меньшей заплатки составляет 64% единицы площади.

С другой стороны, если заплатка полностью лежит за границами круга $X_{\max}$ (большой круг на Рис. 3.6), тогда кривая, описывающая эту площадь, отклоняется от шаблона $y = x^2$. Площадь большой заплатки составляет 127% единицы площади, двойная площадь меньшей заплатки!

Заплата, использующая правило 85%, охватывает 78% единицы площади, описанной кругом $X_{\max}$. Площадь, которую покрывает данная заплатка, составляет только на 22% больше, чем заплатка меньшего квадрата, которая лежит полностью внутри круга. Заплата, использующая правило 85% - это превосходный компромисс для проектирования заплатки.

3.5 Зона Френеля

Зона Френеля – это та часть отражателя, от которого энергия может достичь детектора в пределах половины длины волны первой отражаемой энергии. (Шерифф, 1991).

Рассмотрим Рис. 3.9, с источником в S. Энергия из приповерхностной точки O приходит за $t_0 = 2 * z_0 / V_{rms}$. Допустим, что волновой фронт продвигается шагами в $1/4$ длины волны, λ . Энергия из точки A, или A', достигнет приемника за время $t_1 = 2 ((z_0/V_{rms}) + (\lambda/V_{int}))$. Энергия, приходящая за временной интервал $(t_1 - t_0)$, интерферирует конструктивно.

Отражающий диск AA' называется первой зоной Френеля (Шерифф, 1991). Две отражающие точки, которые попадают в эту зону, обычно считаются неразличимыми, т.к. наблюдаются у поверхности земли. Радиус зоны Френеля, r_f , для вертикального падения приблизительно:

$$r_f = ((z_0 + \lambda/4)^2 - z_0^2)^{1/2} = (z_0 \times \lambda/2 + \lambda^2/16)^{1/2}$$

приблизительно равно

$$r_f \cong (z_0 \times \lambda/2)^{1/2} = (t_0 \times V_{rms} / 2) \times (V_{int} / F_{dom}) / 2)^{1/2}$$

или упрощенно до:

$$r_f \cong \frac{1}{2} (t_0 \times V_{rms} \times V_{int} / F_{dom})^{1/2}$$

где F_{dom} – рассматриваемая доминантная частота.

На более низких частотах, например, F_{min} ,

зона Френеля становится больше, в то время как на больших частотах, например F_{max} , зона Френеля уменьшается. Такой вывод следует из подхода Йилмаза (1989), но он дифференцирует термины скорости в V_{int} и V_{rms} . Для ненулевого выноса, структура и угол наклона влияют на форму зоны Френеля. Линдсли (1989) выделяет, что зона Френеля становится как-то меньше для положительных структур, типа рифов или антиклиналей, и как-то больше для отрицательных структур, типа синклиналей.

Обычно, это эффект второго порядка, кроме случаев, когда структуры похожего масштаба к глубине.

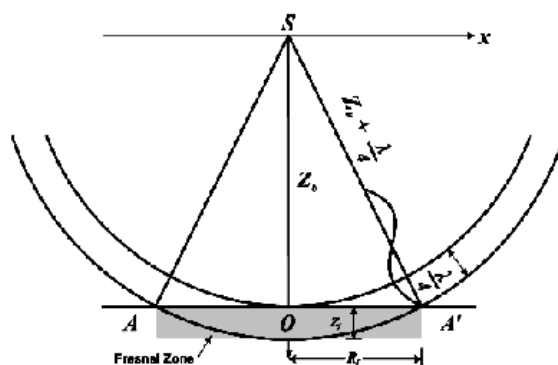


Рис. 3.9

Вертикальная мощность зоны Френеля, Z_f :

$$z_f = \lambda/4 = V_{int} / 4F_{dom}$$

Выражая это временем, двусторонняя временная (?) мощность зоны Френеля, t_f , становится:

$$t_f = (2 \times \lambda/4) / V_{int} = \lambda / 2V_{int},$$

где λ – это длина волны доминантной частоты.

Диаметр зоны Френеля определяет латеральное разрешение перед миграцией. В контексте дифракции, латеральное разрешение зависит от способности различать две смежные дифракции. Т.к. миграция – это процесс, который разрушает дифракции, стоит подумать, что миграция увеличивает пространственное разрешение. Плоскость наблюдения продолжается вниз и приближается к точкам отражения. Следовательно, зона Френеля уменьшается (Йилмаз, 1987). Миграция данных 3D проявляет склонность к разрушению диаметра зоны Френеля до, приблизительно, $1/2$ длины доминантной волны, в то время как миграция данных 2D будет только сопровождать ее в направлении сейсмической линии (Линдсли, 1989).

Т.к. зона Френеля лежит частично за пределами съемок, возле краев, миграция выявит нежелательные изображения. Это особенно важно, когда углы лицензионных блоков «подстреляны».

3.6 Дифракции

Дифракции, которые случаются там, где представлены острые геологические границы, такие как, нарушения, простираются гораздо ниже нарушения (в обоих направлениях, перпендикулярно нарушению). Ореол миграции и дифракции значительно добавляют в поверхностное покрытие, которое необходимо, чтобы должным образом получить приповерхностное изображение. Следовательно, эти расчеты необходимо сделать до начала любого проектирования 3D.

3.6.1. Анатомия дифракции

Когда источник энергии достигает прерывности приповерхностной точки (точка дифракции), энергия может быть направлена вверх к поверхности под всеми углами. Где бы на поверхности ни был расположен приемник, он примет отражение в момент, соответствующий времени, которое необходимо, энергии источника, чтобы дойти до точки, плюс время, необходимое для возврата назад (см. Раздел 2.8.3.2). Сбор всех различных отражений называется дифракцией и имеет некоторые интересные свойства:

Площадь наверху дифракции с мощностью равной $\frac{1}{4}$ длины волны доминантной частоты (или двойному дельта времени, равной $\frac{1}{2}$ доминантной частоты) в целом именуется первой зоной Френеля.

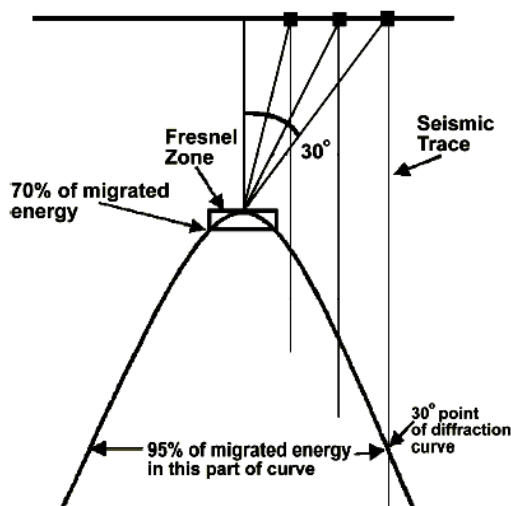


Рис. 3.10

Другие точки на дуге дифракции соответствуют различным лучам, выходящим из точки к поверхности под различными углами. Следовательно, части кривой около их вершины соответствуют нижним отложенным углам, а части кривой более длинных двойных времен соответствуют более крутым углам. Асимптота кривой дифракции определяется с помощью $2/V$, где V – это среднеквадратическая скорость на

вершине дифракции.

После миграции кривая дифракции (или на самом деле, форма колокола в 3D) разрушается, не совсем до пика, как мы видели ранее, но до небольшой волны наибольшей частоты во времени и пространстве. Если мы решили использовать только часть дифракции, завершение не будет совсем полным, и ответ будет содержать только фракцию правильной энергии.

Использование только части дифракции первой зоны Френеля дает нам 70% энергии для полномигрированного результата (с углом разветвления = 15°).

Использование обеих сторон дифракции до угла разветвления (30°) дает нам примерно 95% полномигрированного результата (сравните, Рис. 3.10). Точное количество (например, 95%, 96%,...) зависит от скоростей и глубин дифракции. Поэтому нам нет необходимости в полной дифракции, чтобы получить полезный мигрированный результат.

Эмпирическое правило: Ореол миграции должен лежать между размером радиуса первой зоны Френеля и выносом, соответствующим 30-градусной точке кривой дифракции, с предпочтением, отдаваемым большим значениям.

3.7 Ореол миграции

Миграция необходима, чтобы поместить понижающиеся горизонты и нарушения в их соответствующие перспективы. При расстановке границ съемки полнократная площадь должна быть увеличена, чтобы получить апертуру миграции. Значение увеличения не всегда одно и тоже в направлении понижения и поднятия. Понижающиеся горизонты требуют, чтобы ореол миграции равнялся следующей формуле:

$$MA = Z \tan \Theta$$

Где MA = ореол миграции

Z = глубина

Θ = угол понижения (истинный геологический угол)

$$\text{Например, } MA = 2\,000 \text{ м} \times \tan 20^\circ = 728 \text{ м}$$

$$\text{Или } MA = 6500 \text{ футов} \times \tan 20^\circ = 2\,400 \text{ футов}$$

Предполагая, что геометрия – путь прямого луча, если необходимо записать отражения от горизонта понижающегося на 20° , необходимо добавить 728 м (2 400 футов) как апертуру миграции. Однако, если необходимо захватить 30° луч из самой удаленной точки дифракции, тогда ореол миграции должен равняться $Z \times \tan 30^\circ = 0.58Z$, как на Рис. 3.10 (в нашем примере 0,58

х 2000 м = 1160 м или 0,58 х 6500 футов = 3828 футов). Это условие определит желаемую апертуру миграции, если только понижение не превышает 30°. В таблице 3.1 даны значения по колонкам для констант 10°, 20°, 30°, т.к. критерий дифракции – это ограничивающий фактор. На практике расчеты стоимости будут зачастую влиять на желаемую апертуру. Кривые хода луча всегда буду снижать количество, необходимое для ореола миграции (Би, 1994).

Эмпирическое правило: Ореол миграции обычно выбирается больше:

- движения латеральной миграции каждого понижения в ожидаемой геологии,
- расстояния, требуемого, чтобы уловить энергию дифракции, приходящую к поверхности под углом разветвления до 30° (или же похожими углами)
- и никогда не меньше радиуса первой зоны Френеля.

Таблица 3.1. Расчеты ореола миграции при большой изменчивости типичных значений

А) метрическая

Градусы →	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Метры↓									
500	289	289	289	420	596	866	1374	2836	∞
1000	577	577	577	839	1192	1732	2747	5671	∞
1500	866	866	866	1259	1788	2598	4121	8507	∞
2000	1155	1155	1155	1678	2384	3464	5495	11343	∞
2500	1443	1443	1443	2098	2979	4330	6869	14178	∞
3000	1732	1732	1732	2517	3575	5196	8242	17014	∞
3500	2021	2021	2021	2937	4171	6062	9616	19849	∞
4000	2309	2309	2309	3356	4767	6928	10990	22685	∞
4500	2598	2598	2598	3776	5363	7794	12364	25521	∞
5000	2887	2887	2887	4195	5959	8660	13737	28356	∞
←Дифракция→				←Миграция понижающих событий (?)					

В) стандартный (английский)

Градусы →	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Футы↓									
1000	577	577	577	839	1192	1732	2747	5671	∞
2000	1155	1155	1155	1678	2384	3464	5495	11343	∞
3000	1732	1732	1732	2517	3575	5196	8242	17014	∞
4000	2309	2309	2309	3356	4767	6928	10990	22685	∞
5000	2887	2887	2887	4195	5959	8660	13737	28356	∞
6000	3464	3464	3464	5035	7151	10392	16485	34028	∞
7000	4041	4041	4041	5874	8342	12124	19232	39699	∞
8000	4619	4619	4619	6713	9534	13856	21980	45370	∞
9000	5196	5196	5196	7552	10726	15588	24727	51042	∞
10000	5774	5774	5774	8391	11918	17321	27475	56713	∞
11000	6351	6351	6351	9230	13109	19053	30222	62384	∞
12000	6928	6928	6928	10069	14301	20785	32970	68055	∞
13000	7506	7506	7506	10908	15493	22517	35717	73727	∞
14000	8083	8083	8083	11747	16685	24249	38465	79398	∞
15000	8660	8660	8660	12586	17876	25981	41212	85069	∞
←Дифракция→				←Миграция понижающих событий (?)					

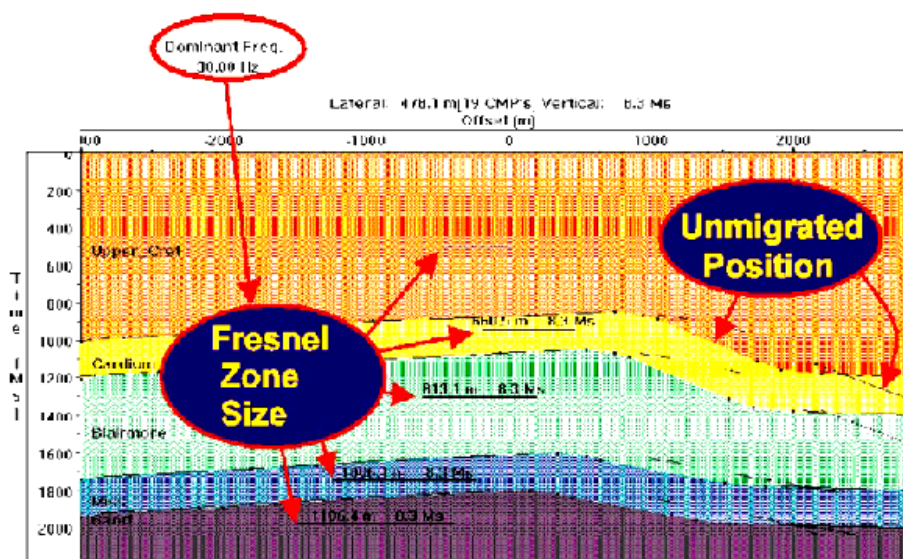


Рис. 3.11

Вывод, такой, как на Рис. 3.11, помогает определить вертикальное разрешение (четверть длины волны доминантной частоты) и латеральное разрешение перед миграцией (диаметр зоны Френеля относительно размера бина). Мы также можем использовать другие выводы, чтобы увидеть размер бина, требуемого, чтобы получить изображение желаемой высокой частоты на определенном понижении в модели. Размер съемки должен быть рассчитан, базируясь на площади, изображение которой необходимо, плюс ореол миграции.

3.8 Управление краями

Управление краями ссылается на тот аспект съемки 3D, который определяет ширину ореола миграции и уменьшение кратности.

Уменьшение кратности зависит, главным образом, от того, что считается полной кратностью. Это площадь по краю съемки, где полная кратность (или почти полная кратность) на глубине не была достигнута до миграции. Часто незначительное расслабление в определении достаточной кратности возле краев может помочь значительно снизить размер съемки.

Эмпирическое правило: Конус кратности составляет примерно 20% глубины цели (т.е. 20% от X_{max}), предполагая, что геология имеет плоскую форму. Другое приближенное значение составляет – $X_{min} < \text{уменьшение кратности} < 2 \times X_{min}$.

Уменьшение кратности может легко добавить 30% к общей площади 3D, даже при больших съемках. На чрезвычайно маленьких съемках этот процент диспропорционально высок. Это делает съемки 3D, которые

намереваются охватить всего лишь 2,5 км² (1 кв. миля) неприемлемо дорогими. Размер зоны уменьшения кратности зачастую отличается в направлении линии ПП, нежели линий ПВ, т.к. понижения могут меняться в зависимости от азимута. Следовательно, изменится и ореол миграции.

Рис. 3.12 показывает размер используемой программы (сеть уменьшения кратности) в процентном отношении к общему размеру программы, если необходимая глубина равна 2000 м (6500 футов), а ширина зоны уменьшения кратности предполагается равной 200 – 1600 м (660 – 5280 футов).

Обычно кратность набирается быстрее в направлении поперек линии, нежели вдоль. Это особенно заметно для проектов с узкими азимутами. Внимательное использование ПП может позволить набрать кратность быстрее при определенной геометрии. Ориентация заплатки относительно контура съемки может значительно повлиять на стоимость съемки.

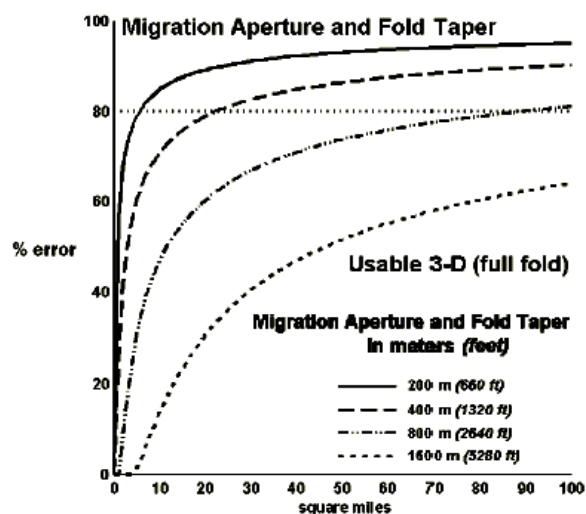


Рис. 3.12

Любая 3D съемка должна считаться состоящей из 3 зон (концентрических площадей) (Рис. 3.13).

Первая (самая внутренняя) зона – область интерпретации. Все трассы, лежащие в этой зоне, должны считаться полнократными и полномигрированными. Это **область изображения**, которую обработчик (интерпретатор) проверяет и использует, как основу для геологической интерпретации.

Вторая (средняя) зона – это коридор вокруг самой внутренней зоны (изображения). Теоретически ширина этого коридора равна **ореолу миграции**. В этом коридоре обработчик-сейсмик соберет полнократные суммированные трассы. Миграция передвинет большую часть энергии этих трасс на края самой внутренней зоны (изображения).

Третья (самая удаленная) зона – это коридор вокруг средней зоны. Ширина этой зоны – **уменьшение кратности (конус кратности)**. В этом коридоре разработчик сбора данных разместит ПП или ПВ, пытаясь гарантировать полную кратность в начале средней (полнократной) зоны.

Термин «Управление краями» перекликается с проектированием этих 3-х зон. Компромиссы могут быть сделаны, а почти всегда так и делается.

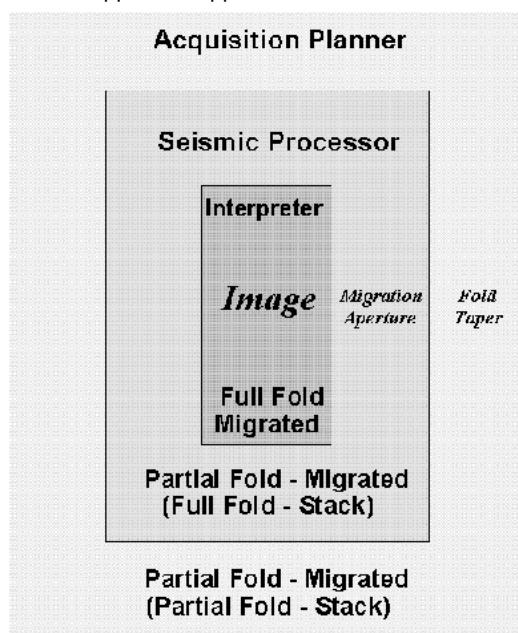


Рис. 3.13

Также возможно ослабить **требование о 30°** для очень больших глубин (ниже заданных) это уменьшит размер ореола миграции (размер средней зоны) (Рис.3.14).

Трассы, имеющие не совсем полную кратность, могут быть приемлемы для бинов, расположенных возле внешних краев средней зоны – они соответствуют почти 30° доли дифракции и вряд ли будут способствовать

переносу большого количества энергии на края самой внутренней зоны (изображения).

Эмпирическое правило: Ни в коем случае общая зона вокруг площади изображения не должна быть менее радиуса зоны Френеля плюс размер конуса кратности.

Это означает, что полнократные трассы будут располагаться от краев области изображения к краям радиуса зоны Френеля, а к границам съемки кратность будет уменьшаться. В общем, Ореол Миграции и Уменьшение Кратности будут смешиваться, и фактор стоимости будет сильно влиять на окончательный выбор конкретного проекта.

Эксперименты с моделями и пр. в конкретном проекте помогут определить эти параметры более точно.

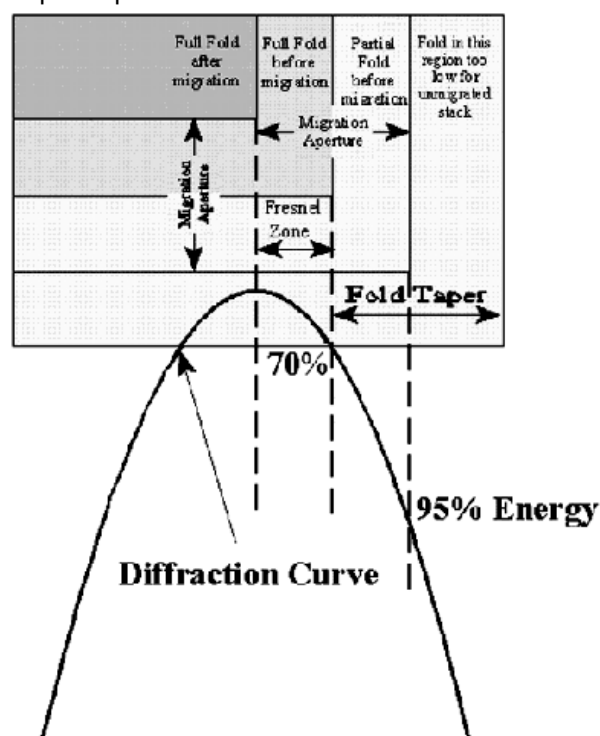


Рис. 3.14

3.9 Моделирование трассы луча

Моделирование трассы луча особенно используется, если подстилающая геология более сложная, чем модель плоских слоев, используемая для 3D проектирования. Примеры включают соляные купола, нарушения, слои с крутыми понижениями, несогласия горизонтальной скорости и многое другое. Такое моделирование может привести проектировщика к стратегиям для поверхностной расстилки, отличным от предположений при плоских слоях. Расстояния ПП/ПВ могут уменьшаться в определенных областях сейсмической съемки и все еще сохранять разрешение на структурно усложненных площадях. (Нефф, Ригдон, 1994).

Имеются изощренные компьютерные программы для оценки распределения кратности в структурных средах (напр. CENSUS с помощью 3D AIMS). С их помощью можно оценить влияние изменения распределения выносов и азимутов.

До этого времени мы говорили о точках ОСТ. В реальном мире, однако же, энергия от отражателя обычно не приходит от части того отражателя, который расположен между источником и приемником. Миграция корректирует трассы от положения их ОСТ к положению их ОГТ (Рис. 3.15). Но все же интересно узнать не только, какую кратность и прочее мы получим после миграции, но и как хорошо мы осветим каждый кусок верхушки заданной формации. Это так называемая **кратность ОГТ**.

Трассирование 3D луча является основным для правильного анализа ОГТ.

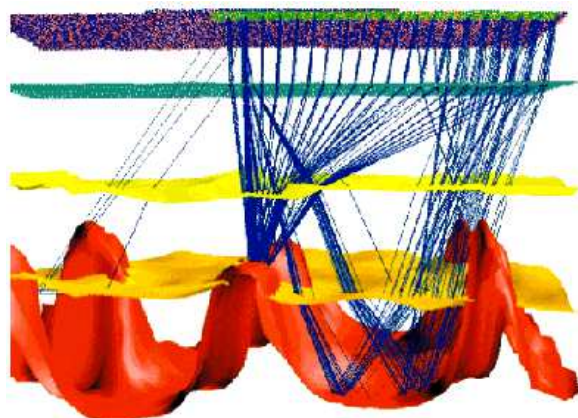


Рис. 3.15

3.10 Длина записи

Наконец, длина записи должна выбираться так, чтобы любые образцы дифракции до самых глубоких интересующих мест имели бы полное изображение после миграции. Включите достаточно времени так, чтобы дифракция была шириной во много трасс – так называемый ореол миграции.

Предположим, например, что существующие данные 2D показывают целевой горизонт на глубине 1,5 сек. Далее, давайте предположим, что необходимо получить изображение основания, которое расположено на глубине 2,5 сек. Хвосты дифракции расположены на уровне 500 сек, может потребоваться смещение статики до 100 мсек., а требования к аппаратуре составляют 100 – 200 мсек. Общая требуемая длина записи теперь составляет 3,3 сек; следовательно, можно вероятно выбрать 3,5 – 4 сек.

Всегда проще записать много данных, т.к. лента обычно очень дешевая в сравнении с прочими затратами на запись. Единственная загвоздка может быть с телеметрическими

системами, где увеличенная длина записи может замедлить общее старение при сборе данных, т.к. возникает необходимость передать информацию с каждого пункта сразу же после того как возбуждение было предпринято.

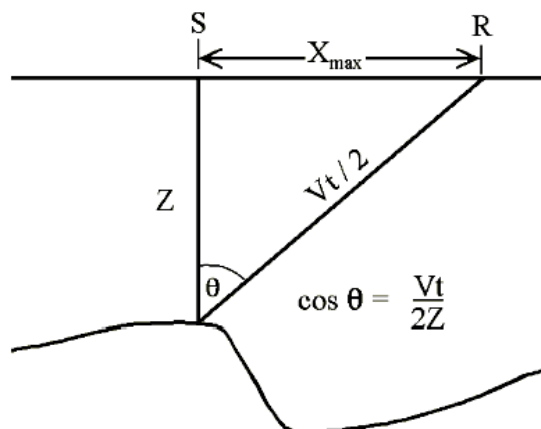


Рис. 3.16. Длина записи t , как функция рассеивания угла (Margrave, 1997).

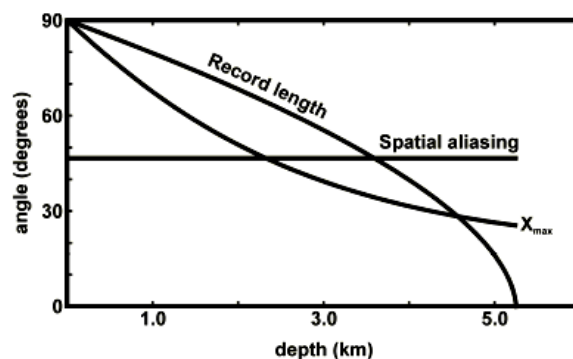


Рис. 3.17a. Постоянная скорость, рассеивающая угловой показ диаграммы: предел апертуры, рекордный предел длины, и пространственное совмещение имен ограничивают для случая когда $X_{\max} = 2500$ м., $t = 3.0$ s, $V = 3500$ м/с, $B = 20$ м., и $f = 60$ гц (Margrave, 1997).

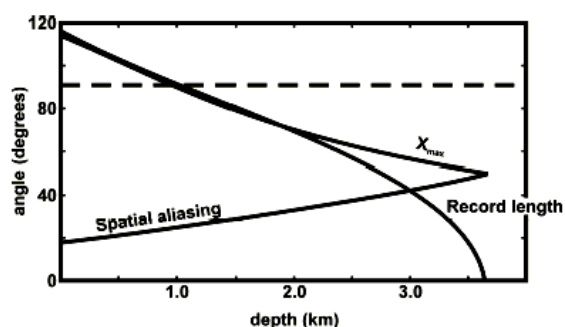


Рис. 3.17b. Постоянный градиент, рассеивающий угловой показ диаграммы: предел апертуры, рекордный предел длины, и пространственное совмещение имен ограничивают для случая когда $X_{\max} = 2500$ м., $t = 3.0$ s, $V = 1500$ м/с + $0.6 \cdot Z$ м/с, $B = 20$ м., и $f = 60$ Гц (Margrave, 1997).

Спроектируем 3D – Часть 3

Пример со следующими известными параметрами (метрическими):

Существующие данные 2D хорошего качества	кратность 30
Самые крутые понижения	30 градусов
Неглубоких горизонты, необходимые для изохрон	500 м выносы
Целевая глубина	2000 м
Двойное время пробега волны до целевого горизонта	1,5 сек
Глубина основания	3000 м
V_{int} над целевым горизонтом	4200 м/с
F_{dom} на целевом горизонте	50 Гц
F_{max} на целевом горизонте	70 Гц
Горизонтальный размер целевого горизонта	300 м

Предполагается прямолинейный метод!

Желаемая кратность:

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \text{ кратности 2D} = 15 - 20$$

Размер бина:

а) для целевого размера/3 = 300 м/3 = 100 м

б) для аляйсинговой частоты

$$= V_{int}/(4 \times F_{max} \times \sin(\text{угол падения})) = 4200 \text{ м/с} / (4 \times 70 \text{ Гц} \times 30^\circ) = 30 \text{ м}$$

с) для латерального разрешения

$$= V_{int}/(N \times F_{dom} \times \sin) = 4200 \text{ м/с} / (4 \times 70 \text{ Гц} \times 30^\circ) = 30 \text{ м}$$

размер бина = 30 м x 30 м

интервал между ПП = 60 м

интервал между ПВ = 60 м

X_{min} :

Интервал между линиями ПП = 360 м

Интервал между линиями ПВ = 360 м

$$X_{min} = (360^2 + 360^2)^{1/2} \text{ м} = 509 \text{ м}$$

X_{max} :

Заплата 8 x 60 или 2520 м x 3540 м

Кол-во каналов = 480

Коэффициент сжатия = 2520/3540 = 0,71

$$X_{max} = \frac{1}{2} \times (2520^2 + 3540^2)^{1/2} \text{ м} = 2172 \text{ м}$$

Кратность:

Кратность вдоль линии = 3600/(2 x 360) = 5

Кратность поперек линии = 8/2 = 4

Общая кратность = 20

Ореол миграции:

$$\text{Радиус зоны Френеля} = \frac{1}{2} \times (\text{целевое время} \times V_{rms} \times V_{int}/F_{dom})^{1/2} =$$

Энергия дифракции = 0.58 x целевую глубину

Ореол миграции = целевая глубина x tan (понижение) =

Уменьшение кратности = 0,2 x целевую глубину =

$$(FT + FZ) < \text{общий ореол миграции} < (FT + MA) \quad \text{OOM} =$$

Спроектируем 3D – Часть 3

Пример со следующими известными параметрами (метрическими):

Существующие данные 2D хорошего качества	кратность 30
Самые крутые понижения	30 градусов
Неглубоких горизонты, необходимые для изохрон	500 м выносы
Целевая глубина	2000 м
Двойное время пробега волны до целевого горизонта	1,5 сек
Глубина основания	3000 м
V_{int} над целевым горизонтом	4200 м/с
F_{dom} на целевом горизонте	50 Гц
F_{max} на целевом горизонте	70 Гц
Горизонтальный целевой размер	300 м

Предполагается прямолинейный метод!

Желаемая кратность:

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \text{ кратности 2D} = 15 - 20$$

Размер бина:

а) для целевого размера/3 = 300 м/3 = 100 м

б) для айсинговой частоты

$$= V_{int}/(4 \times F_{max} \times \sin(\text{понижение})) = 4200 \text{ м/с} / (4 \times 70 \text{ Гц} \times 30^\circ) = 30 \text{ м}$$

с) для латерального разрешения

$$= V_{int}/(N \times F_{dom} \times \sin) = 4200 \text{ м/с} / (4 \times 70 \text{ Гц} \times 30^\circ) = 30 \text{ м}$$

размер бина = 30 м x 30 м

интервал между ПП = 60 м

интервал между ПВ = 60 м

X_{min} :

Интервал между линиями ПП = 360 м

Интервал между линиями ПВ = 360 м

$$X_{min} = (360^2 + 360^2)^{1/2} \text{ м} = 509 \text{ м}$$

X_{max} :

Заплата 8 x 60 или 2520 м x 3540 м

Кол-во каналов = 480

Коэффициент сжатия = 2520/3540 = 0,71

$$X_{max} = \frac{1}{2} \times (2520^2 + 3540^2)^{1/2} \text{ м} = 2172 \text{ м}$$

Кратность:

Кратность вдоль линии = 3600/(2 x 360) = 5

Кратность поперек линии = 8/2 = 4

Общая кратность = 20

Ореол миграции:

$$\text{Радиус зоны Френеля} = \frac{1}{2} \times (1,5 \text{ с} \times 2666 \text{ м/с} \times 4200 \text{ м/с/50 Гц})^{1/2} = 290 \text{ м}$$

$$\text{Энергия дифракции} = 0,58 \times 2000 \text{ м} = 1160 \text{ м}$$

$$\text{Ореол миграции} = 2000 \text{ м} \times \tan(30^\circ) = 1155 \text{ м}$$

$$\text{Уменьшение кратности} = 0,2 \times 2000 \text{ м} = 4000 \text{ м}$$

$$\text{Диапазон ООМ} = 690 \text{ м} - 1555 \text{ м}$$

ГЛАВА 4

Блок-СХЕМЫ и КРУПНОФОРМАТНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Ну, вот мы и добрались! Проектирование 3D сейсмических съемок зависит не только от технических параметров, но еще и от личного предпочтения. В данной главе мы обсудим несколько различных подходов к проектированию 3D и представим дополнительную сложность ценового анализа.

4.1. Таблица решения проектирования съемки

Таблица решения проектирования съемки повторяется здесь (таблица 4.1.). Она суммирует критерии по определению

кратности, размера бина, $X_{\min}$, $X_{\max}$, ореола миграции, уменьшения кратности и длины записи, которые являются ключевыми параметрами, которые необходимы для определения 3D проектирования. Это 7 ключевых параметров в любой 3D съемке. Это:

Таблица 4.1. Таблица Решения Проектирования Съемки

Кратность Размер бина $X_{\min}$ $X_{\max}$		См. Главу 2
Ореол миграции Уменьшение кратности Время регистрации		См. Главу 3
1. Кратность		> $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ x кратность 2Д (если S/N – хороший) - Кратность вдоль линии = Длина линии ПП/(2 x Интервал м/у ПВ) - Кратность поперек линии = Количество линий приема/2 < Размер целевого горизонта. Использование 2 – 3 трасс
2. Размер бина		< Алясинговая частота: $b < V_{\text{int}}/(4 \times F_{\text{max}} \times \sin \Theta)$ < Латеральное разрешение возможно: $\lambda / 2$ или $V_{\text{int}} / (N \times F_{\text{dom}})$, где $N = 2$ или 4 - От 2 до 4 точек на длину волны доминантной частоты
3. $X_{\min}$		$\approx 1.0 - 1.2$ x глубина самого мелкого горизонта, подлежащего картированию > $\frac{1}{3} X_1$ (и ширина заплатки ≥ 6 линий) для преломления поперек линии $\approx$ Целевая глубина < Интерференция прямой (неотраженной) волны < Интерференция преломленной волны (первые срывы) < Вынос критического отражения глубокого горизонта, особенно поперек линии
4. $X_{\max}$		> Вынос, требуемый, чтобы увидеть самую глубокую ЗМС (отражатель) > Вынос, требуемый, чтобы получить NMO $\delta t >$ одной длины волны доминантной частоты < Вынос, где растяжка NMO становится недопустимой > Вынос, требуемый, чтобы получить вычитание кратных > 3 длин волны < Вынос, необходимый для анализа AVO • Длина кабеля должна достигать $X_{\max}$ на всех линиях ПП > Радиус зоны Френеля
5. Ореол миграции (полная кратность)		- Ширина дифракции (верхушка хвоста) для угла разветвления = 30°, направленного вверх $Z \tan 30^\circ = 0.58 Z$ > Глубинное горизонтальное перемещение после миграции = $Z \tan \epsilon$ • Перекрывание с уменьшением кратности, как практичный компромисс - Максимальный вынос для суммы – 20% (чтобы достигнуть полной кратности)
6. Уменьшение кратности		$\approx$ Или $X_{\min} <$ уменьшение кратности $< 2 \times X_{\min}$ - Данный параметр является следствием из предыдущих параметров и выбранной геометрии (прямая, зигзагом...)
7. Длина регистрации		Достаточная, чтобы охватить ореол миграции, хвосты дифракции и целевые горизонты

4.2 Блок-схема проектирования 3D

В главах 2 и 3 мы работали с простым примером 3D. По нашему опыту, решение в том порядке, который использовался в этом примере, приемлем для решения большинства проблем проектирования 3D. Блок-схема в Таблице 4.2 должна дать вам техническое начало проектирования 3D. Если вы не можете определить все начальные параметры целей вашей разведки, а также не имеете данных предшествующих 2D сейсморазведок, тогда будет достаточно сделать несколько необходимых оценок. Когда у вас появится начальный проект, разложите на такие составляющие, как тип

источника, ограничения поверхности, ограничения стоимости и рабочие соображения. Для очень большой съемки рабочие и денежные соображения могут привести к совершенно другому окончательному выбору проектирования.

Существует очень много стратегий расстановки (обсуждаемых в Главе 5), которые могут использоваться для получения хороших преимуществ в определенной ситуации. Данная блок-схема написана для прямолинейного проекта, но может быть легко приспособлена в большинстве случаев к другим стратегиям.

Таблица 4.2. Блок-схема проектирования 3D

Определить следующие параметры, исходя из целей вашей разведки и существующих данных 2D:

Кратность данных 2D хорошего качества
Самые крутые углы падения
Неглубокие отложения, необходимые для изохронирования
Глубина целевого горизонта
Двойное время пробега волны до целевого горизонта
Глубина основания
 V_{int} над целевым горизонтом
 F_{dom} на целевом горизонте
 F_{max} на целевом горизонте
Латеральный размер целевого горизонта
Площадь, где нужно получить полное изображение
Метод расстилки

Желаемая кратность:

$\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ кратности 2D =

Размер бина:

а) для размера целевого горизонта $/3 =$
б) для аляйсинговой частоты $= V_{int}/(4 \times F_{max} \times \sin(\text{понижение})) =$
с) для латерального разрешения $= V_{int}/(N \times F_{dom}) =$ от _____ до _____
размер бина =
Интервал между ПП =
Интервал между ПВ =

X_{min} :

Интервал между линиями ПП =
Интервал между линиями ПВ =
 $X_{min} = (\text{ИЛПП}^2 + \text{ИЛПВ}^2)^{1/2} =$

X_{max} :

Кол-во каналов в заплатке =
Кол-во линий ПП = Кол-во каналов на линию =
Размер поперек линии = Размер вдоль линии =
Коэффициент сжатия = размер заплатки поперек линии/размер заплатки вдоль линии =
 $X_{max} = \frac{1}{2} \times ((\text{размер заплатки вдоль линии})^2 + (\text{размер заплатки поперек линии})^2)^{1/2} =$

Кратность:

Кратность вдоль линии = ИЛПП / (2 x ИЛПВ)
Кратность поперек линии = $\frac{1}{2}$ Количество линий ПП
Общая кратность =

Ореол миграции:

Радиус зоны Френеля $= \frac{1}{2} \times (\text{целевое время} \times V_{rms} \times V_{int}/F_{dom})^{1/2} =$
Энергия дифракции $= 0.58 \times \text{целевую глубину} =$
Ореол миграции $= \text{целевая глубина} \times \tan(\text{понижение}) =$
Конус кратности $= 0,2 \times \text{целевую глубину} =$
(FT + RFZ) < общий ореол миграции < (FT + MA) OOM =

4.3 Кратность относительно плотности ПВ

В последних двух главах мы установили основную формулу кратности для 3D съемок.

Если площадь бина = b^2 ,

кратность = количество ПВ х количество каналов х b^2 х ЕИ (средние точки на бин)

или

КПВ = кратность/(кол-во каналов х b^2 х ЕИ),

где ЕИ = коэффициент единиц измерения (10^{-6} для м/км^2 ; $0,03587 \times 10^{-6}$ для фут/миля²).

Например:

Кратность = 24,

размер бина = 25 м (82,5 фута),

кол-во каналов = 480

Кол-во ПВ = $24/(480 \times 25^2 \times 10^{-6}) = 80 \text{ ПВ/км}^2$

или

Кол-во ПВ = $24/(480 \times 82,5^2 \times 0,03587 \times 10^{-6}) = 205 \text{ ПВ/миля}^2$

Это основное уравнение, руководящее всеми 3D съемками, независимо от стратегии проектирования. Существует допущение в выводе, что кол-во ПВ на единицу площади в кол-во каналов вызовет увеличение средних точек внутри единицы площади в размере кол-во ПВ х кол-во каналов. Это будет понято только на практике, если некоторые средние точки, появившиеся от ПВ за пределами и ПП внутри площади, которая проверяется и наоборот.

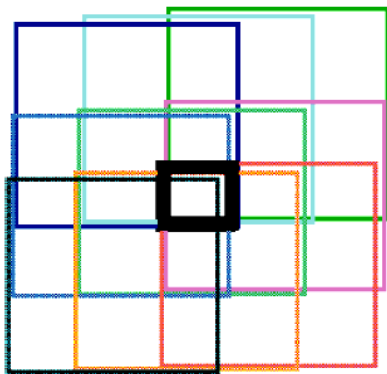


Рис. 4.1.

Это означает, что образцы ПП и ПВ, отстрелянные в каждом образце, должны несколько перекрываться, как показано на Рис. 4.1. такое перекрытие гарантирует средние точки КПВ х КК на каждую единицу площади в съемке. Мы показываем представляемую площадь в центре Рис. 4.1 вместе со всеми заплатками ПП, которые будут источником для средних точек внутри этой центральной площади.

Если образец ПП передвигается (перекатывается вдоль) таким образом, что

нет достаточного нахлеста, необходимо отнаблюдать «полоски» меньшей кратности через регулярные интервалы вашей съемки. (Убедитесь, что заплатка ПП начинается и заканчивается линией ПВ, во избежание полос). Это может также случиться, если некоторые из ПП лежат на выносах $> X_{\max}$ и не будут использоваться в обработке.

4.4 Интервал между ПП

В реальности все ПП должны лежать внутри используемого диапазона выносов.

Предположим, что ПВ отцентрирован в заплатке $2 \times X_r$ с помощью $A \times 2 \times X_r$ (см. Рис. 4.2), и, следовательно,

$$\text{реальный } X_{\max} = (A^2 + 1)^{1/2} \times X_r,$$

или

(если заплатка квадратная) $X_{\max} = 1,414 \times X_r$.

A – коэффициент сжатия, как показано на Рис. 4.2. Это – отношение длины заплатки вдоль линии к длине заплатки поперек линии. Значение A обычно меньше или равно 1.

Если ПП расположены на расстоянии $2b$ друг от друга,

Кол-во ПП на линию = $1 + 2 X_r/2b = 1 + X_r/b$ и

Кол-во линий КЛПП = кол-во кан-в / $(1 + X_r/b)$

ширина заплатки означает

$$A \times 2 \times X_r = (\text{кол-во линий ПП} - 1) \times \text{ИЛПП}$$

интервал м/у линиями ПП:

$$\text{ИЛПП} = A \times 2 \times X_r / (\text{кол-во кан-в} / (1 + X_r/b)) - 1$$

Приближенно:

$$\text{ИЛПП} = A \times 2 \times X_r^2 / (\text{кол-во кан-в} \times b),$$

где мы предположили существование широкой заплатки из большого кол-ва линий ПП, и что X_r/b на много больше 1.

Например:

истинный $X_{\max} = 2300 \text{ м (7500 фт)}$,

тогда $X_r = 1600 \text{ м (5300 фт)}$ и, предполагая, кол-во кан-в = 480, $b = 25 \text{ м (82,5 фт)}$, $A \sim 1$

$$\text{ИЛПП} = A \times 2 \times X_r^2 / (\text{кол-во кан-в} \times b) =$$

$$= 1 \times 2 \times 1600^2 / (480 \times 25) \approx 425 \text{ м}$$

$$\text{или} = 1 \times 2 \times 5300^2 / (480 \times 82,5) \approx 1420 \text{ фт}$$

Это выражение связывает ИЛПП и кол-во каналов. Предположения, что ПП были расстелены в линии, отдельно от ИЛПП, и что все каналы должны лежать внутри используемого диапазона выносов. Это предположение не совсем жестко, кнопки ARCO могут попадать в эту схему, если предположить, что половина заплатки – пустая, другими словами, рассчитать его, используя удвоенное кол-во кан-в вместо одинарного.

4.5 Основные уравнения 3D – Квадратные бины

Комбинируя вышеуказанные выводы, мы теперь установим основные уравнения 3D:

КПВ = Кол-во ПВ/км² (ПВ/миля²)

КК = Кол-во регистрирующих каналов

b = Размер бина

X_r = Половина ширины заплатки в направлении вдоль линии

X_s = Половина ширины заплатки в направлении поперек линии

ИЛПП = Интервал между линиями ПП

ИЛПВ = Интервал между линиями ПВ

A = Коэффициент сжатия = X_r/X_s

U = Коэффициент единицы измерения (10⁻⁶ для м/км²; 0,03587 x 10⁻⁶ для фт/миля²)

Уравнение 4.5.1: $KPB = \frac{\text{Кратность}}{KK \times b^2 \times U}$ предполагая 100% нахлест образцов на каждой площади съемки или обычную плотность средних точек

Уравнение 4.5.2: $ИПП = \frac{A \times 2X_r}{KK \times b}$ предполагая прямоугольный образец ПП – на расстоянии друг от друга = 2b. ПП КК на площади $A4X_r^2$. Также необходимо иметь ИЛПП < X_{min}, самый большой минимальный вынос должен быть найден в любом бине. Если заплатка узкая (маленький «А»), тогда
ширина заплатки = ИЛПП x (Кол-во линий – 1).

Уравнение 4.5.3 (из 4.5.1 и 4.5.2): $ИПП = KPB \times A \times 2X_r^2 \times b \times U / \text{Кратность}$

Уравнение 4.5.4: $ИПВ = \frac{1}{2b \times KPB \times U}$ геометрические расчеты - как еще вы можете расстелить ваши ПВ на кв. км (миле), когда на линейный км кол-во ПВ составляет 1000/2b (5280/2b ПВ на лин. миле). Интервал между ПВ может считаться: кол-во ПВ на лин. км (миле) разделить на кол-во ПВ на кв. км (миле).

4.6 Основные уравнения 3D – Прямоугольные бины

Если бины ОСТ – прямоугольные, основными уравнениями будут следующие:

КПВ	=	Кол-во ПВ/км ² (ПВ/миля ²)
КК	=	Кол-во регистрирующих каналов
b _s	=	Размер бина в направлении линий ПВ
b _r	=	Размер бина в направлении линий ПП
X _r	=	Половина ширины заплатки в направлении вдоль линии
X _r	=	Половина ширины (высоты) заплатки ПП
X _s	=	Половина ширины заплатки в направлении поперек линии
ИЛПП	=	Интервал между линиями ПП
ИЛПВ	=	Интервал между линиями ПВ
A	=	Коэффициент сжатия = X _r /X _s
U	=	Коэффициент единицы измерения (10 ⁻⁶ для м/км ² ; 0,03587 x 10 ⁻⁶ для фт/миля ²)
Уравнение 4.6.1	$КПВ = \frac{Кратность}{КК \times b_s \times b_r \times U}$	предполагая 100% нахлест образцов на каждой площади съемки или обычную плотность средних точек
Уравнение 4.6.2	$ИПП = \frac{A \times 2X_r}{КК \times b}$	предполагая прямоугольный образец ПП – на расстоянии друг от друга = 2b. ПП КК на площади A4X _r ² . Также необходимо иметь ИЛПП < X _{min} , самый большой минимальный вынос должен быть найден в любом бине.
Уравнение 4.6.3 (из 4.6.1 и 4.6.2): $ИПП = КПВ \times A \times 2X_r^2 \times b_s \times U / Кратность$		
Уравнение 4.6.4	$ИПВ = \frac{1}{2b_s \times КПВ \times U}$	

Вышеуказанные уравнения работают только в случае, где линии ПП и ПВ перпендикулярны, т.е. расстилка – прямолинейная, кирпичная, Flexi-Bin®, а также в некоторых других случаях.

4.7 Основные шаги в расстановке 3D – Метод шести шагов

Из наших основных 4 уравнений и Таблицы решения проектирования съемки (Таблица 4.1), приведенных ранее, теперь можно установить шестиступенчатый процесс по проектированию 3D расстилki. Данный подход похож на блок-схему проектирования 3D, представленную выше (Таблица 4.2), но он включает крупноформатную таблицу, чтобы помочь в выборе параметров.

1. Основываясь на расчетах геологического моделирования, необходимо решить относительно:

- а) Размер полнократной съемки;
- б) Максимальное время регистрации;
- в) Максимальная желаемая частота;
- г) Кратность;
- д) $X_{\min}$;
- е) $X_{\max}$;
- ж) Размер бина (b);
- з) Ореол миграции, который необходимо добавить, и
- и) Какое перекрытие приемлем между ореолом миграции и уменьшением кратности.

2. Создать крупноформатную таблицу с колонками, рассчитанными согласно следующим формулам (Таблица 4.3):

- а) Выберите следующие 4 вводных параметра: Кратность, Размер бина, X_r и X_s .
- б) **Колонка 1** – Введите значения интервала между линиями ПВ от нижнего $X_{\min}$ до $2 \times X_{\min}$ при шаге в размере интервала между группами ($2 \times b$), (напр. от 200м до 700м при шаге 50 м; или от 660 фт до 2310 фт, при шаге 165 фт)
- в) **Колонка 2 (КПВ)** = $U/(2b \times \text{Колонку 1})$
- г) U = Коэффициент единицы измерения (10^{-6} для м/км²; $0,03587 \times 10^{-6}$ для фт/миля²)
- е) **Колонка 3 (КК)** = $U \times \text{Кратность}/(b^2 \times \text{Колонку 2})$

ф) **Колонка 4 (КЛПП)** = **Колонка 3** $\times 2b/2X_r$

г) КЛПП = количество линий ПП в заплатке

h) **Колонка 5 (ИЛПП)** = $2X_s/(\text{Колонка 4} - 1)$

и) **Колонка 6 ($X_{\min}$)** = $((\text{Колонка 1})^2 + (\text{Колонка 5})^2)^{1/2}$, прямолинейный метод.

3. Выберите ряд крупноформатной таблицы для решения, где комбинация ИЛПВ и ИЛПП почти удовлетворяют ограничению ближнего выноса. Уравняйте X_r и X_s (внутри соответствующих границ для выноса, желаемого для суммы), чтобы получить основную заплатку с целым числом линий ПП. Чтобы получить целое число линий ПП, выражение Кратность $\times$ ИЛПВ/ X должно быть целым числом.
4. Выберите стратегию расстилki, как-то прямолинейную или кирпичную, в зависимости от практических расчетов, таких как доступ и доступность оборудования.
5. Добавьте зоны исключения (200-мильная запретная зона), передвиньте линии ПП и ПВ, чтобы приспособить к чертам действительности. Передвиньте и добавьте ПВ там, где необходимо сохранить кратность, а также смещение выносов и азимутов. Найдите необходимые значения миграции и уменьшения кратности. **Проверьте ваше руководство краями!**
6. Подготовьте файлы – описания для полевой станции. Вызовите партию!

Возможны и многие другие методы, но уравнение **КПВ = кратность/(количество каналов $\times b^2 \times U$)** – является фундаментальным для любой стратегии 3D.

Таблица 4.3 (метрическая) Таблица по оценке проектирования 3D

Кратность:	40	X _r :	2000 м			
Размер бина:	25 м	X _s :	1500 м			
Для целого значения КЛПП выберите Кратность x ИЛПВ/ X _r = целое число						
<u>ИЛПВ</u>	<u>КПВ</u>	<u>КК</u>	<u>КЛПП</u>	<u>ИЛПП</u>	<u>X_{мин}</u>	<u>X_{мин}</u>
					Прямол-я	Кирпичная

Примечание: расстояния даны в м, а КПВ – в ПВ/км²

Таблица 4.3а (стандартная британская) Таблица по оценке проектирования 3D

Кратность:	40	X _r :	6600 фт			
Размер бина:	82,5 фт	X _s :	5500 фт			
Для целого значения КЛПП выберите Кратность x ИЛПВ/ X _r = целое число						
ИЛПВ	КПВ	КК	КЛПП	ИЛПП	X _{мин}	X _{мин}
					Прямол-я	Кирпичная

Примечание: расстояния даны в фт, а КПВ – в ПВ/миля²

4.8 Графическое решение

Требования следующие:

Кратность = 25,

$b = 25$ м,

$X_r = 2500$ м, при $X_{\max} = 3500$ м

или

Кратность = 25,

$b = 82,5$ фт,

$X_r = 82500$ фт, при $X_{\max} = 11550$ фт

Два уравнения, которые ограничивают плотность КПВ:

$\text{КПВ} = \text{кратность} \times \text{ИЛПП} / (2 \times X_r \times b \times C) =$

$= 0,08 \times \text{ИЛПП}$

(из уравнения 4.5.3, рис. 4.2.a)

или $= 0,621 \times \text{ИЛПП}$

$\text{КПВ} = \text{кратность} / (\text{КК} \times b^2 \times C) = 40000 / \text{КК}$

(из уравнения 4.5.1, рис. 4.2.b)

или $= 102,400 / \text{КК}$

Давайте предположим, что в любом бине наибольший минимальный приемлемый вынос $X_{\min}$ составляет 700 м (2310 фт). Это может получиться при ИЛПП, лежащем в диапазоне 250 – 600 м (825 – 1980 фт).

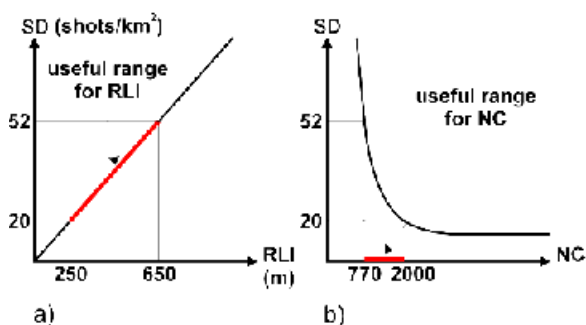


Рис. 4.2.

Чтобы получить эти параметры

(Кратность = 25,

$b = 25$ м,

$X_r = 2500$ м,

ИЛПП = 250 – 600 м,

или

Кратность = 25,

$b = 82,5$ фт,

$X_r = 82500$ фт, ИЛПП = 825 – 1980 фт), нам необходимо, чтобы кол-во ПВ лежало в диапазоне 20 – 52 ПВ/км² (51 – 123 ПВ/миля²), а кол-во кан-в лежало в диапазоне 770 – 2000 (833 – 2000) каналов.

В данном случае ИЛПП = 400 – 1000 м (1320 – 3300 фт) (из урavn. 4.5.4). Чтобы оптимизировать $X_{\min}$, ИЛППВ должен быть как можно ближе к ИЛПП. Если мы предполагаем, что ИЛПП = 500 м, который равен 700 м/1,4 (1650 фт, который равен 2310 фт/1,4), тогда $X_{\min} = 500$ м (2333 фт), КПВ = 40 ПВ/км² (103 ПВ/миля²), и КК = 1000 (994) каналов.

4.9 Стандартизированные крупноформатные таблицы

Крупноформатные таблицы, которые, например, могут основываться на кратности и размере бина, - это очень простой способ просмотреть многочисленные выборы проектирования:

Размер бина 30 м

Проект	ИПП, м	ИПВ, м	ИЛПП, м	ИЛПВ, м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{макс} ,м	К-т СЖ
1	60	60	120	120	160	8	20	127	768	0.80
2	60	60	120	180	240	10	20	175	937	0.83
3	60	60	120	240	320	10	20	228	1132	0.63
4	60	60	180	180	240	8	20	212	1152	0.80
5	60	60	180	240	320	10	20	258	1316	0.94
6	60	60	180	300	400	10	20	309	1500	0.75
7	60	60	240	240	320	8	20	297	1537	0.80
8	60	60	240	300	400	10	20	342	1697	1.00
9	60	60	240	360	480	10	20	391	1874	0.83
10	60	60	300	300	400	8	20	382	1921	0.80
11	60	60	300	360	480	8	20	426	2163	0.67
12	60	60	300	420	560	8	20	474	2252	0.89
13	60	60	360	360	480	8	20	467	2305	0.80
14	60	60	360	480	640	10	20	558	2632	0.94
15	60	60	480	480	640	8	20	636	3073	0.80
16	60	60	480	600	800	10	20	726	3394	1.00
17	60	60	480	720	960	10	20	824	3749	0.83
18	60	60	600	600	800	8	20	806	3842	0.80
19	60	60	720	720	960	8	20	976	4610	0.80
20	60	60	960	960	1280	8	20	1315	6147	0.80

Представленные решения ограничены некоторыми типичными используемыми проектами для наземных 3D съемок. В форме таблицы можно легко вносить изменения, чтобы они соответствовали необходимой среде. Такие таблицы позволяют быстро просмотреть несколько решений с соответствующими минимальными и максимальными выносами, а также коэффициентами сжатия. Следует заметить, что интервал между линиями ПП могут легко

изменяться без влияния кратности, однако минимальные и максимальные выносы, также как и коэффициенты сжатия должны меняться. Решение № 13 – один из возможных ответов для упражнений «Давайте спроектируем 3D»

Та же таблица может легко конвертироваться в британские единицы измерения:

Размер бина 110 фт

Проект	ИПП, м	ИПВ, м	ИЛПП, м	ИЛПВ, м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{макс} ,м	К-т СЖ
1	220	220	440	440	160	8	20	467	2817	0.80
2	220	220	440	660	240	10	20	641	3437	0.83
3	220	220	440	880	320	10	20	838	4151	0.63
4	220	220	660	660	240	8	20	778	4226	0.80
5	220	220	660	880	320	10	20	946	4825	0.94
6	220	220	660	1100	400	10	20	1133	5500	0.75
7	220	220	880	880	320	8	20	1089	5635	0.80
8	220	220	880	1100	400	10	20	1254	6223	1.00
9	220	220	880	1320	480	10	20	1434	6873	0.83
10	220	220	1100	1100	400	8	20	1400	7043	0.80
11	220	220	1100	1320	480	8	20	1563	7932	0.67
12	220	220	1100	1540	560	10	20	1739	8258	0.89
13	220	220	1320	1320	480	8	20	1711	8452	0.80
14	220	220	1320	1760	640	10	20	2046	9650	0.94
15	220	220	1760	1760	640	8	20	2333	11269	0.80
16	220	220	1760	2200	800	10	20	2663	12445	1.00
17	220	220	1760	2640	960	10	20	3020	13746	0.83
18	220	220	2200	2200	800	8	20	2956	14087	0.80
19	220	220	2640	2640	960	8	20	3578	16904	0.80
20	220	220	3520	3520	1280	8	20	4822	22539	0.80

Следующие 6 таблиц суммируют многочисленные решения для прямолинейной 3D съемки. Это позволяет выбрать подходящие проектирования 3D для разнообразия различных ситуаций.

Размер бина		25 м			Кратность – 12					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т Сж
1	50	50	100	100	96	6	12	106	500	0.75
2	50	50	100	150	144	8	12	146	602	0.89
3	50	50	100	200	192	8	12	190	721	0.67
4	50	50	150	150	144	6	12	177	750	0.75
5	50	50	150	200	192	8	12	215	849	1.00
6	50	50	150	250	240	8	12	257	960	0.80
7	50	50	200	200	192	6	12	247	1000	0.75
8	50	50	200	250	240	6	12	285	1166	0.60
9	50	50	200	300	288	8	12	326	1204	0.89
10	50	50	250	250	240	6	12	318	1250	0.75
11	50	50	250	300	288	6	12	355	1415	0.63
12	50	50	250	350	336	8	12	395	1450	0.95
13	50	50	300	300	288	6	12	389	1500	0.75
14	50	50	300	400	384	8	12	465	1697	1.00
15	50	50	400	400	384	6	12	530	2000	0.75
16	50	50	400	500	480	6	12	605	2332	0.60
17	50	50	400	600	576	8	12	686	2408	0.89
18	50	50	500	500	480	6	12	672	2500	0.75
19	50	50	600	600	576	6	12	813	3000	0.75
20	50	50	800	800	768	6	12	1096	4000	0.75

Размер бина		25 м			Кратность - 16					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т Сж
1	50	50	100	100	128	8	16	106	566	1.00
2	50	50	100	150	192	8	16	146	721	0.67
3	50	50	100	200	256	8	16	190	894	0.50
4	50	50	150	150	192	8	16	177	849	1.00
5	50	50	150	200	256	8	16	215	1000	0.75
6	50	50	150	250	320	8	16	257	1166	0.60
7	50	50	200	200	256	8	16	247	1131	1.00
8	50	50	200	250	320	8	16	285	1281	0.80
9	50	50	200	300	384	8	16	326	1442	0.67
10	50	50	250	250	320	8	16	318	1414	1.00
11	50	50	250	300	384	8	16	355	1562	0.83
12	50	50	250	350	448	8	16	395	1720	0.71
13	50	50	300	300	384	8	16	389	1697	1.00
14	50	50	300	400	512	8	16	465	2000	0.75
15	50	50	400	400	512	8	16	530	2263	1.00
16	50	50	400	500	640	8	16	605	2561	0.80
17	50	50	400	600	768	8	16	686	2884	0.67
18	50	50	500	500	640	8	16	672	2828	1.00
19	50	50	600	600	768	8	16	813	3394	1.00
20	50	50	800	800	1024	8	16	1096	4525	1.00

Размер бина		25 м			Кратность - 20					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т Сж
1	50	50	100	100	160	8	20	106	640	0.80
2	50	50	100	150	240	10	20	146	781	0.83
3	50	50	100	200	320	10	20	190	943	0.63
4	50	50	150	150	240	8	20	177	960	0.80
5	50	50	150	200	320	10	20	215	1097	0.94
6	50	50	150	250	400	10	20	257	1250	0.75
7	50	50	200	200	320	8	20	247	1281	0.80
8	50	50	200	250	400	10	20	285	1414	1.00
9	50	50	200	300	480	10	20	326	1562	0.83
10	50	50	250	250	400	8	20	318	1601	0.80
11	50	50	250	300	480	8	20	355	1803	0.67
12	50	50	250	350	560	10	20	395	1877	0.89
13	50	50	300	300	480	8	20	389	1921	0.80
14	50	50	300	400	640	10	20	465	2193	0.94
15	50	50	400	400	640	8	20	530	2561	0.80
16	50	50	400	500	800	10	20	605	2828	1.00
17	50	50	400	600	960	10	20	686	3124	0.83
18	50	50	500	500	800	8	20	672	3202	0.80
19	50	50	600	600	960	8	20	813	3842	0.80
20	50	50	800	800	1280	8	20	1096	5122	0.80

Размер бина		25 м			Кратность - 24					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т СЖ
1	50	50	100	100	192	8	24	106	721	0.67
2	50	50	100	150	288	12	24	146	849	1.00
3	50	50	100	200	384	12	24	190	1000	0.75
4	50	50	150	150	288	8	24	177	1082	0.67
5	50	50	150	200	384	8	24	215	1342	0.50
6	50	50	150	250	480	12	24	257	1345	0.90
7	50	50	200	200	384	8	24	247	1442	0.67
8	50	50	200	250	480	8	24	285	1700	0.53
9	50	50	200	300	576	12	24	326	1697	1.00
10	50	50	250	250	480	8	24	318	1803	0.67
11	50	50	250	300	576	8	24	355	2059	0.56
12	50	50	250	350	672	8	24	395	2326	0.48
13	50	50	300	300	576	8	24	389	2163	0.67
14	50	50	300	400	768	8	24	465	2683	0.50
15	50	50	400	400	768	8	24	530	2884	0.67
16	50	50	400	500	960	8	24	605	3400	0.53
17	50	50	400	600	1152	12	24	686	3394	1.00
18	50	50	500	500	960	8	24	672	3606	0.67
19	50	50	600	600	1152	8	24	813	4327	0.67
20	50	50	800	800	1536	8	24	1096	5769	0.67

Размер бина		25 м			Кратность - 30					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т СЖ
1	50	50	100	100	240	10	30	106	781	0.83
2	50	50	100	150	360	12	30	146	960	0.80
3	50	50	100	200	480	12	30	190	1166	0.60
4	50	50	150	150	360	10	30	177	1172	0.83
5	50	50	150	200	480	12	30	215	1345	0.90
6	50	50	150	250	600	12	30	257	1540	0.72
7	50	50	200	200	480	10	30	247	1562	0.83
8	50	50	200	250	600	12	30	285	1733	0.96
9	50	50	200	300	720	12	30	326	1921	0.80
10	50	50	250	250	600	10	30	318	1953	0.83
11	50	50	250	300	720	12	30	355	2121	1.00
12	50	50	250	350	840	12	30	395	2305	0.86
13	50	50	300	300	720	10	30	389	2343	0.83
14	50	50	300	400	960	12	30	465	2691	0.90
15	50	50	400	400	960	10	30	530	3124	0.83
16	50	50	400	500	1200	12	30	605	3466	0.96
17	50	50	400	600	1440	12	30	686	3842	0.80
18	50	50	500	500	1200	10	30	672	3905	0.83
19	50	50	600	600	1440	10	30	813	4686	0.83
20	50	50	800	800	1920	10	30	1096	6248	0.83

Размер бина		25 м			Кратность - 40					
Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	X _{мин} ,м	X _{мах} ,м	К-т СЖ
1	50	50	100	100	320	10	40	106	943	0.63
2	50	50	100	150	480	10	40	146	1300	0.42
3	50	50	100	200	640	16	40	190	1281	0.80
4	50	50	150	150	480	10	40	177	1415	0.63
5	50	50	150	200	640	10	40	215	1767	0.47
6	50	50	150	250	800	16	40	257	1733	0.96
7	50	50	200	200	640	10	40	247	1887	0.63
8	50	50	200	250	800	10	40	285	2236	0.50
9	50	50	200	300	960	10	40	326	2600	0.42
10	50	50	250	250	800	10	40	318	2358	0.63
11	50	50	250	300	960	10	40	355	2706	0.52
12	50	50	250	350	1120	10	40	395	3066	0.45
13	50	50	300	300	960	10	40	389	2830	0.63
14	50	50	300	400	1280	10	40	465	3534	0.47
15	50	50	400	400	1280	10	40	530	3774	0.63
16	50	50	400	500	1600	10	40	605	4472	0.50
17	50	50	400	600	1920	10	40	686	5200	0.42
18	50	50	500	500	1600	10	40	672	4717	0.63
19	50	50	600	600	1920	10	40	813	5660	0.63
20	50	50	800	800	2560	10	40	1096	7547	0.63

Размер бина 110 фт Кратность - 12

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

Размер бина 110 фт Кратность - 16

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

Размер бина 110 фт Кратность - 20

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

Размер бина 110 фт Кратность - 24

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

Размер бина 110 фт Кратность - 30

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

Размер бина 110 фт Кратность - 40

Проект	ИПП, м	ИПВ ,м	ИЛПП ,м	ИЛПВ ,м	Каналов	Линий	Кр-ть	$X_{мин},м$	$X_{мах},м$	К-т Сж
--------	-----------	-----------	------------	------------	---------	-------	-------	-------------	-------------	--------

4.10 Оценка стоимости 3D съемки

Правильное оценивание стоимости, связанной с сейсмической съемкой 3D, может быть очень долгой процедурой, принимая во внимание многие факторы. Работая в одной местности и при определенных обстоятельствах с похожими параметрами от одной съемки к другой, появляется возможность развивать расчетную модель, которая включает главные факторы, которые влияют на изменения стоимости. Такие модели могут быть развиты в форме графика, нескольких простых уравнений или крупноформатной таблицы. Зачастую до того, как заявки затребованы у подрядчиков, руководство может потребовать несколько видов ценовой оценки, чтобы принять начальное решение по факторам, таким как размер съемки.

С этой целью на следующих пяти страницах представлены таблицы, которые могут представить огромный спектр понимания в наибольшем кол-ве факторов выведения стоимости. Такая таблица должна быть приспособлена к местным условиям, так, чтобы она предоставляла пользователю самый быстрый метод изучения факторов, которые влияют на цену.

Эта особенная таблица разработана для использования при прямолинейной съемке. Основные параметры, приведенные согласно таблице решения проектирования съемки с введенными некоторыми геологическими параметрами, повторяются сверху (в шапке). Первая страница описывает различные вводные параметры; расчеты основаны для начала с определенного количества каналов. Вторая страница рассчитывает различные геометрии, которые важно знать при оценке различных проектов. Наиболее важные факторы здесь – подобраться как можно ближе к желаемой кратности и получить целые значения для кратности вдоль и поперек линии. Также необходимо проверить $X_{мин}$ и $X_{мах}$ в свете требований проекта. Третья страница позволяет суммировать все попытки по сбору данных. Четвертая страница предоставляет пользователю несколько оценок стоимостей, зависящих от переменных, которые необходимо рассматривать на исследуемой площади. Последняя страница – это просто сумма параметров, которые могут быть важными при выставлении требований на тендер для подрядчиков. Эти цифры – автоматически скопированы с предыдущих страниц.

Проект: Мастер 3D Заказчик: Нефтяная компания ABC
Местоположение: GEDCO file#: 9/1/97

Единицы		М (метрические) или Б (британские)	
	Кратность данных 2Д хорошего качества	20	при расстоянии между трассами – 10 м
ПНЖ	Самые крутые понижения	5,0	градусы - WSW
ОНЗ	Неглубокие горизонты, необходимые для изохрон	600	м
ЦГ	Глубина до целевого горизонта	1900	м
ВДН	Двойное время пробега до целевого горизонта	1,4	сек
ОСН	Глубина основания	2500	м
V_{int}	V_{int} над целевым горизонтом	3000	м/сек
F_{dom}	F_{dom} целевого горизонта	40	Гц
F_{max}	F_{max} целевого горизонта	70	Гц
Латеральный размер целевого горизонта		200	м
Площадь, где нужно получить полное изображение		4	км ²
Метод расстилки		прямолинейный	
		желаемая	рассчитанная
Кратность		15	36
Размер бина		20 м	30 м
X_{min} :		600 м	361 м
X_{max} :		2000 м	2084 м
Общий ореол миграции			647 м. до 1477 м
ВВОД			
Форма		прямоугольник	
Направление линии ПП		ЗВ	
Направление линии ПВ		СЮ	
ИПП	Интервал между ПП	60	м
ИПВ	Интервал между ПВ	60	м
ОБ _{ПП}	Обрабатываемый бин в направлении ПП	30	м
ОБ _{ПВ}	Обрабатываемый бин в направлении ПВ	30	м
ИЛПП	Интервал между линиями ПП	200	м
ИЛПВ	Интервал между линиями ПВ	300	м
ДЛПП	Длина линий ПП	8000	км
ДЛПВ	Длина линий ПВ	6000	км
КК	Количество каналов	720	
		«влияет на кратность, на размер заплатки»	
Заплата		12	х 60
Расстановка ПП		9	(?) 5 м (круг)
Расстановка ПВ		1	(?)60 м
Кол-во ИЛПВ, подлежащих переброске		1	
Кол-во ИЛПП, подлежащих переброске		3	
		Нечетное, если кол-во ЛПП в заплатке - четно	
Кол-во последовательных ПВ, которые могут быть отброшены		5	Вне 80 только по причинам доступности – не на соседних ЛПВ, за исключением краев съемки.
Хвынос1	Мин. расстояние от края заплатки до любого ПВ	800	М
Обрез	% существующих обрезанных (?) линий	20	%
Вручную	% вручную обрезанных линий	10	%
Урожай	% погонного км на фермерской земле с урожаем	30	%
		% приемлемых «мертвых» трасс	
ПВДень	Примерное кол-во ПВ в день	2,0	%
		250	

Проект: Мастер 3D Заказчик: Нефтяная компания ABC
Местоположение: GEDCO file#: 9/1/97

РАССЧИТАНО

NBR/S	Размеры натурального бина	30	х 30	м
SBR/S	Размеры под-бина	30	х 10	м
	ИЛПП/ИПВ	3,33		
	ИЛПВ/ИПП	5,00		
NBINS	Кол-во обрабатываемых бинов	53333		
NTRACE	Кол-во записанных трасс	2011920		
		Полная кратность	На выносе	Под-бин
IFOLD	Кратность вдоль линии	6,0	6,0	6,0
XFOLD	Кратность поперек линии	6,0	6,0	2,0
FOLD	Общая кратность	36,0	6,0	12,0
	Желаемая 3D кратность в целевой зоне (по Крею)	33,4		
IROLLS	Перекал вдоль линии	14		
XROLLS	Перекал поперек линии	6		
ROLLS	Общее кол-во перекалов	84		
TEMPLATES	Общее кол-во положений шаблонов	105		
V _{ave}	Средняя скорость в целевой зоне	2714	м/сек	
FZ	Радиус зоны Френеля до миграции	267	м	
DIFF	Ореол, чтобы охватить ~ 95% энергии дифракции	1097	м	
MA	Ореол миграции	166	м	
TAPER	Уменьшение кратности при 20% целевой глубины	380	м	
ITAPER	Конус кратности – вдоль линии	750	м	
XTAPER	Конус кратности – поперек линии	500	м	
	Уровень кратности – продольно	14		на ИЛПВ
	Уровень кратности – поперечно	14		на ИЛПП
	Периодичность - продольно	10 бинов	или	1,0 ЛПВ
	Периодичность - поперечно	20 бинов	или	3,0 ЛПП
TMA	Общий диапазон ореола миграции	647	м	до 1477 м
F _{al}	Аляйсинговая частота до миграции	287	Гц	
F _{alm}	Аляйсинговая частота после миграции	286	Гц	
LRES	Латеральное разрешение	38	м	Размер бина должен быть меньше этого
VRES	Вертикальное разрешение	38	м	
KN _r	Волновое число Найквиста (в направлении ПП)	0,800	1/м	
	Кажущиеся скорости должны быть менее	88	м/сек	Будут подавляться расстановкой ПП
kN _s	Волновое число Найквиста (в направлении ПВ)	0,000	1/м	
	Кажущиеся скорости должны быть менее	0	м/сек	Нет расстановки ПВ

SIZE	Размер съемки	48,0	км ²	
NETSIZE	Размер съемки без общего ореола миграции	31,6	км ²	
NRL	Кол-во линий ПП	31,0	около	6000 км на длину линии ПВ
NSL	Кол-во линий ПВ	27,7	около	8100 км на длину линии ПП
TRL	Общая длина – линии ПП	248,0	км	
TSL	Общая длина – линии ПВ	166,0	км	
	Кол-во ПП на линию ПП	134,0		
NREC	Кол-во ПП	4164		
NSHOTS	Кол-во ПВ	2794		
NS	Кол-во ПВ на кв. км	58		
IPATCH	Размер заплатки (продольно)	3540	м	
XPATCH	Размер заплатки (поперечно)	2200	м	
A	Коэффициент сжатия	0,62		
IOFFSET	Продольный вынос	1770	м	
XOFFSET1/2	Поперечный вынос	800	м	до 1400 м
X _{min} прямой	– Наибольший минимальный вынос	361	м	
X _{min} прямой	– Наибольший минимальный вынос – вынос одного бина на пересечении линий	319	м	
X _{min} – кирп-s	Наибольший минимальный вынос – кирп. ПВ	316	м	
X _{min} – кирп-г	Наибольший минимальный вынос – кирп. ПП	250	м	
X _{max}	Наименьший записанный максимальный вынос	2084	м	*** X _{max} больше необходимого X _{max} ***
DAYS	Дни сбора данных	11,2	дня	

Проект:	Мастер 3D	Заказчик:	Нефтяная компания ABC
Местоположение:		GEDCO file#:	
		9/1/97	

ПАРАМЕТРЫ ИСТОЧНИКА

Динамит

HOLES	Кол-во скважин	1	
HOLEDPTH	Глубина скважины	15	м
CHARGE	Размер заряда на скважину	1	кг

Вибросейс

Кол-во вибраторов

Кол-во свипов

Длина свипа сек

Время между свипами сек

Частота свипа – начало Гц

Частота свипа – конец Гц

Уровень свипа Гц/сек

Тип свипа дБ/октава

Длина расстановки вибраторов м

Расстояние между переездами м

Общая длина расстановки м

Другие источники

Координаты UTM

X угла ЮЗ

X угла СВ

У угла ЮЗ

У угла СВ

Центральный меридиан

Продольный угол – (?)

Проект: Мастер 3D Заказчик: Нефтяная компания ABC
Местоположение: GEDCO file#: 9/1/97

СТОИМОСТИ

				Мин.	Сред.	Макс.	
Правительственные одобрения	2000			2000			
				1			
Агент по получению разрешений	500	/день	11000				
Разрешения	0	/км ²	0	4000	7000	10000	/сек
Разрешения на ЛПП	600	/км	148800	300	400	500	/миля
Разрешения на ЛПВ	1000	/км	166000	800	1000	1200	/миля
Общие повреждения	100	/км	41400	100	200	300	/км
Повреждение урожая	750	/га	72366	200	300	3000	/акр
Утилизация строительного леса	150	/га	9512	40	150	154	/га
Рекогносцировка	550	/день	6050	525	563	600	/день
Антрепренер	550	/день	12100	525	563	600	/день
Отв-й за расчистку профилей	550	/день	12100	500	525	550	/день
Передняя бригада топографов	950	/день	9900	875	888	900	/день
Супервайзер по КК	550	/день	6050	500	575	650	/день
Супервайзер по БОЗОС	550	/день	6050	500	575	650	/день
Расчистка профилей (имеющихся)	600	/км 82,8	49680	300	650	1000	/км
Расчистка профилей (новых)	1000	/км 289,8	289800	500	1000	1500	/км
Расчистка профилей (вручную)	1500	/км 41,4	62100	500	1750	3000	/км
Бурение	0,30	/м	41244	0,45	0,85	1,25	/фт
Мобилизация /демобилизация	0		0	2000	3000	4000	каж
Сбор данных	300	/ПВ	838300	145	273	400	/ПВ
Сбор данных	1000	/км ²	480000	8000	11500	15000	/км ²
	0						
Тестовые скважины	100	Для 8	800	80	140	200	/скв.
Очистка	150	/км	62100	0	350	700	/км
Расчеты топографии	21	/км	13989	21	21	21	/км
Обработка	20	/ПВ	55887	15	19	23	/ПВ
Сбор за проектирование 3D, мин.	925	/съемка	925				/съем
							к
Управление проектом, мин	600	/день	13413				/день
Проектирование Flexi-Bin ®	300	/км ²	14400				/км ²
Интерпретация	600	/день	40238				/день
Рабочая станция (аренда)	740	/день	37556				/день
Воспроизводство	700		700	400	700	1000	
Непредвиденные расходы	10	%	250446				
Итого			2754906				

			Без «ореола» (?)	
Затраты на раздел	148641	/миля ²	226070	/миля ²
Затраты на км ²	57394	/км ²	87291	/км ²
Затраты на зарегистрированную трассу	1,37			

Пожалуйста, учтите, что все цифры являются только оценочными!

Подготовлено:....

1 Все стоимости указаны в долларах США (прим. переводчика).

Проект: Мастер 3D Заказчик: Нефтяная компания ABC
Местоположение: GEDCO file#: 9/1/97

ИНФОРМАЦИЯ О РАЗВЕДКЕ

	ВВОД					
	Форма			прямоугольник		
	Направление линии ПП			3В		
	Направление линии ПВ			СЮ		
ИПП	Интервал м/у ПП			60	м	
ИПВ	Интервал м/у ПВ			60	м	
ОБ _{ПП}	Обрабатываемый бин	в		30	м	
	направлении ПП					
ОБ _{ПВ}	Обрабатываемый бин	в		30	м	
	направлении ПВ					
ИЛПП	Интервал между линиями ПП			200	м	Влияет на вынос поперек
ИЛПВ	Интервал между линиями ПВ			300	м	линии и размер заплатки
						влияет на кратность вдоль
						линии, на кратность
ДЛПП	Длина линий ПП			8000	км	
ДЛПВ	Длина линий ПВ			6000	км	
КК	Количество каналов			720		
	Заплата			12	х	«влияет на кратность, на
	Расстановка ПП			9	(?) 5	размер заплатки»
	Расстановка ПВ			1	(?) 60	60
	Кол-во ИЛПВ, подлежащих перекачу			1		м (круг)
	Кол-во ИЛПП, подлежащих перекачу			3		м
	Кол-во последовательных ПВ, которые могут быть отброшены			5	Вне (?)	Нечетное, если кол-во ЛПП
						в заплатке - четно
						80 только по причинам
						доступности – не на
						соседних ЛПВ, за
						исключением краев
						съемки.
Хвынос 1	Мин. расстояние от края заплатки до любого ПВ			800	м	
Обрез	% существующих обрезанных линий			20	%	
Вручную	% вручную обрезанных линий			10	%	
Урожай	% погонного км на фермерской земле с урожаем			30	%	
	% приемлемых «мертвых» трасс			2,0	%	
ПВДень	Примерное кол-во ПВ в день			250		
	Динамит					
	Кол-во скважин			1		
	Глубина скважины			15	м	
	Размер заряда на скважину			1	кг	
	Вибросейс					
	Кол-во вибраторов					
	Кол-во свипов					
	Длина свипа				сек	
	Время переезда				сек	
	Частота свипа – начало				Гц	
	Частота свипа – конец				Гц	
	Уровень свипа				Гц/сек	
	Тип свипа				дБ/октава	
	Длина расстановки вибраторов				м	
	Переезд				м	
	Общая длина расстановки				м	

4.11 Модель стоимости

$$\text{КПВ} \times \text{КК} = \text{Кратность} / b^2,$$

Эта очень простая формула является сущностью для модели стоимости, разработанной в Индонезии (Caltex Pacific (CPI)), которая нормализует стоимость 3D съемок с количеством записанных СТ на единицу площади (Би и ал., 1994). Стоимость за сбор данных, кажется, имеет прямое отношение к плотности данных. Какое-то нормальное значение для плотности данных можно легко определить.

$$\begin{aligned} \text{Плотность данных} &= \\ \text{Кратность} / (b^2 \times \text{ЕИ}), \text{ или } \text{Кратность} \times \\ \text{ЕИ} / (b_s \times b_r \times \text{ЕИ}), \end{aligned}$$

$$\text{Напр., Плотность данных} = 25 \times 10^6 / 25^2 = 40\,000 \text{ СТ/км}^2$$

$$= 25 \times 27,88 \times 10^{-6} / 82,5^2 = 102400 \text{ СТ/км}^2$$

и Стоимость за СТ = $20000 / 40000 = 0,50$ за СТ для 3D.

Если стоимость съемки составляет 20000 дол/км² (51200 дол/км²) для полной кратности, стоимость за СТ составляет 0,50 дол. Выполняя сравнительные расчеты для стоимости за СТ 2Д, данные очень быстро убедят руководство в преимуществе стоимости 3D. Предполагая, что интервал между группами составляет 20 м (67,5 фт), кратность – 30, а цена – 6000 дол/км (9600 дол/миля) для данных 2Д, тогда

$$\begin{aligned} \text{Плотность данных} &= \text{кратность} \times 1000 / \\ \text{расстояние м/у ОГТ} &= 30 \times 1000 / 10 = 3000 \text{ СТ/км} \end{aligned}$$

$$= 5000 \text{ СТ/миля}$$

$$\text{И стоимость за СТ} = 6000 \text{ дол} / 3000 \text{ СТ} = 2 \text{ дол} / \text{СТ для 2Д}$$

$$\text{Или} = 9600 \text{ дол} / 5000 \text{ СТ} = 2 \text{ дол} / \text{СТ для 2Д}$$

Типичная сравнительная стоимость 2Д составляет 2 дол / СТ, как указано в примере выше, что в 4 раза больше стоимости 3D (0,50 дол/СТ).

ГЛАВА 5

ПОЛЕВЫЕ РАССТИЛКИ

Было разработано много разных типов проектирования. В зависимости от географического расположения и проблем технического характера, можно предпочесть один способ проектирования другому.

5.1 Полосы отстрела

Полосы отстрела использовались в самых ранних методах 3D проектирования (рис. 5.1). Линии приема и возбуждения располагаются параллельно друг другу и обычно совпадают. Пока отрабатываются ПВ на одной линии, ПП регистрируют

данные на параллельных линиях приема, создавая полосы отстрела, находящиеся в середине между парами линий приема и возбуждения. Если имеются значительные ограничения, связанные с поверхностью, или в случае необходимости минимизации расходов **параллельные полосы** иногда предполагаются (считаются находящимися) на земле.

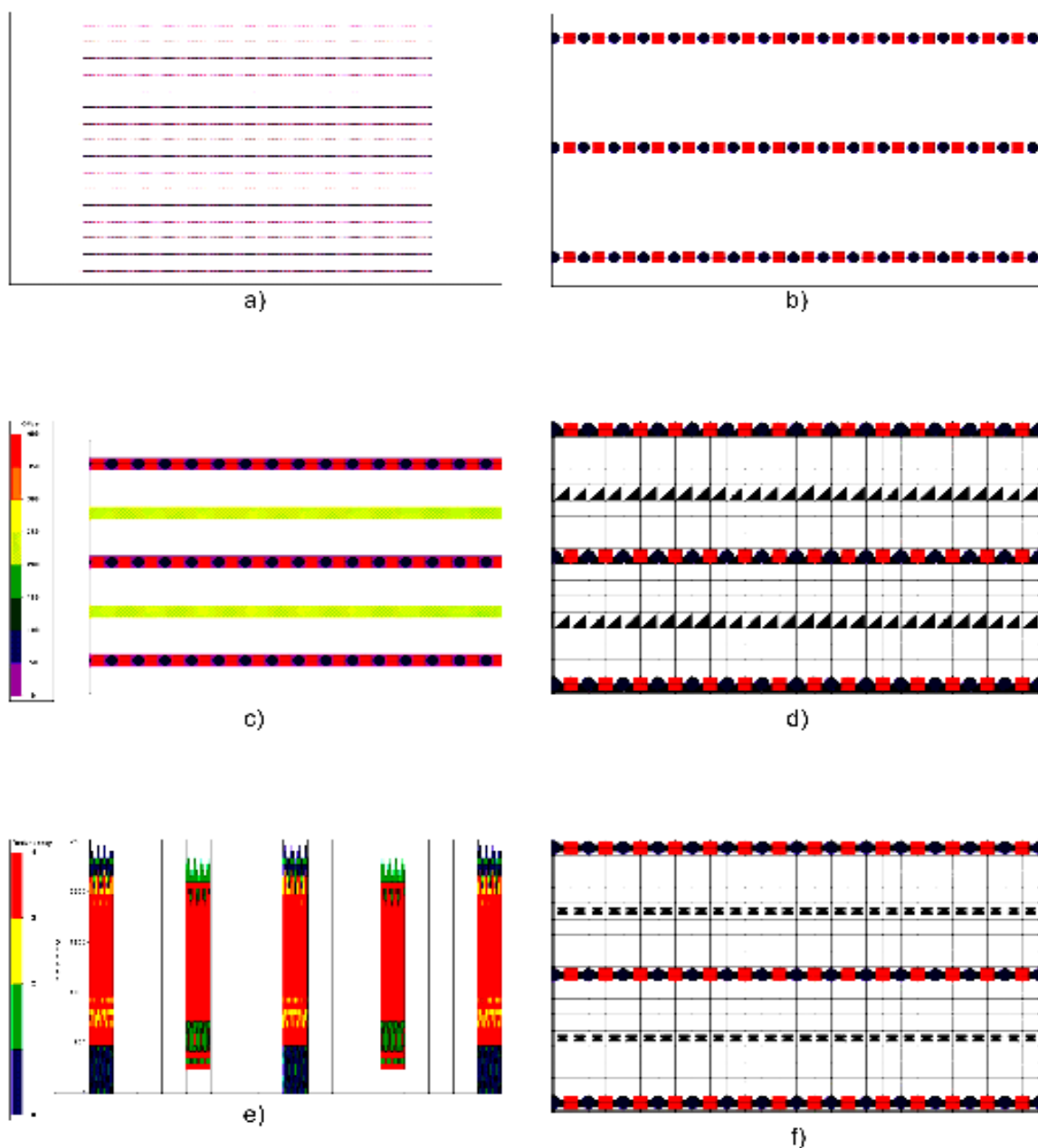


Рис. 5.1 Полосовое Проектирование (параллельно)

a. полное изображение; **b.** увеличенное изображение; **c.** распределение X_{min} ; **d.** распределение выноса в пределах каждого бина; **e.** распределение удаления в параллельных бинах; **f.** распределение азимутов в пределах каждой ячейки

Преимущества выполнения работ таким методом заманчивы, но получаемая в

результате совокупность азимутов очень узка, которая может или не может быть желательной. Распределение выносов получается отличным на обычных линиях приема/возбуждения. Однако, на полосовых линиях (swath lines) распределение неважное из-за дублирования выносов (рис. 5.1). Недостаточное выборка в направлении поперек линии делает этот метод «несчастливым 3D». Некоторые компании предпочитают использовать несовпадающие линии возбуждения и приема.

При **пересекающихся полосах** имеется очень небольшое количество более длинных линий приема, которые пересекаются перпендикулярно с линиями возбуждения. При этом расстояние между линиями возбуждения и приема намного больше, чем расстояние между линиями приема. Компания Caltex Pacific Indonesia овладела техникой “gapped in-line” (пропуски на линии) для снижения добавочных расходов на расчистку профилей в джунглях Индонезии (Bee et al., 1994). (Эта геометрия не рекомендуется из-за того, что при ее использовании создаются сильно изменчивые группы приемников).

При полосовом отстреле техникой «пропуски на линии» не обязательно использование всех линий обычной полосовой геометрии, т.е. линий возбуждения и, или приема.

Полосы отстрела остаются неотъемлемой частью 3D съемок на море из-за особой буксировки групп воздушных пушек и гидрофонных кабелей за кораблем (-лями).

5.2 Прямая линия

Как правило, линии приема и возбуждения располагаются перпендикулярно по отношению к друг другу. Такое расположение особенно удобно для съемки и сейсмопартий. Очень просто придерживаться нумерации пунктов.

Активные линии приема образуют прямоугольную заплатку вокруг каждого места расположения ПВ. В заплатке часто ось длиннее в направлении вдоль линии. Выносы вдоль линии обычно находятся близко к желаемым выносам, которые будут включены в сумму. Если вынос поперек линии в пределах заплатки (до самой дальней линии приема) находится близко к максимальному выносу, тогда для суммы большая часть линии может оказаться бесполезной, потому что информация во время обработки может подвергнуться

мыютингу. В зависимости от расстояния между линиями приема, коэффициент отношения осей заплатки обычно находится (колеблется) между 0.6 и 1.0. Мы рекомендуем использовать коэффициент отношения, равный приблизительно 0.85 (см. Правило 85%, Раздел 3.4). Допускается расположение ПВ в центре заплатки, хотя это не обязательно. При отстреле на территориях с крутым региональным понижением возможно применение асимметричных заплаток.

В примере метода Прямая Линия линии приема могут располагаться в направлении восток-запад и линии приема – север-юг, как это показано на рис. 5.2 или наоборот. Этот метод легок с точки зрения расстилки на поле и может потребовать дополнительного оборудования (расстилка перед отстрелом) и расстилки во время работ. Как правило, отрабатываются все источники между соответствующими линиями приема. Затем заплатка приема перемещается на одну линию и процесс повторяется. Часть расстилки 3D показана на верхнем рисунке (а) и более детально на нижнем рисунке (б).

На рис. 5.2с показано распределение $X_{\min}$ при использовании метода Прямая Линия. $X_{\min}$ является наименьшим для конкретного бина на пересечениях линий и увеличивается по направлению к центру ячеек.

5.3 Кирпичная кладка

Исторически, метод кирпичной кладки был создан для улучшения схемы распределения выносов при использовании метода Прямая Линия. Передвигая находящиеся между чередующимися линиями приема группы ПВ на расстояние, равное половине линии, легко увидеть, что схема распределения выноса по своему характеру становится более случайной. Фактически, для узкой полосы легко понять, что такое распределение выносов гораздо лучше подходит при использовании метода Прямая Линия. На практике же, интересно отметить, что квадратная заплатка (или большой коэффициент отношения) дает рост большему или меньшему аналогичному распределению выносов как при методе Прямая Линия, так и при методе Кирпичная Кладка.

Метод кирпичной кладки (рис. 5.3), однако, имеет одно подавляющее преимущество. Если рассмотреть типичную «Ячейку», согласно ранее приведенному определению, тогда становится явным, что **наибольший минимальный вынос**, $X_{\min}$, будет значительно меньше, чем при проектировании метода Прямая Линия, при условии равных расстояний между линиями приема и возбуждения.

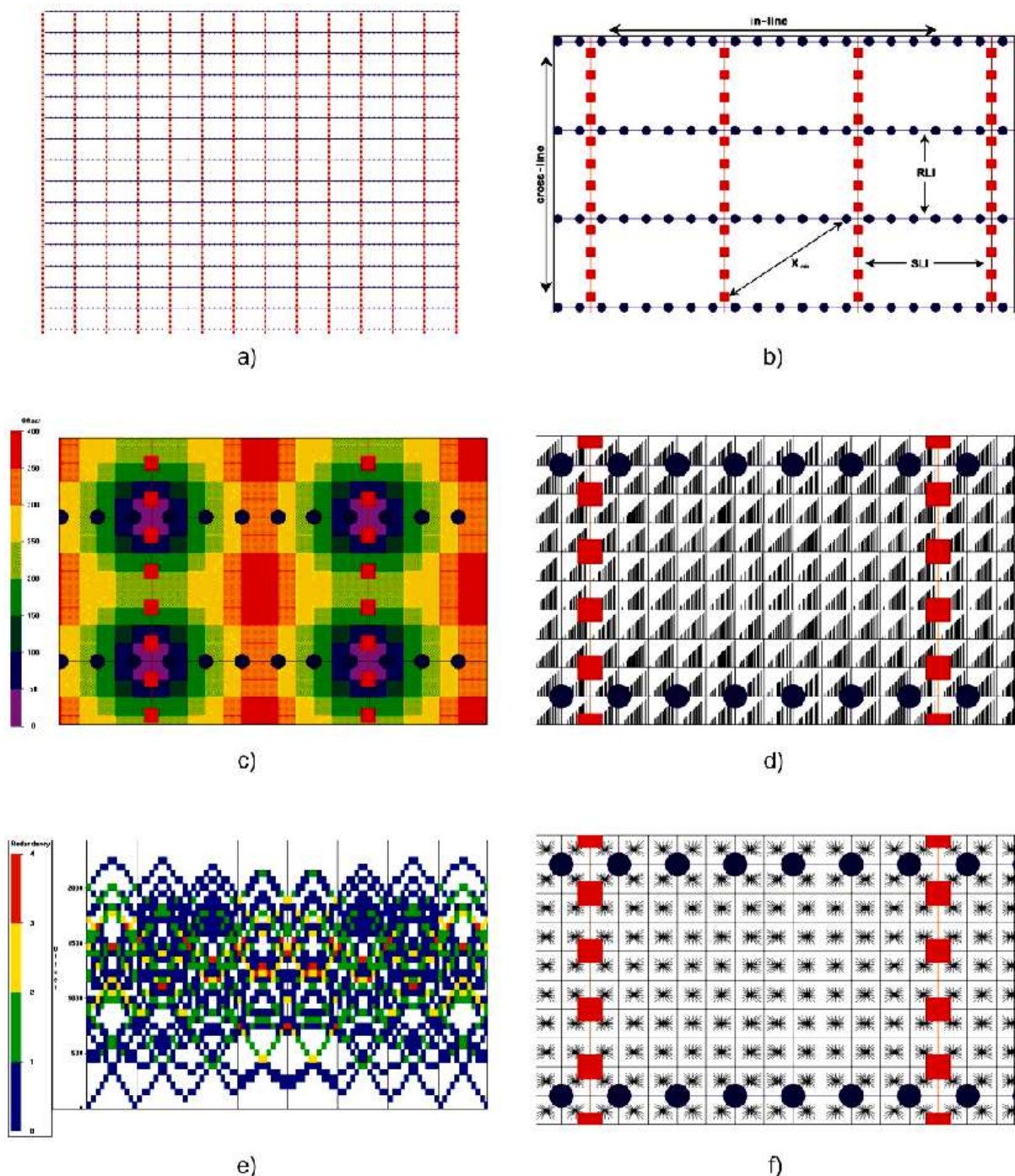


Рис. 5.2. Проектирование методом Прямая Линия
Поояснения к этому и последующим рисункам находятся рядом с рис. 5.1.

X_{min} при проектировании методом Кирпичная Кладка определяется следующей формулой (учитывая, что линии возбуждения расположены в шахматном порядке):

$$X_{min} = (SLI^2 + (\frac{1}{2} * RLI)^2)^{\frac{1}{2}}$$

(Примечание: SLI определяется как «Длина Кирпича»)

Это диагональ “половины ячейки”. Метод проектирования Кирпичная Кладка по сравнению с методом Прямая Линия позволяет удвоить расстояние между линиями приема, не изменяя X_{min} (но со сниженной кратностью, конечно же). Если

ПВ и ПП вынесены на пересечения линий, X_{min} становится немного меньше (примерно $\frac{1}{2}$ ячейки), чем определенный по вышеприведенной формуле. Если вместо линий возбуждения в шахматном порядке располагаются линии приема, тогда SLI и RLI меняются местами в вышеприведенной формуле. Если SLI и RLI равны, тогда при методе Кирпичная Кладка X_{min} уменьшается на 20% по сравнению с X_{min} при использовании метода Прямая Линия. Если SLI больше, чем RLI, тогда эффект от снижения X_{min} , получаемого при использовании метода Кирпичная Кладка, незначителен.

В противоположность при методе Прямая Линия на рис. 5.2b наибольший минимальный вынос будет равен длине диагонали «Ячейки». Следовательно, возможно увеличить расстояние между линиями приема при методе Кирпичная Кладка и сохранять тем не менее необходимый минимальный вынос. Конечно же, увеличение расстояния между приемниками означает понижение кратности и сокращение затрат на сбор данных. В основном, метод Кирпичная кладка предлагает лучшее распределение азимутов наряду с улучшенным

распределением выносов (для прямоугольных заплаток). По сравнению с методом Прямая Линия стыковка статики между приемниками улучшена. Метод Кирпичная Кладка используется на территории, где затраты на получение разрешения – не проблемы, и где возможен легкий доступ на все участки, напр. в пустынях. Часто причинами нежелательного использования этого метода являются ограничения по доступу. Заметьте, что при данной геометрии появляется необходимость в различных переменных подборках приемников – следовательно, теряется пространственная непрерывность.

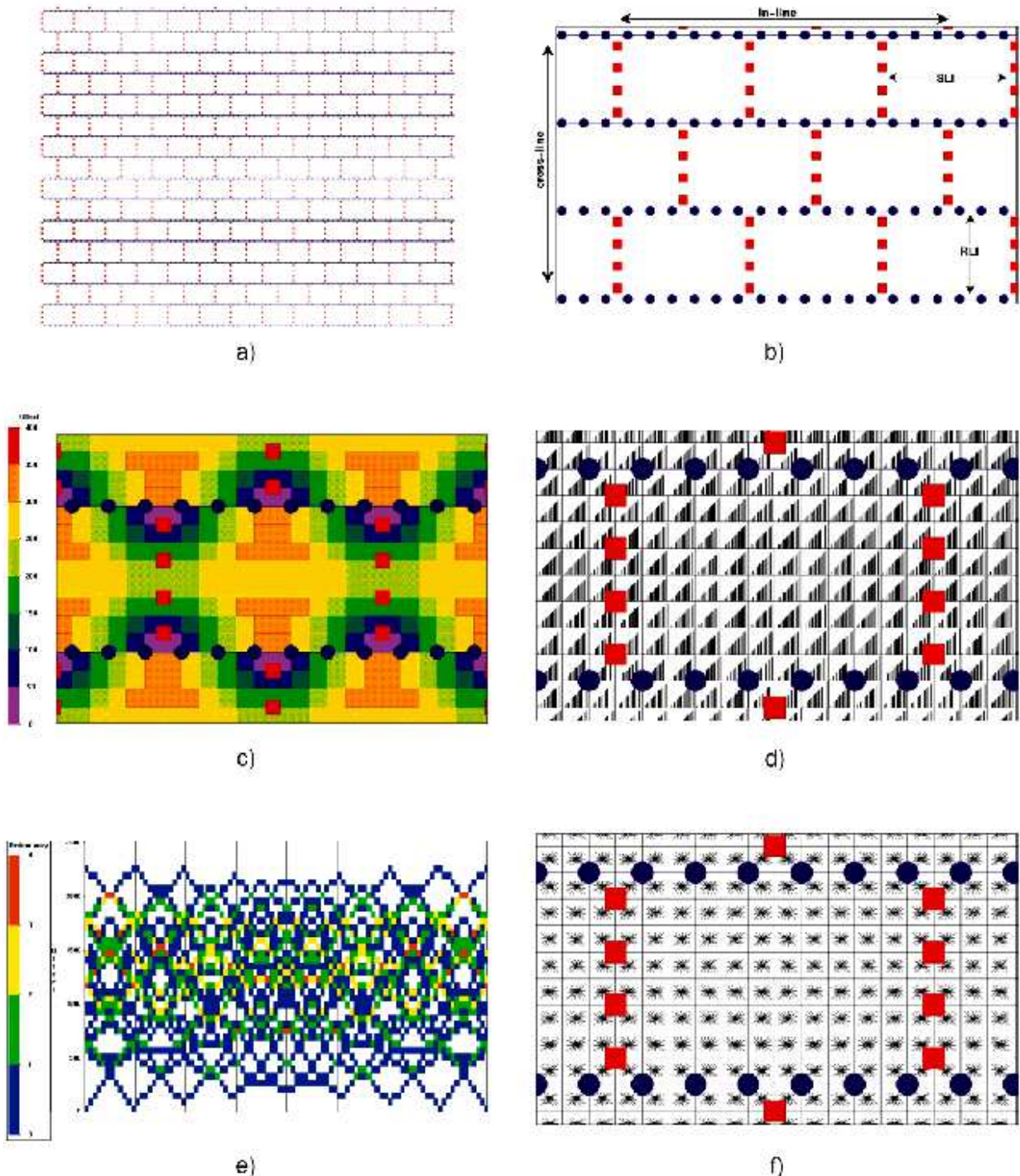
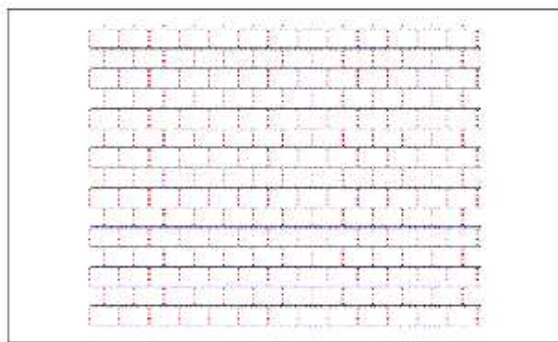
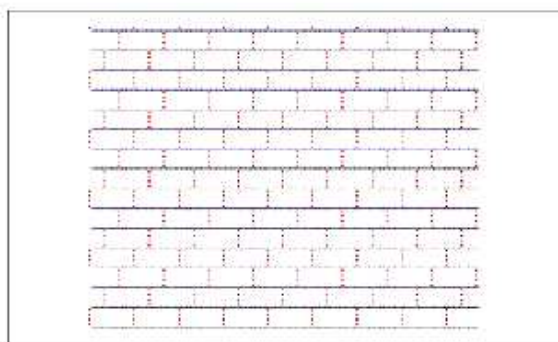


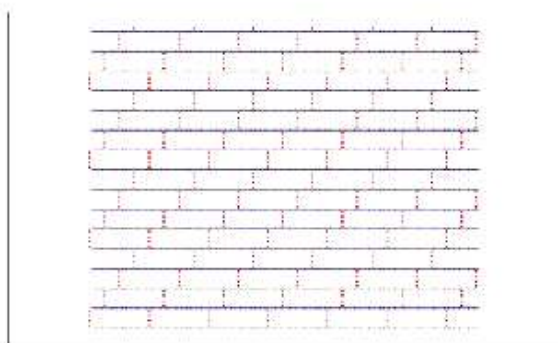
Рис. 5.3. Проектирование методом Кирпичная Кладка



г)



h)



и)

Рис. 5.3 продолжение

Если в данных присутствует какой-либо значительный шум, эта геометрия не рассматривается.

Метод проектирования «Двойная Кирпичная Кладка» относится к полосе из трех линий (рис. 5.3с). «Тройная Кирпичная Кладка» относится к полосе из шести линий (рис. 5.3d) и «Четверная Кирпичная Кладка» - к полосе из восьми линий (рис. 5.3е). Во всех этих методах, регистрируется только центральная линия пунктов возбуждения. Такие обычно относительно узкие заплатки обеспечивают распределение выносов намного лучше, чем при проектировании методом Прямая Линия или даже в случае с квадратной заплаткой при методе Кирпичная Кладка.

Отсюда следует, что возможно выполнить проектирование для цели, где все ПВ располагаются по диагонали, что предпочтительнее, чем на линиях, расположенных в шахматном порядке (см. неперпендикулярную геометрию, Раздел 5.4).

Примечание: рис. 5.3с, 5.3d и 5.3е схематичны. На практике, коэффициент отношения ячеек намного ближе к единице.

На рис. 5.3f показано распределение $X_{\min}$ для метода проектирования «Двойная Кирпичная Кладка». И снова, $X_{\min}$ является наименьшим на пересечении линий, но увеличивается в других схемах по мере удаления от пересечений линий, что отображено в методе Прямая Линия. Наибольший $X_{\min}$ является диагональю половины ячейки (см. стр. 5.10 и 5.11).

5.4 Неперпендикулярный (непрямоугольный)

Непрямоугольное расположение линий приема и возбуждения (рис. 5.4) используется для получения преимуществ метода Кирпичная Кладка, избегая при этом таких недостатков, как повороты на 90° и разрывы в линиях возбуждения. Как было указано в определении метода проектирования Кирпичная Кладка, непрямоугольное расположение имеет значение для конечного элемента Кирпичной Кладки. Используя непрямоугольные методы проектирования, необходимо быть осторожным решая измерять ли расстояние между пунктами вдоль линии или растянуть его на все точки решетки. В отличие от Кирпичной Кладки, такие виды геометрии обеспечивают должный простой сбор приемников из-за их сплошной линии отстрела. Суммированные амплитуды будут различаться в тупых и острых углах ячеек.

Если мы допустим, что интервал между пунктами равен 60 м (220 футов), пункты возбуждения в данном примере будут растянуты благодаря фактору $60 \text{ м} / \sin 45^\circ = 85 \text{ м}$ (220 футов / $\sin 45^\circ = 311 \text{ футов}$). Тогда размер бина $30\text{м} \times 30\text{м}$ ($110 \text{ футов} \times 110 \text{ футов}$) может быть сохранён и средние точки попадают в центр бинов.

На рис. 5.4.1. показан пример непрямоугольного метода проектирования с углом 45° между линиями приема и возбуждения. Величина этого угла зависит в значительной степени от требований, предъявляемых к кратности вдоль линии и к количеству линий приема в заплатке.

Особый случай для непрямоугольных методов проектирования – это случай, когда относительная геометрия в направлении поперек линии повторяется каждые две линии приема. Поэтому угол между линиями возбуждения и приема равен 26.6° ($\arctg 0.5$).

Это в дальнейшем улучшает распределение выносов и азимутов и уменьшает «отпечатки». (Рис5.4.2.) (Данный вид геометрии настоятельно рекомендуется).

ПВ для каждой заплатки находятся в центре заплатки между двумя смежными линиями приема. Это «основная единица» передвигается по территории проведения съемки. Кратность очень быстро набирается по границам территории проведения съемки. Данный метод часто

отрабатывается с использованием небольшого количества линий приема в заплатке (Узкий Азимут) и привлекается с точки зрения выполнения работ из-за прямой расстановки линий приема и возбуждения.

На рис. 5.4 с показано распределение X_{min} на примере непрямоугольного метода проектирования. Наибольший Минимальный Вынос (X_{min}) изменяется вместе с углом и интервалом между линиями. Необходимо проверять распределение X_{min} , используя программное обеспечение.

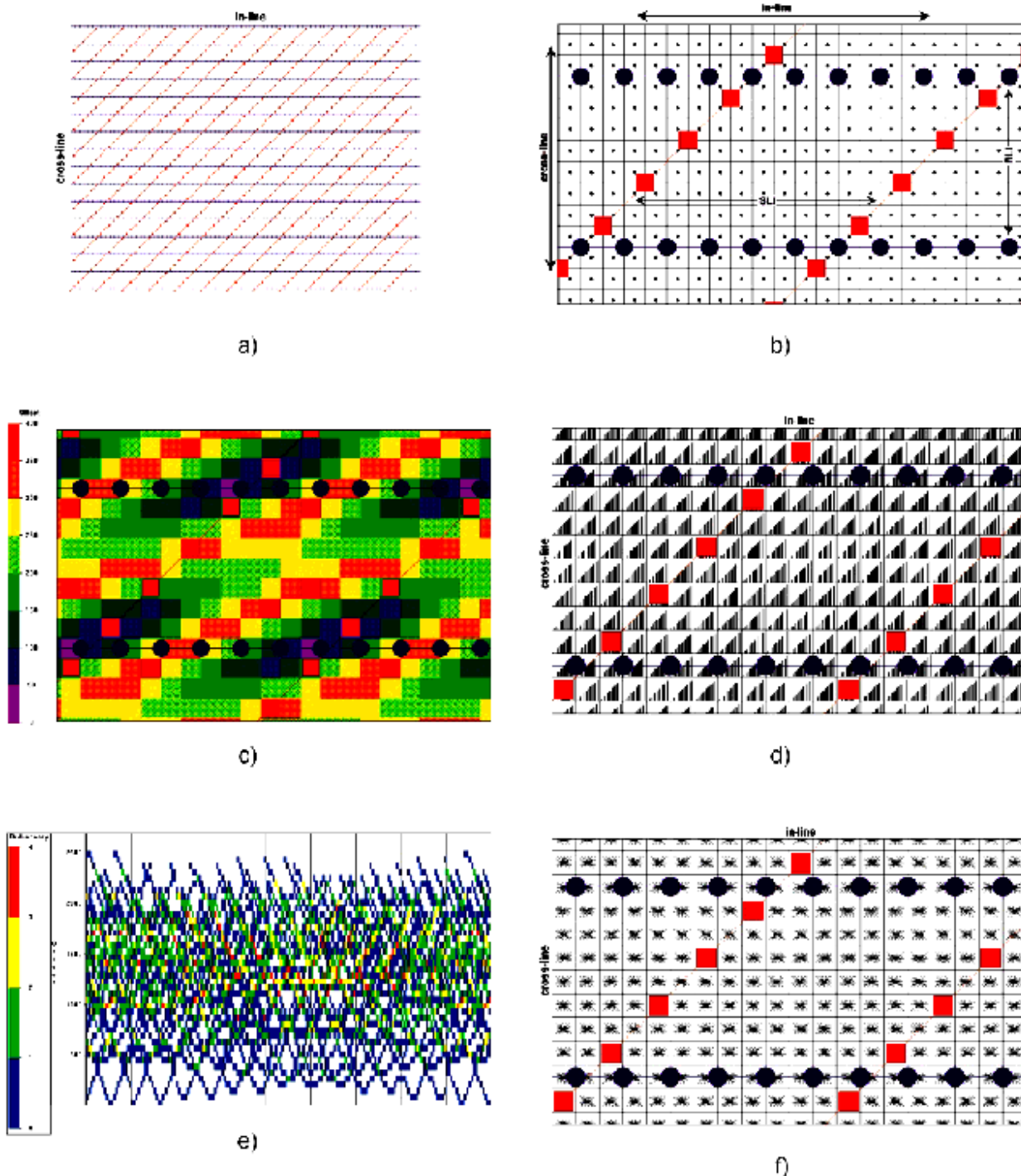


Рис. 5.4.1. Непрямоугольный метод проектирования 45 град

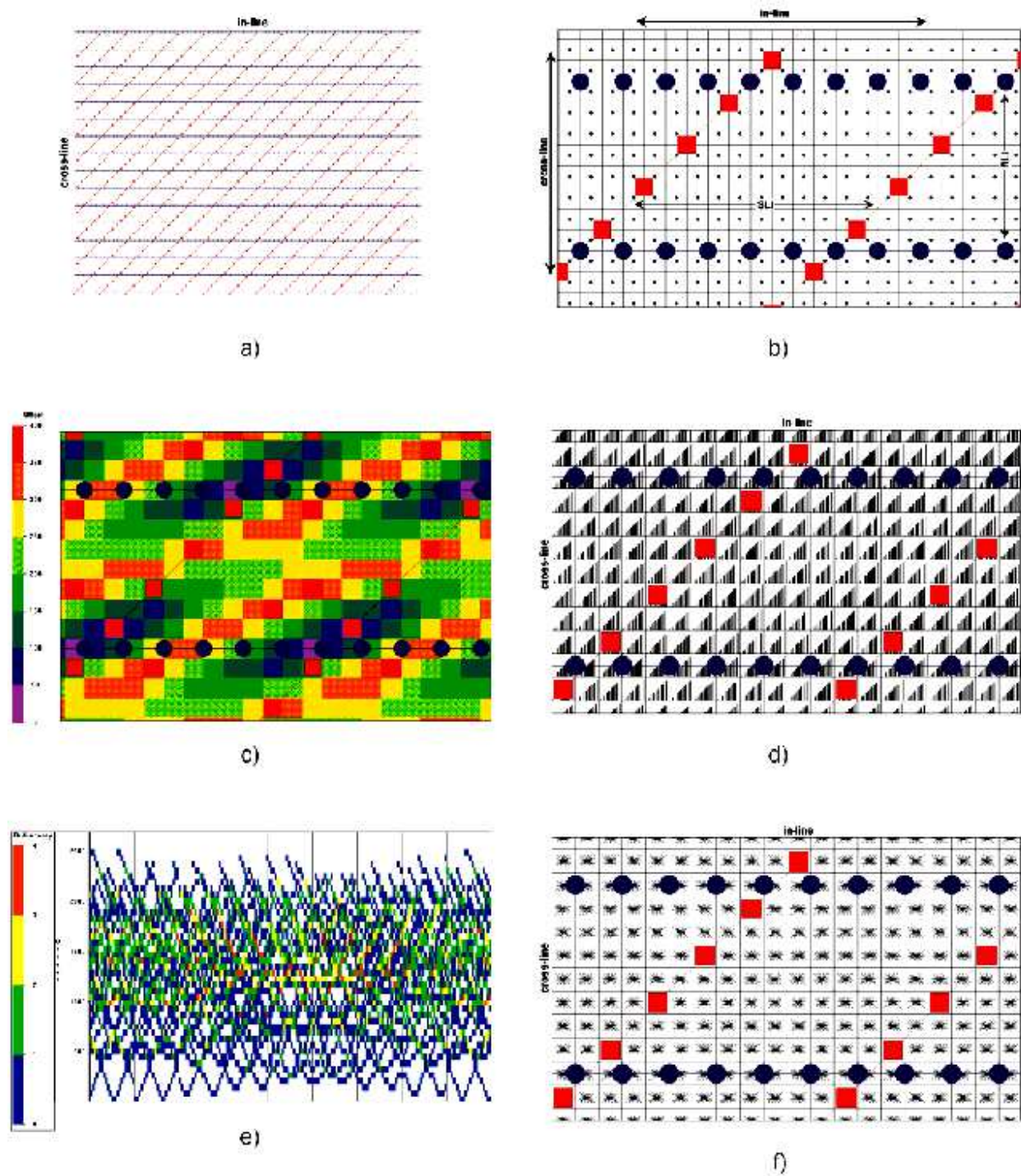


Рис. 5.4.2. Непрямоугольный метод проектирования 26.6 град

5.5 Четные и Нечетные

Четные и нечетные (рис. 5.5) на самом деле представляют собой вариацию схемы Двойной Кирпичной Кладки, образованной путем соединения всех линий возбуждения метода Кирпичной Кладки. В данном случае для каждого ПВ имеется новый «кирпич». На практике вы должны расположить поперек в два раза больше линий возбуждения, чем в методе Прямая Линия – но, конечно же, вы занимаете каждый второй ПВ на каждой линии. ПВ выносятся на половину расстояния между ними на смежных линиях.

Аналогично методу Кирпичной кладки, данные, собранные приемниками, варьируются, и поэтому эта геометрия не рекомендуется.

Распределение выносов и азимутов для метода Четные и Нечетные улучшены по сравнению с методом Прямая Линия.

Если ИЛПВ больше, чем ИЛПП (при методе Кирпичная Кладка), то $X_{\min}$ может быть значительно уменьшено при сохранении расстояний без изменений, по сравнению с методом Прямой Линии или Кирпичной Кладки.

$X_{\min}$ для четных и нечетных определяется следующей формуле (по сравнению с интервалами при методах Прямой Линии и Кирпичной Кладки):

$$X_{\min} = ((\frac{1}{2} \text{ ИЛПВ})^2 + \text{ИЛПП}^2)^{\frac{1}{2}}$$

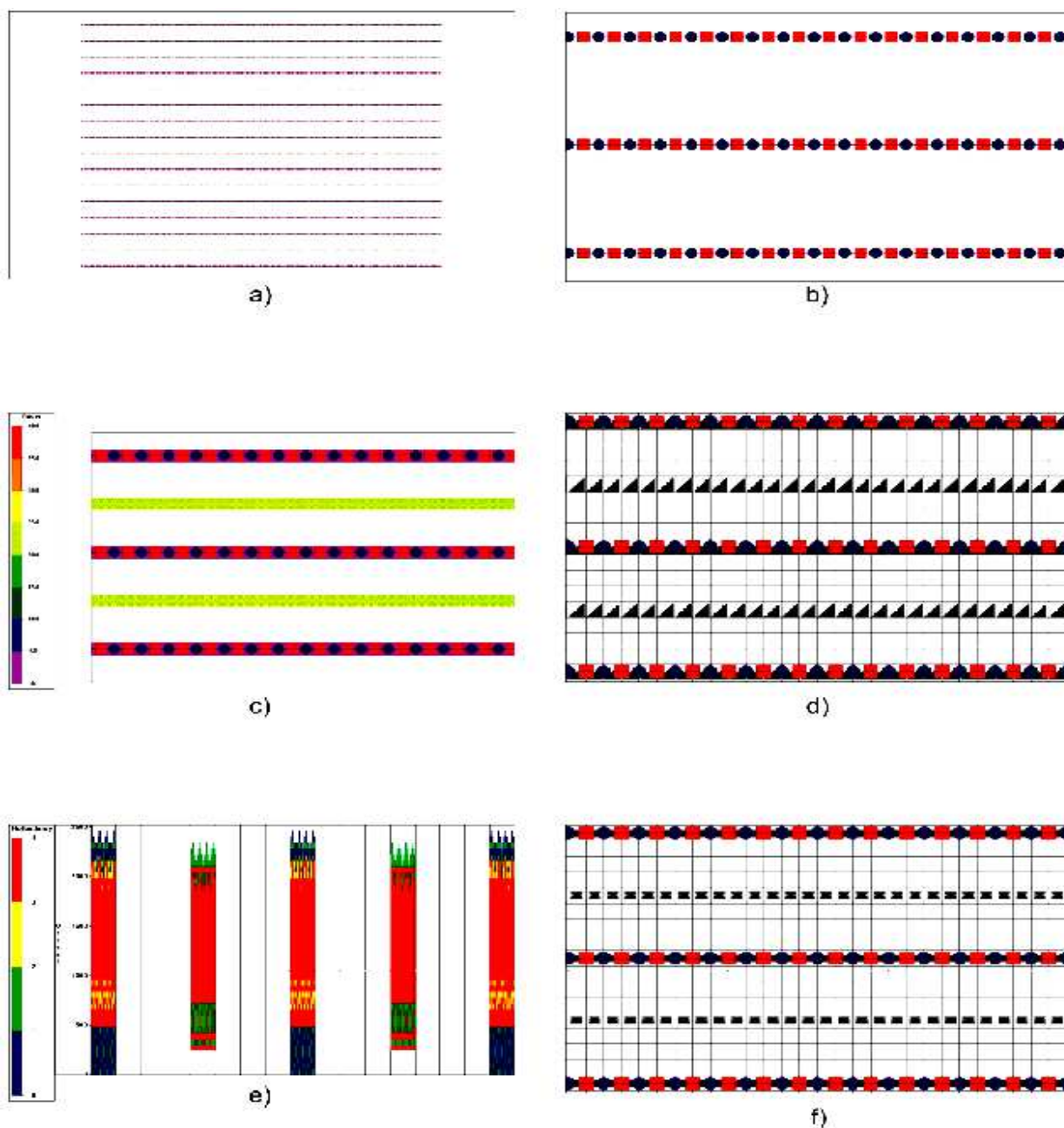


Рис. 5.5. Метод проектирования Четные и Нечетные

5.6 Флекси-бин или фракционирование бина

Метод Флекси-Бин был разработан и запатентован компанией GEDCO (Кордсен, 1993а, b, 1995а). В данном методе ПВ и ПП могут быть расположены многими различными способами. В основном, необходимо просто убедиться, что расстояние между линиями ПП и ПВ является дробной величиной по сравнению с расстоянием между группами (рис. 5.6, например, интервал между группами = 60 м, ИЛПВ = 400 м, ИЛПП = 200 м). Это является причиной того, что средние точки попадают в обычную схему в пределах каждого бина ОСТ. В данном методе ровное распределение средних точек происходит по всему бину. Как принято, средние точки собираются в центре бина. (Рис. 5.6.)

В вышеуказанном примере (60, 400, 200 м) 9 групп средних точек размером 10x10 м приведут к образованию в каждом ОСТ бине размером 30x30 м. При обработке можно остановиться на суммировании этих “подбинов” или “микробинов” (в 9 раз больше, чем обычных бинов), тем самым достигая большего разрешения (суммарная трасса каждые 10 м вместо каждые 30 м), а, следовательно, с меньшей кратностью, и поэтому, с потенциально меньшим коэффициентом отношения сигнала к шуму. С другой стороны, можно увеличить коэффициент S/N путем увеличения размера бина.

Если вы выполняете отработку профилей методом Прямая Линия, вы должны рассмотреть использование этого метода вместо других. Вы ничего не теряете (каждый нормальный бин ОСТ по-прежнему сохраняет то же количество трасс, что и прежде, с некоторым улучшением распределения выноса и азимута – с полным совпадением статики) и у вас всегда есть возможность оценить, что более высокое разрешение (меньший интервал между суммарными трассами) продемонстрирует особенность, которую вы можете упустить при большем расстоянии между суммарными трассами. Метод Флекси Бин имеет многочисленные преимущества для работы, такие как более легкие полевые работы, отличное совпадение статики (Кордсен, 1995b) и другие гибкие приемы в обработке. Подробное описание этого метода можно получить в GEDCO.

При методе **фракционирования бина** используются линии приема и возбуждения, которые располагаются в шахматном порядке на размер одного бина (с размером одного бина). Этот метод ограничивается

созданием «четвертичных ячеек» (quarter cells) под поверхностью. Нумерация мест расположения пунктов в поле не параллельно от линии к линии, и поэтому это может вызвать проблемы.

Компании, заинтересованные в получении лицензии на использование технологии Flexi-bin, должны связаться с GEDCO для получения подробной информации (тел: + 1 403 262 – 5780 или факс + 1 403 262 – 8632).

5.7 Метод проектирования Кнопочная Заплата

Метод проектирования Кнопочная Заплата (КЗ) был разработан и запатентован компанией ARCO и на данный момент широко используется при проведении большинства 3D съемок. В каждой «кнопке» содержится модель из близко расположенных приемников (рис. 5.7), обычно 6*6 или 8*8. Окончательная кнопочная геометрия в основном зависит от ограничений, связанных с оборудованием и кабелями. Необязательно сохранять квадратную форму приемников.

Несколько кнопок объединены в модель в виде шахматной доски, образующую заплатку приема. Многочисленные ПВ тщательно отрабатываются в заплатке приема. Затем заплатка приема перемещается на следующую позицию (в основном, немного перекрывая предыдущее место положения заплатки). Затем аналогичная модель ПВ отрабатывается в новой заплатке приема. Повтор ПВ для различных кнопок будет предусматриваться для лучшей стыковки статики, тогда как ПВ, расположенные в шахматном порядке (между предыдущими местами расположения) повлекут за собой лучшее распределение средних точек. Часто, кнопки приема и местоположения ПВ распределены неравномерно из-за особенностей земной поверхности.

Большая мощность каналов необходима для минимизации перемещения приемников. Источники возбуждения или вибраторы должны перемещаться вокруг заплатки для каждой новой расстилки приемников. Если имеется достаточное количество приемников, тогда умелое использование коммутации переключения каналов switch может исключить неоправданное перемещение источников или вибраторов. Одна расстилка приемников часто может охватывать два или три места расположения заплаток с перекатом.

Кнопки приема расстилаются и перемещаются по территории, которая должна быть отображена с полной кратностью (обычно используются меньшие бины с меньшей кратностью в методе проектирования КЗ, если сравнивать с другими стратегиями проектирования).

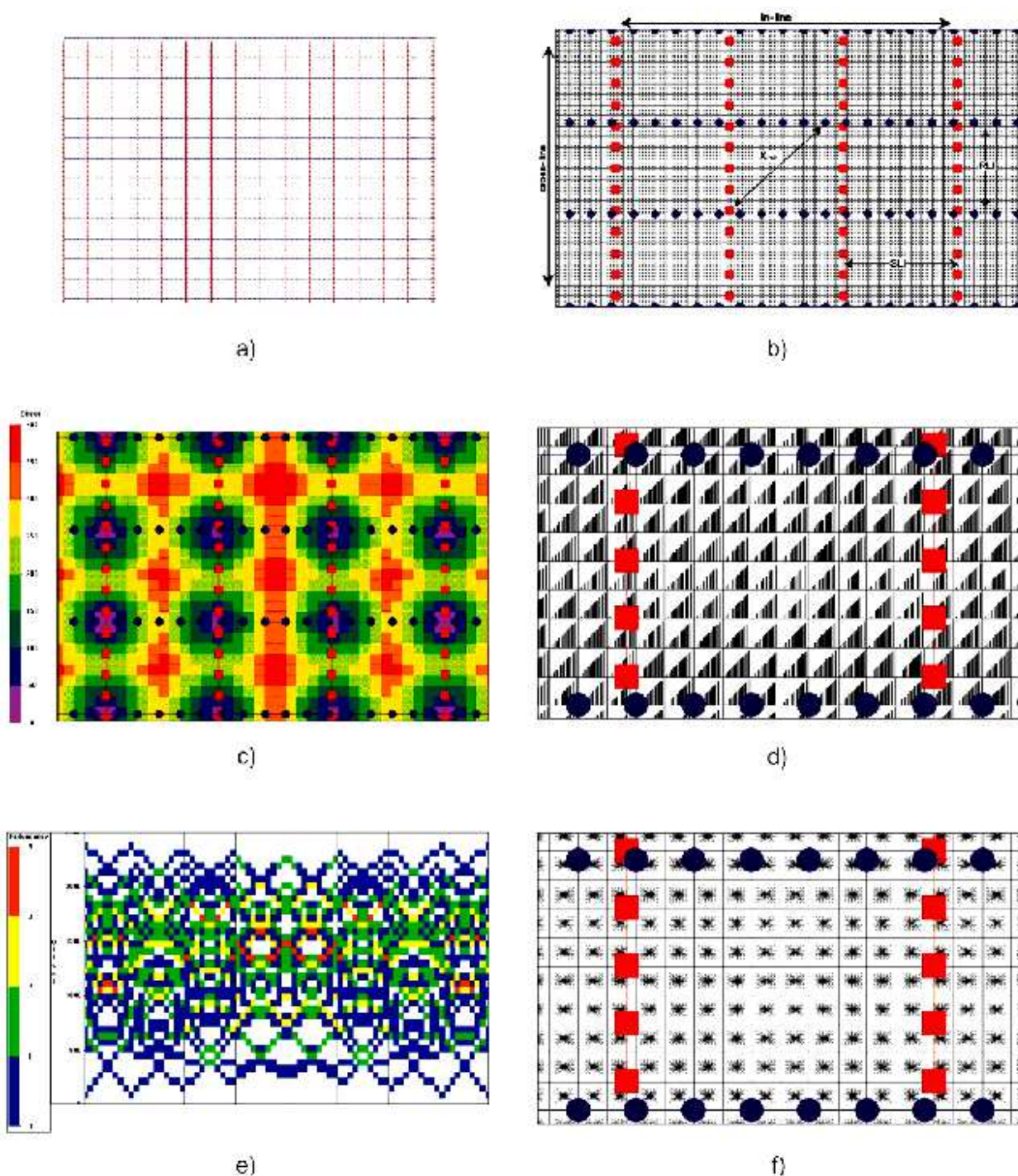


Рис. 5.6. Метод проектирования Flexi-Bin

ПВ размещаются за пределами полнократной территории для получения зоны уменьшения кратности по краям. Это приводит к более длинным выносам без необходимости расстилки дополнительного оборудования за пределами запланированной территории съемки. Миграция и DMO улучшается, потому что сейсмические амплитуды, содержащиеся в этих трассах длинных выносов легко перемещаются в пределах территории проведения съемки. Такие длинные выносы будут содействовать энергиям, которые в свою очередь помогают при улучшении

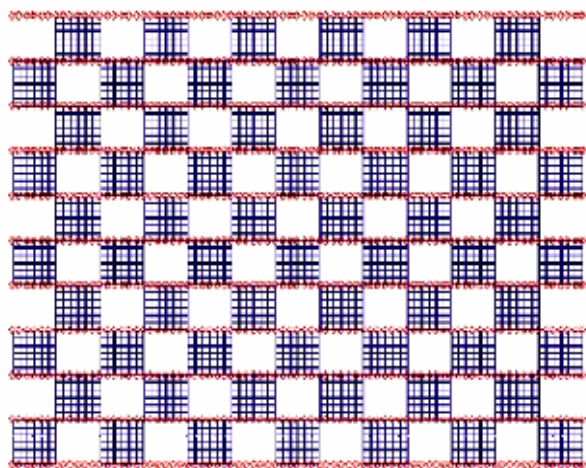
миграции и DMO.

Метод КЗ эффективно использует современные многоканальные системы. Высокое разрешение может быть достигнуто при использовании меньших расстояний между приемниками. Небольшое X_{min} и хорошее совпадение статики требует огромного внимания на стадии планирования. Распределение коротких выносов может быть не достаточно хорошее, но распределение дальних выносов (длинных выносов) должно быть отличным из-за того, что ПВ находятся за пределами территории «кнопочной заплатки». Еще одно преимущество заключается в том,

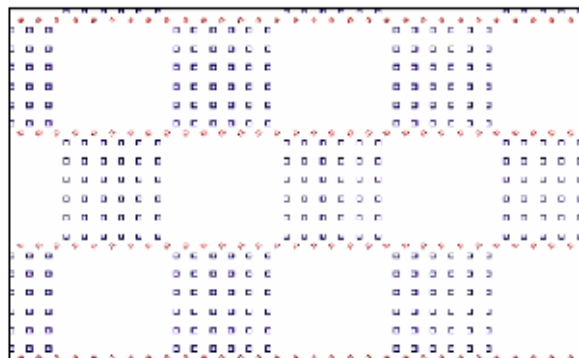
что данный метод проектирования обладает гибкостью при планировании таким образом, чтобы препятствия попадали в промежутки между группами приемников (кнопочные дырки). Также имеется дополнительная гибкость в отношении установки ПВ и компенсации пропущенных ПВ. Основное ограничение эффективности метода КЗ заключается в требовании свободного перемещения источников и вибраторов по территории съемки. При проведении некоторых съемок, ограниченный доступ делает такую

стратегию плохой альтернативой. Также проблемой данного метода является отсутствие непрерывности приемных групп.

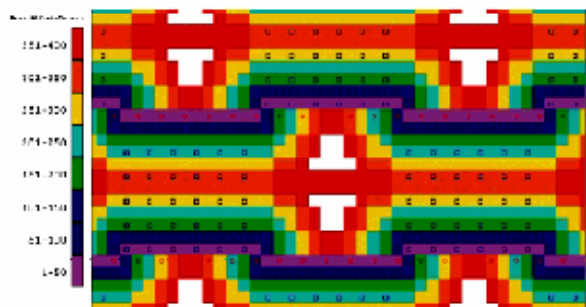
Пожалуйста, заметьте, что технология КЗ является интеллектуальной собственностью компании ARCO и защищена патентом. Желая использовать данную технологию должны связаться с компанией ARCO, Плано, Техас, относительно соглашений и лицензирования и оплаты лицензий. Контактное лицо – Джеймс Митчелл, тел: + 1 214 509 6105, факс: + 1 214 509 6754.



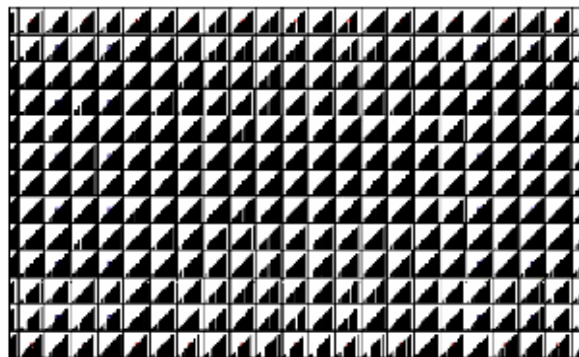
a)



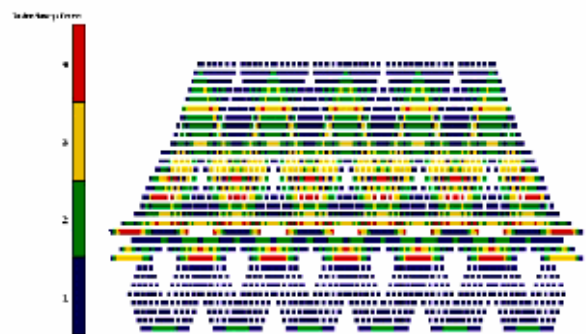
b)



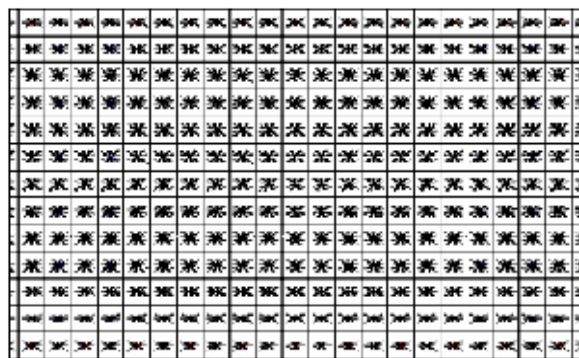
c)



d)



e)



f)

Рис. 5.7 Метод проектирования КЗ

5.8 Зигзаг

Модель Зигзаг (рис. 5.8) очень популярна при работе в пустынях, или там, где имеется хороший доступ между линиями приема. Одиночные линии возбуждения располагаются между смежными парами линий приема, образуя одинарный зигзаг. (Рис. 5.8.1.).

Важно отметить, что места расположения ПВ должны быть измерены таким образом, чтобы они тем не менее образовывали центральные средние точки, например, для расстояния между пунктами 60 м (220 футов) и углом 45° между линиями приема и диагональными линиями возбуждения, тогда расстояние между пунктами по диагонали будет 85 м (311 футов).

Распределение выносов может быть в дальнейшем улучшено путем отработки 3D с помощью модели «Двойной Зигзаг». Здесь приведены две модели зигзаг, наложенные друг на друга, как показано на рис. 5.8с и 5.8d. Приведен пример передвижения вибраторов для двух групп вибраторов.

Как для одинарного, так и для двойного зигзага, наибольший минимальный вынос X_{min} обычно находится рядом с центром открытого пространства, оставленного линиями возбуждения в виде зигзага (рис. 5.8b, 5.8d). Настоятельно рекомендуется проверять наибольшее X_{min} , используя программу моделирования. Методы проектирования Зигзаг часто используются при съемках с узким азимутом, которые требуют хорошего распределения выносов.

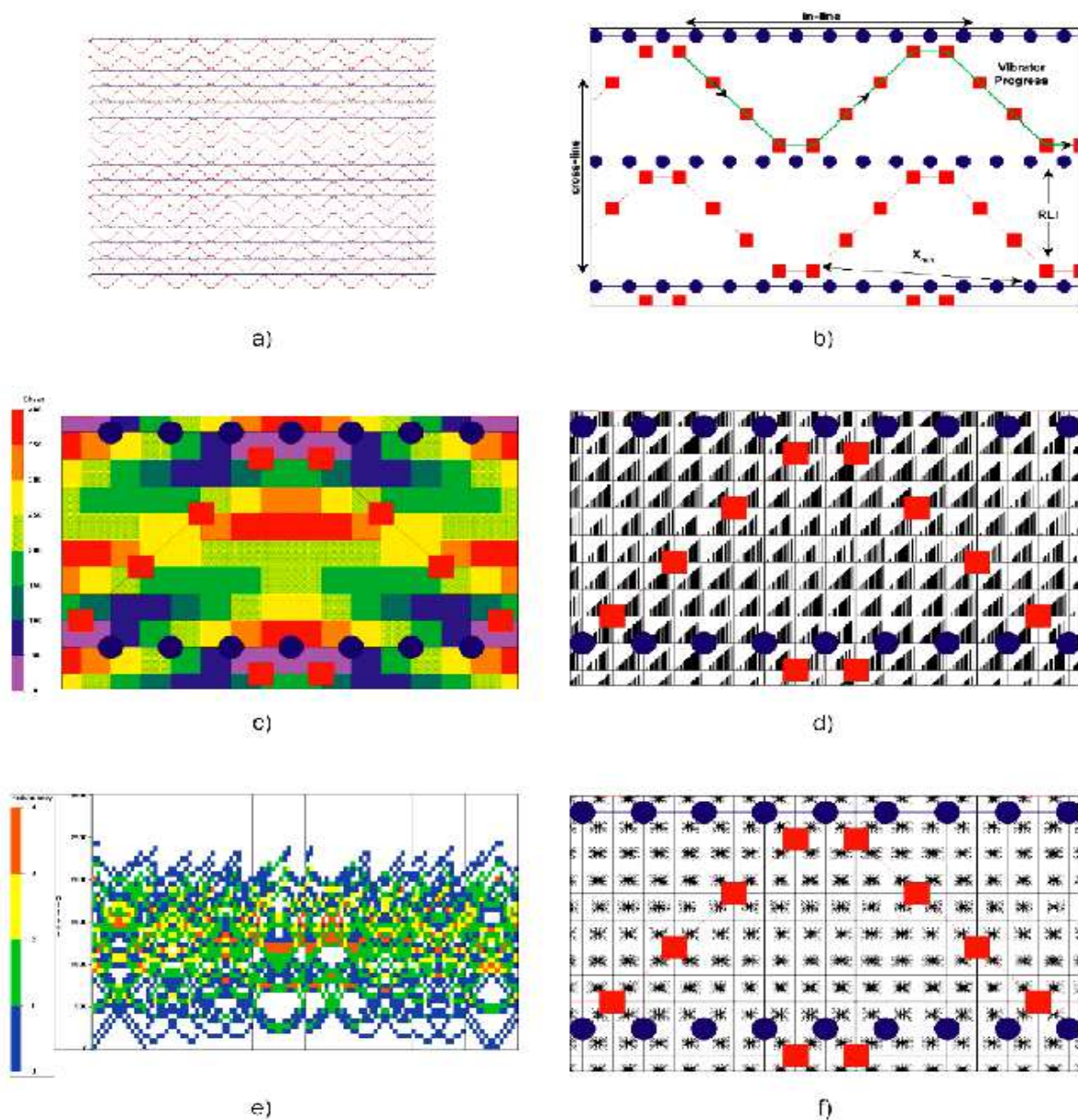


Рис. 5.8.1. Метод проектирования Зигзаг

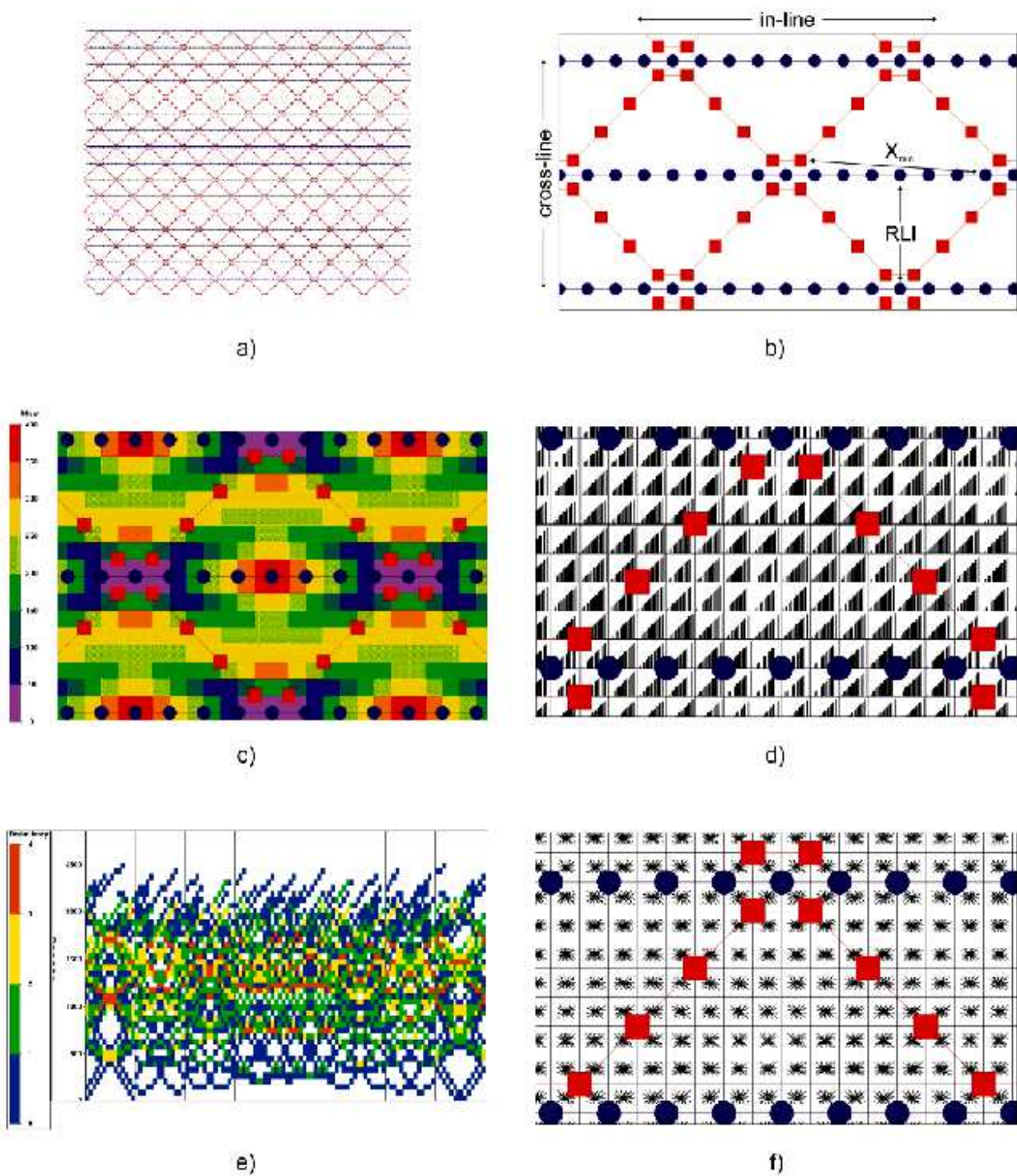


Рис. 5.8.2. Mirrored Зигзагообразный метод;

Рис. 5.8e и 5.8f показывают распределение $X_{\min}$ для методов проектирования как одинарного, так и двойного зигзага. Заметьте, как при методе проектирования Двойной Зигзаг уменьшилось $X_{\min}$. Однако, усилие источника увеличилось ровно в два раза.

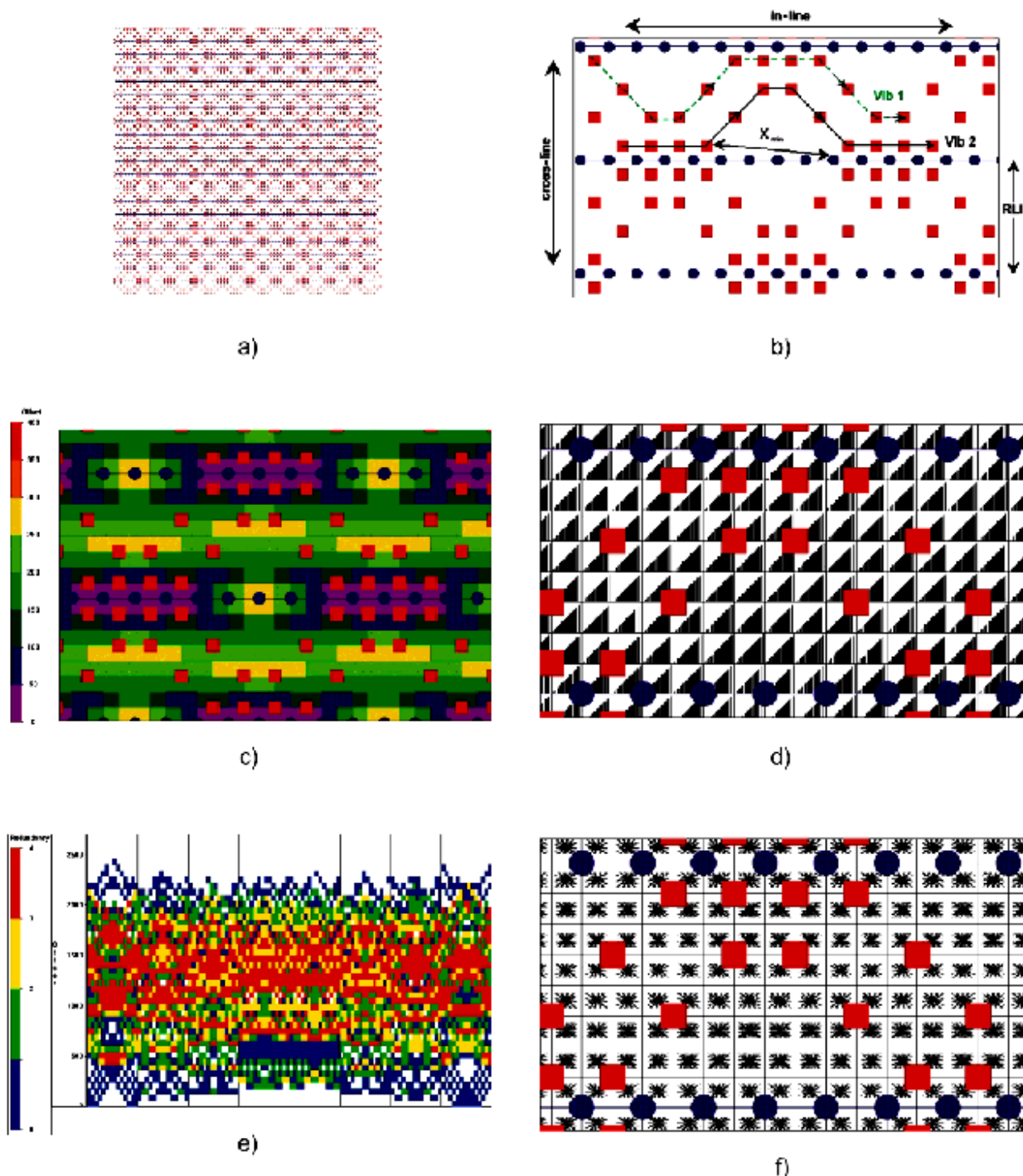


Рис. 5.8.3. Удвойте Зигзагообразный метод;

5.9 Мега-Бин

Этот термин был создан компанией PanCanadian для метода 3D проектирования, разработанного компанией Goodwin & Ragan (1995). Он основан на нескольких концепциях, которые объединены особым образом.

Асимметрия между размерами пунктов и линий проектирования традиционно генерирует неслучайный, поверхностный шум, вызываемый источником. Повторное распределение расположения источника и

приемника при проектировании Мега-Бин (рис 5.9а) снижает данную асимметрию и выбирает такой шум лучше. Также значительно снижаются следы проведения сбора данных (типично для больших расстояний между линиями).

Другое предположение заключается в том, что коэффициент отношения сигнала к шуму улучшается с кратностью. Статистика улучшается для одного ряда бина с высокой кратностью, тогда как бины в соседнем ряду имеют нулевую кратность, это и есть пустые бины (рис 5.9b). Последние бины затем заполняются интерполяцией FX

(предварительной миграцией) бинов с более высокой кратностью, в которых достигнут более высокий коэффициент S/N. Следовательно, качество данных предполагается очень высоким в относительно неструктурированных областях. Независимо обработанные данные (каждый десятый эксперимент) с избыточно выбранной 3D съемкой (ПВ и ПП сеткой 70x70м) доказали широкое применение этого метода.

Другие основные преимущества данного метода заключаются в том, что (в зависимости от метода проектирования)

ПВ расположены вдоль линий приема, тем самым, уменьшая необходимость расчистки профиля. Однако, линии приема располагались бы намного ближе друг от друга, чем в стандартной геометрии. Xmin также значительно уменьшается, а распределения выноса и азимута сильно не отличаются, как это происходит при стандартных методах проектирования. PanCanadian утверждает, что метод проектирования Мега-Бин обходится лишь на 10% дороже других стандартных методов расстилки. Для использования Мега-Бин необходимо иметь патент.

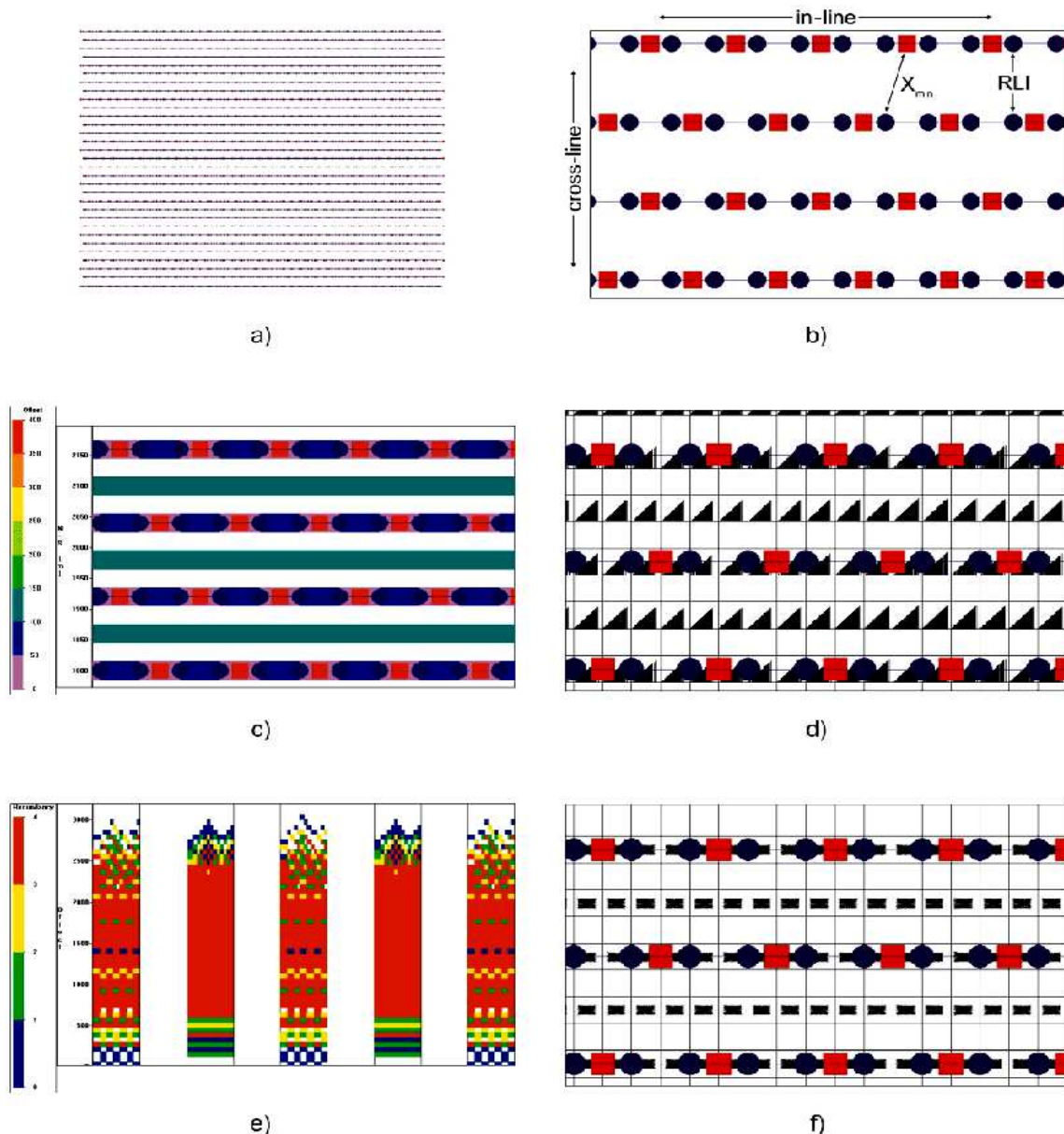


Рис. 5.9. Типичная расстилка Мега-Бин

5.10 Шестиугольный метод проектирования

Отстрел в виде шестиугольника включает в себя шестиугольное расположение линий приема (шестиугольная модель с приемниками располагается как площадная схема). ПВ должны быть также расположены на такой же решетке – либо шестиугольной, либо прямой линии (Рис. 5.10.). В таком случае, средние точки попадают в перекрывающую шестиугольную модель и могут быть

бинированы гексагонально. Этот метод обеспечивает плотно упакованную модель при одновременной минимизации среднего расстояния от центра бина, на котором находятся средние точки. Этому методу отработки в настоящее время уделяется много внимания (1998) и он имеет преимущества относительно требований дискретизации. Согласно некоторым документам, увеличение расстояния между линиями ПП и ПВ в 13% приведет к тому же значению разрешения приповерхностной выборки.

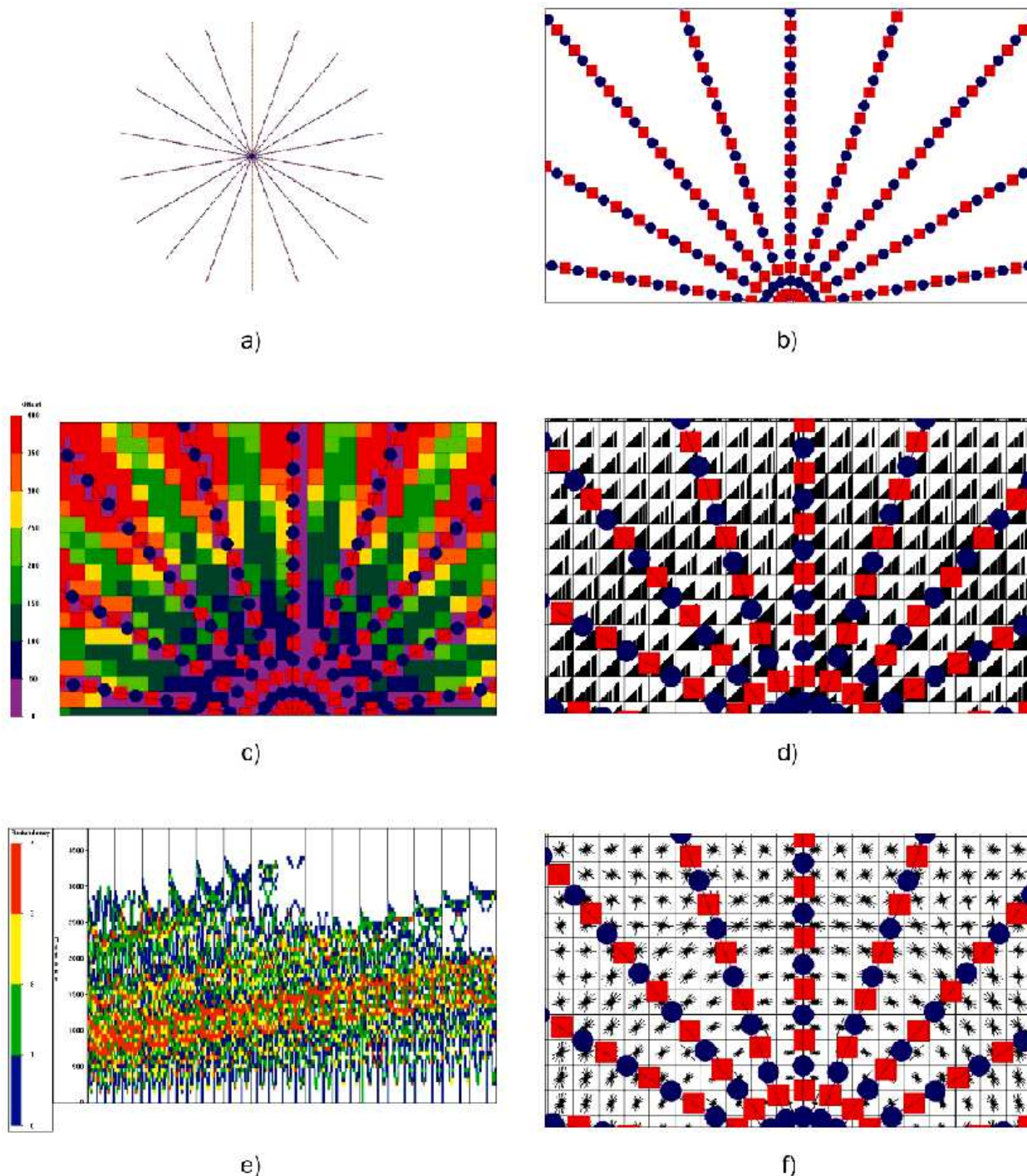


Рис. 5.10.

5.11 Радиальный метод проектирования

Радиальный метод проектирования включает в себя расстилку линий приема таким образом, что они напоминают спицы колеса. ПВ обрабатываются по кругу с увеличивающимся радиусом по направлению от центра «колеса». Метод предназначен для работы с соляными

куполами, где геометрия сохраняет сбор энергии, которая отражается от сторон соляного купола. На практике необходимо быть уверенным в расположении вершины соляного купола!

Авторам неизвестно о каких-либо съемках, выполненных радиальным методом за прошедшие годы, и, похоже, что этот метод не используется.

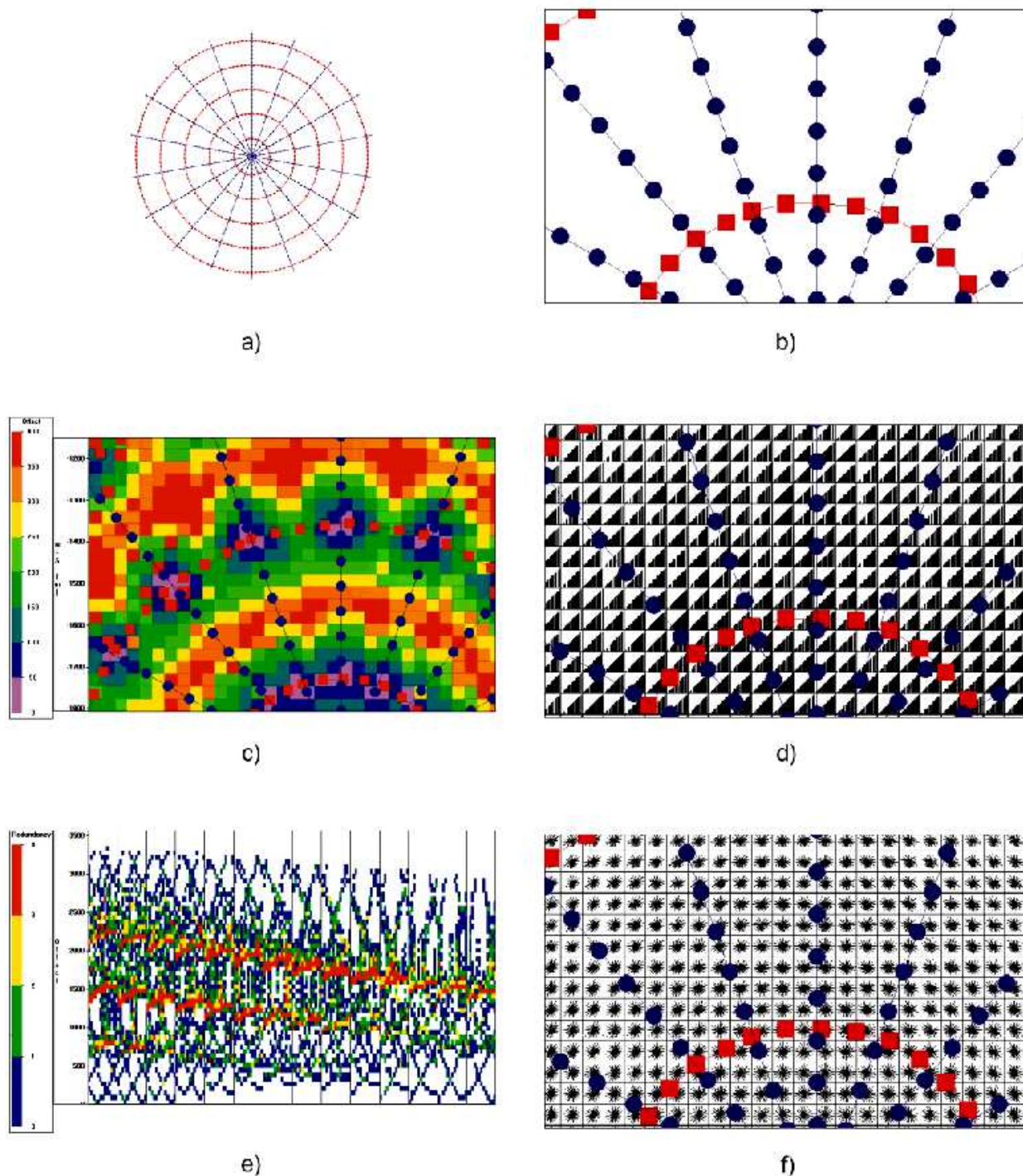


Рис.5.11.

5.12 Круговой метод обработки

Круговой метод обработки (W. French – Grant – Tensor) используется в морской 3D съемке. По существу, одна лодка, протягивая за собой группу стриммеров, плывя по concentрическим кругам, которые обычно перекрывают друг друга (т.е. совокупность окружностей, образованных следом лодки, постепенно перемещается в одном и том же направлении до тех пор, пока вся территория 3D съемки не будет охвачена сериями круговых линий). Очевиден факт, что кабель (стриммер) постоянно укладывается в форму, помогающую создать случайный разброс средних точек, которые в последствии могут быть бинированы в правильном смысле 3D. Этот метод не годится для работ на суше. При создании изображения солевых куполов при круговом методе проектирования собирается информация

отработки, избегая комплексных обменных и «призмовых» волн (см.Reilly, 1995). Для соляных куполов этот метод обработки более приемлемым по сравнению с Радиальным. Рисунка нет.

5.13 Метод проектирования “Круглые заплатки”

Круглые заплатки используются в том случае, когда расстояние между линиями приема становится весьма различным. Основной особенностью круглой заплатки является максимальный вынос (или радиус). Используя компьютерные программы для определения всех пунктов в пределах конкретного радиуса, и определяя активные пункты (“от пункта к пункту”) для каждой линии приема, мы можем избежать записи на пунктах, находящихся слишком далеко от источника (Рис.5.13). Круглые заплатки не популярны в использовании в полевых условиях из-за трудностей работы с ними.

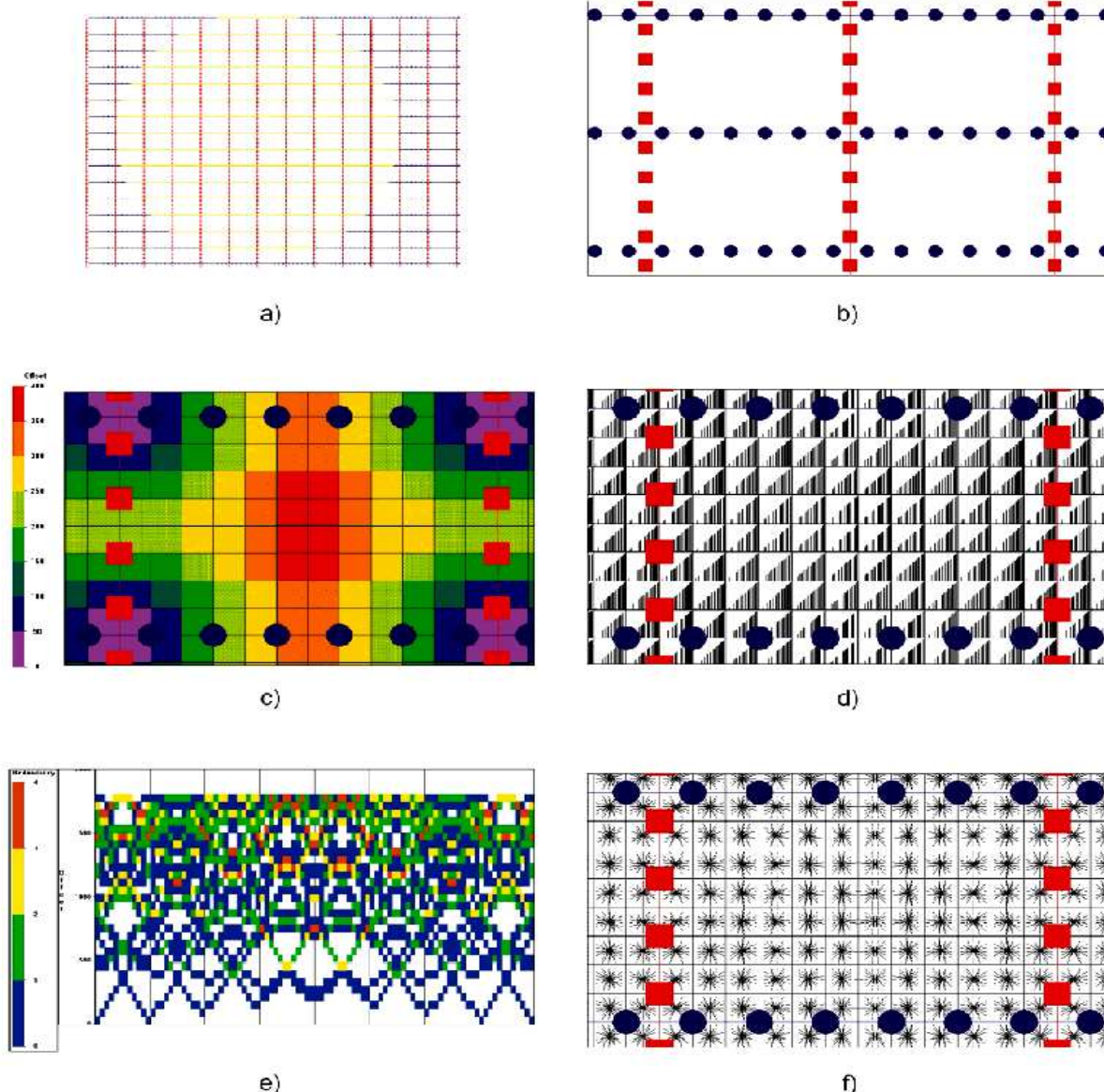


Рис. 5.13. Метод проектирования “Круглые заплатки”

5.14 Неопределенность

Регулярность (порядок) в 3D проектировании часто имеет отрицательное воздействие на распределение выносов и азимута; иногда вызывая значительные следы от сбора данных или геометрии. Меньшие коэффициенты отношения ИЛПП/ИПВ и ИЛПВ/ИПП уменьшат это воздействие в общепринятых методах проектирования – в основном, более высокая кратность! Ограничения, связанные с затратами, редко позволяют допускать такие небольшие расстояния между линиями.

В 3D проектировании имеется тенденция делать распределение выноса и азимута более ровным от одной ОСТ до другой. Это часто достигается путем неравномерной расстановки ПП и ПВ, при сохранении условия выполняемости работ (т.е. прямые линии и короткие дистанции для переезда).

Иногда «внесение элемента случайности» сопровождается перемещением ПВ или ПП на какую-то определенную схему подпорок и выносов. Иногда из-за поверхностных препятствий будет необходимо перемещать ПП и/или ПВ, таким образом, выполняя желаемую цель.

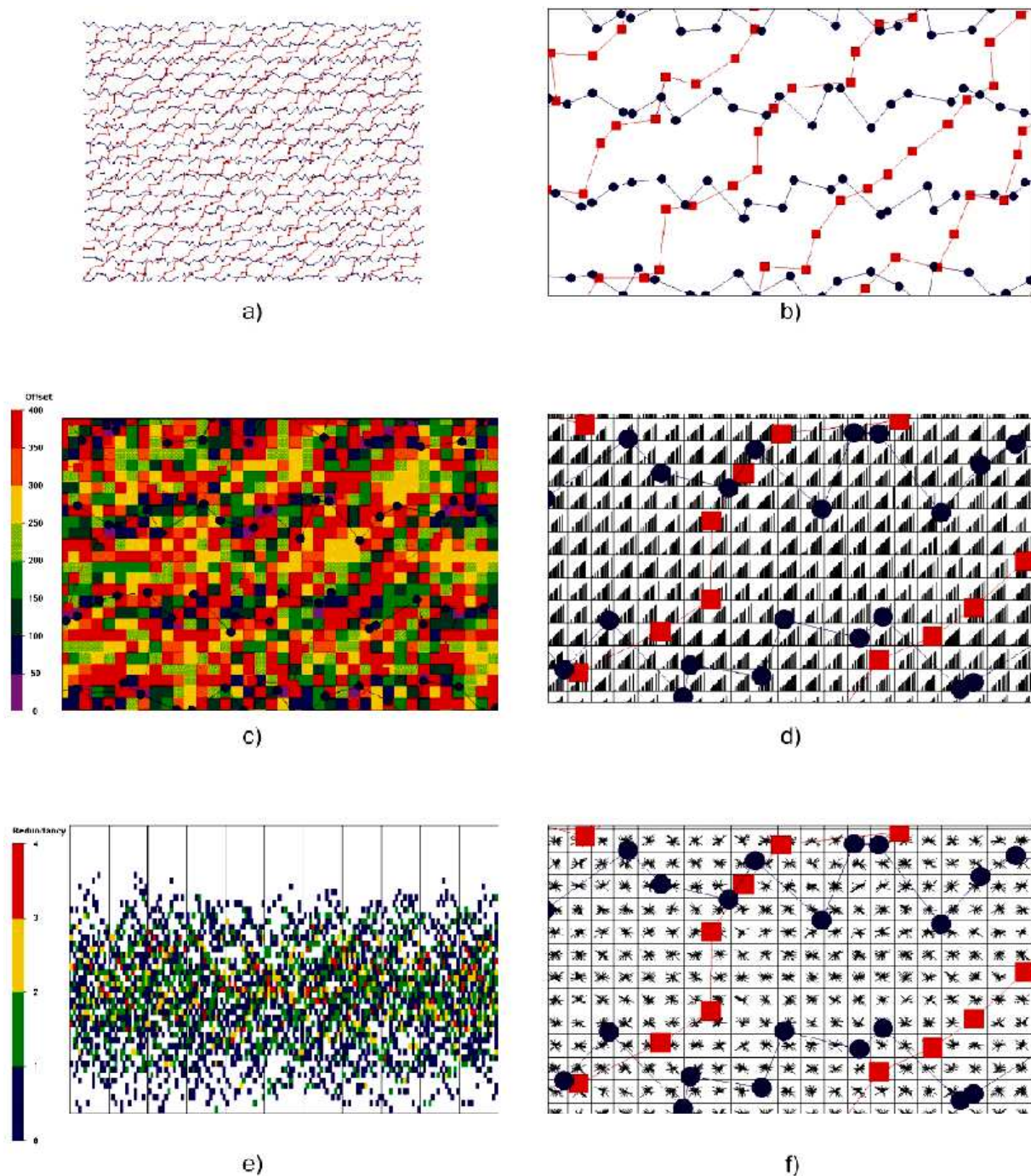


Рис. 5.14. Метод “Неопределённость”

Следовательно, основное преимущество «внесения элемента случайности» является более ровное распределение выносов и азимутов. (3D съемка является единственно верной тогда, когда ПП и ПВ совпадает везде в квадратной решетке. Этот конкретный способ 3D проектирования имеет повсюду эквивалентное распределение выносов и азимутов). Основной недостаток «внесения элемента случайности» заключается в вариации

кратности, которую мы вносим. Это относится не только к кратности ОСТ, но также к нулевому выносу и кратности изображения. Такая прерывность в кратности может вызвать ложные изображения после обработки.

Таким образом, в общем, нам нужна либо «гладкая случайность» или «общая случайность». Обе такие расстилки уравнивают распределение выноса, азимута и кратности.

5.15 Полевая расстилка – Аргументы «За» и «Против» при использовании различных стратегий расстилки.

Расстилка	За	Против
Полосовая	Простая геометрия. Невысокая стоимость. Хорошее распределение выноса. Минимальное перемещение оборудования	Плохое распределение азимута. Плохое совпадение статики.
Прямая линия	Простая геометрия	Большое $X_{\min}$
Кирпичная Кладка	Меньший $X_{\min}$ позволяет устанавливать более широкие ИЛПП. Приемлемые выносы и азимуты	Могут возникнуть проблемы с доступом
Непрямоугольная	Простая геометрия	Аналогично «Прямой Линии»
Четные и Нечетные	Особый способ образования Кирпичной Кладки без значительных проблем с доступом. Более лучшие выносы и азимуты	Удвоенное количество линий приема по сравнению с общепринятым методом отработки прямой линией только половина ПВ обрабатываются на каждой линии
Flexi-Bin или Фракционирование Бина	Высокое разрешение с низкой кратностью или низкое разрешение с высокой кратностью. Супер бины для обычного использования имеют хорошую совокупность выносов и азимутов	Аналогично «Прямой Линии»
Кнопочная Заплата	Эффективное использование систем с большим количеством каналов. Хорошее распределение выноса и азимута требует детального планирования.	Может потребовать большое количество ПВ на широкой территории каждой заплатки. Требуется большой мощности каналов. С трудом достигается совпадение статики
ЗигЗаг	Аналогично «Кирпичной Кладке». Эффективна для передвижения оборудования.	Необходим совершенно открытый доступ
Мега Бин	Улучшенная дискретизация шума	Необходимо интерполировать F-X для заполнения пустых бинов.
Шестиугольная Заплата	Расстилаются шестиугольные заплатки приема и используются шестиугольные ОСТ бины. Более эффективное использование оборудования, так как большее количество каналов будет на полезных выносах.	На практике более сложно осуществить, чем в случае с прямоугольной заплаткой. Обработка шестиугольных бинов на ВЦ может стать кошмаром как в плане выполнения работ, так и обработки.
Радиальная Круглая	Хороша для соляных куполов Совместимый $X_{\max}$ Лучше, чем Радиальный метод расстилки для соляных куполов (Рейли, 1995)	Трудна для использования на практике Может быть упущена информация при неверном значении $X_{\max}$

ГЛАВА 6

ИСТОЧНИКИ

Выбор источника зависит от многих факторов. С помощью тестирования геофизику удастся сделать лучший выбор, зависящий от текущего состояния почвы и погодных условий. Получив некачественные данные тестирования, возможно, вы захотите просмотреть последние данные, полученные на участке.

6.1 Динамит

Взрывные источники создают симметричные волновые поля, образованные продольными волнами. Выбор источника зависит в основном от близповерхностного состояния. Если бурение быстрое и эффективное, то, возможно, единичных скважин ПВ, заполненных динамитом, будет достаточно. Состояние почвы может повлиять на использование динамита в качестве источника. Для работ, проводимых с помощью вертолетов в горных районах, необходимы работы с динамитом. Стоимость и наличие динамита и виброустановок обычно сопоставимы. Однако, в случае необходимости группы скважин, или если глубина взрывной скважины превышает 10-15 м, стоимость взрывного метода может значительно превысить стоимость виброустановок.

Если не могут использоваться динамит или виброустановки, имеется большое количество разнообразных других источников (напр. воздушная пушка, падающий груз, р-shooter). Необычные поверхностные условия или геофизические требования будут движущей силой при выборе нестандартных источников.

6.1.1 Программа работ

При использовании взрывного источника программа работ зависит от следующих параметров:

1. Размер заряда
2. Глубина закладки заряда
3. Число скважин в месте расположения источника

Выбор **размера заряда** зависит большей частью от глубины до интересующего горизонта (проектного горизонта). “Самый лучший” размер заряда тот, который дает максимальный коэффициент отношения S/N на проектной глубине. При больших проектных глубинах обычно требуются заряды больших размеров. Однако, не следует выбирать заряды таких размеров, при которых скважины будут делать выброс (когда большая часть энергии выплескивается наружу из скважины в виде выбрасываемой грязи). В основном, заряды больших размеров вызывают большую поверхностную волну и загрязнение записи звуковой волной (рис. 6.1). Альтернативно, заряды меньших размеров означают содержание более высоких частот, но меньшее количество энергии, идущей в землю.

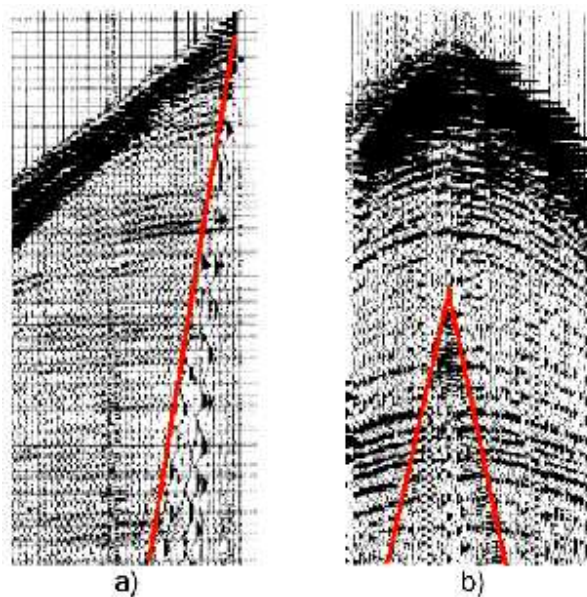


Рис. 6.1.1. Поверхностная волна и воздушный поток (с экрана компьютера).

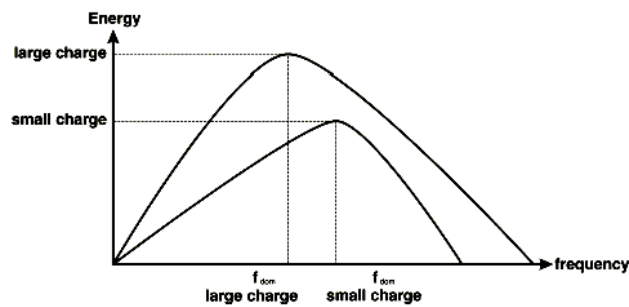


Рис. 6.1.2. Сравнение маленького и большого заряда

Глубина закладки заряда зависит от глубины выветренного слоя и уровня интерференции помех, обнаруживаемых при тестировании. Чем на меньшей глубине находится заряд (напр. 6 м или 20 футов), тем сильнее поверхностная волна и воздушный поток. С другой стороны, экономически нецелесообразно закладывать заряд на большую глубину, чем 18 м (60 футов). Если трудно (и дорого) производить бурение, можно ограничить глубину скважины до 2 м (6 футов) (или меньше, если на поверхности находится базальт (базальтовые породы)).

Количество скважин на пункт возбуждения будет зависеть от глубины скважины, на которую можно пробурить с точки зрения экономичности, и величины видимого шума на записи одной скважины. Могут потребоваться модели со значительным количеством скважин для того, чтобы достаточное количество энергии ушло под землю (в частности, в случае с неглубокими скважинами из-за трудностей с бурением) или для выполнения целей по снижению уровня помех (расстановка источников). При работах 3D группа источников (расстановка источников) часто располагается в том же направлении, что и линии возбуждения для лучшего снижения

уровня помех, так как группы приемников в основном размещаются вдоль линии по направлению линий приема (см. Главу 9 – Группы).

6.1.2 Тестирование

Рекомендуется провести ряд тестов, аналогичных приведенным в табл. 6.1, если неизвестны параметры сбора данных.

Согласно следующей программе проведения тестов 30-40 пунктов должны быть расположены от начала или конца профиля (BOL или EOL – начало/конец профиля). Размер зарядов указан в кг (футах). Результаты проведения тестов будут доставлены обработчику как можно быстрее после окончания регистрации, таким образом, результаты могут быть просмотрены детально. Тестирование помогает при определении параметров источников, которые следует использовать для текущей или будущей программ. Такие тестовые параметры могут варьироваться в значительной степени от территории к территории и, следовательно, необходимо гарантировать, что последовательность тестов отвечает требованиям исследуемой территории.

Таблица 6.1 Обычная последовательность тестов на динамит

Файл №	Тест №	Заряд, кг	Глубина закладки	Кол-во скважин
Тест на размер заряда				
	1	0.5	15	1
	2	1	15	1
	3	2	15	1
	4	4	15	1
Тест на глубину				
	5	1	6	1
	6	1	9	1
Тест на количество скважин				
	7	1	15	3
	8	1	15	5

6.1.3 Стратегия отстрела

Основное преимущество работ с динамитом заключается в том, что несколько бригад взрывников могут работать в **тандеме, взрывая по очереди** (рис. 6.2). Это позволяет одной бригаде взрывников передвигаться на следующее место расположения источника, пока другая бригада занимается электронным подсоединением между детонатором и динамитом и затем производя взрыв, пока он «горячий».

У нас нет опыта работы с кнопочными заплатками, но, похоже, что для них (заплаток) более эффективно использовать взрывные источники, потому что при отстреле в тандеме (в группе) можно легко охватить широко расставленные ПВ, что может потребоваться согласно данной стратегии.

При работах с динамитом особенно важно, чтобы транспорт **«стоял неподвижно»** пока происходит регистрация. Легковые или грузовые машины, проезжающие рядом с расстилкой на профиле, должны быть остановлены, двигатели выключены, чтобы снизить помехи в записываемых данных.

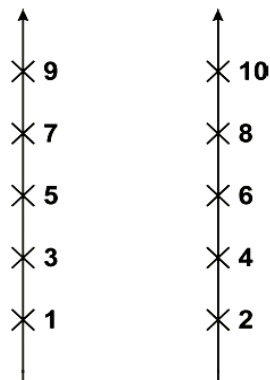


Рис. 6.2 Отстрел в группе на двух параллельных линиях возбуждения.

6.2 Виброустановки

Вертикальные виброустановки создают ассиметричное волновое поле из вертикальных р-волн (продольные) и горизонтальных s-волн (горизонтальные). Shear (сдвиговые) виброустановки создают горизонтальные р-волны и вертикальные s-волны (последние перпендикулярны направлению вибрации). Если многократные взрывные модели не создают достаточно энергии, уходящей в землю, может оказаться предпочтительнее использовать виброустановки (рис. 6.3) на технических территориях (technical grounds), независимо от относительной стоимости.



Рис. 6.3.

Недавно мы столкнулись с некачественными данными, полученными с помощью взрывного источника, на территории в 200 м (650 футов) ледяного покрытия, но мы собрали замечательные данные в случае, когда использовался вибросейсмический источник.

6.2.1 Программа работ

При сборе данные с использованием виброисточников, объем работ зависит от следующих параметров:

1. Длина свипа
2. Количество свипов
3. Количество вибраторов
4. Основное усилие на грунт

Длина свипа (время) – это обычно диапазон от 4 до 20 секунд. Тестирование определит, какая комбинация длины свипа с другими параметрами сбора данных даст наилучшие результаты. Чем больше длина свипа, тем больше времени затрачивают виброустановки на создание диапазонов определенной частоты в землю.

Количество свипов – приемлемый диапазон между 4 и 20. Сокращение помех достигается путем увеличения числа свипов; напр. Помехи от ветра на дальних трассах могут быть значительно снижены путем увеличения числа свипов.

Произведение длины свипа и количества свипов называется **временем контакта плиты с грунтом** и является одним из наиболее важных факторов при определении величины затрат на партию:

Время контакта плиты с грунтом = (длина свипа) * (количество свипов)

Время контакта плиты с грунтом обычно

варьируется между 100-150 секундами на ПВ, однако при определенных обстоятельствах оно может быть снижено до 10 секунд. В основном, более экономично снизить количество свипов, потому что таким образом снижается количество переездов виброустановок; более того, желательны более длинные свипы.

Количество виброустановок варьируется между 3 и 5. Сбор данных одиночной или двойной виброустановками не обеспечит отличное сокращение помех, что может быть достигнуто большим количеством виброустановок.

Основное усилие на грунт – это последний фактор, влияющий на усилие. Наряду с количеством виброустановок он больше влияет на коэффициент отношения S/N, чем длина свипа, количество свипов и ширина полосы частот согласно следующей формуле (М. Ланслей, 1992): улучшение S/N в дБ = $20 \log (\text{количество вибраторов} * \text{основное усилие на грунт} * (\text{длина свипа} * \text{количество свипов} * \text{диапазон частот свипа})^{1/2})$.

6.2.2 Хорошо настраиваемые виброустановки

Виброустановки могут быть расставлены на большом расстоянии друг от друга для образования модели приема и значительное количество свипов может быть суммировано для образования достаточно большого источника. Несколько виброустановок (2-5) обычно объединяются для создания группы (расстановки). Длина группы (расстановки) определяется расстоянием от плиты первого вибратора до плиты последней виброустановки. Эта группа может быть стационарной или перемещаться на предварительно определенное расстояние, как это показано на рис. 6.4 для центра ПВ. Общая длина группы возбуждения:

Общая длина группы возбуждения = длина группы + переезд,

напр. $60 \text{ м} = 30 \text{ м} + 30 \text{ м}$ или $248 \text{ футов} = 124 \text{ футов} + 124 \text{ футов}$

и

переезд = (увеличение (прирост) расстояния переезда) * (количество свипов – 1)

напр. $30 \text{ м} = 10 \text{ м} * (4-1)$ или $124 \text{ футов} = 41 \text{ фут} * (4-1)$

Переезд достаточно эффективно снижает помехи и намного легче с точки зрения работы операторов, оборудования и окружающей среды. Переезд на небольшое расстояние может снизить помехи воздушного потока (333 м/сек или 110 футов/сек) и поверхностную волну на ближних выносах. Переезд на более длинные расстояния может увеличить кратные,

и, следовательно, следует избегать этого.

Часто первый вибратор ставится для первого свипа рядом с флажком, обозначающий место нахождения ПВ. Затем группа вибраторов передвигается между каждым свипом таким образом, чтобы во время последнего свипа последний вибратор находился рядом с флажком. Вибраторы образуют взвешенную группу (на рис. 6.4 массы 1, 2, 3, 4, 3, 2, 1). Если, после последнего свипа, первый вибратор не находится рядом со следующим флажком, тогда вся группа **перемещается** до следующего флажка.

Расстояние между ПВ = переезд + перемещение

Напр. $40 \text{ м} = 30 \text{ м} + 10 \text{ м}$ или $165 \text{ футов} = 124 \text{ футов} + 41 \text{ фут}$

Изменения в **идентичности работы виброустановок**, возникающие при переездах, могут игнорироваться, так как идентичность в работе виброустановок может изменяться от свипа к свипу и даже во время свипа от начала до конца.

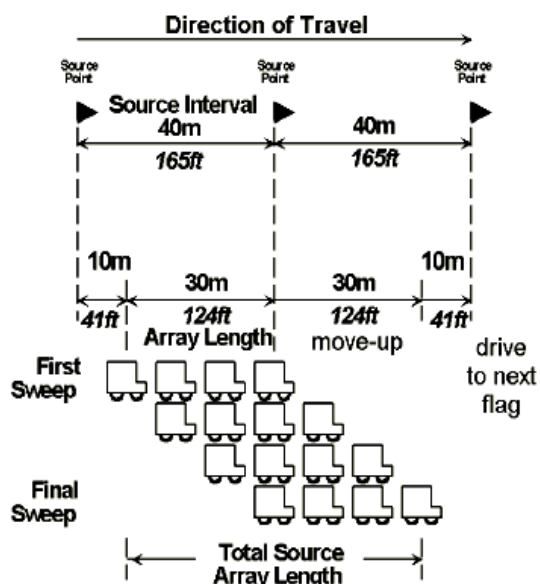


Рис. 6.4 Группа виброустановок, Перемещение и Переезд

6.2.3 Тестирование

Тесты на идентичность («sims») выполняются, по крайней мере, дважды в день для подтверждения удовлетворительной работы виброустановок. Самые тщательные проверки работы – это тесты по проводам (включая физическое соединение кабелем станции и виброустановки).

Тестирование виброустановок обычно требует значительного количества времени в

поле для регистрации различных типов параметров источника: напр. изменения диапазона свипа, время покоя, длина переезда, количество свипов, длина свипа и количество виброустановок. Если неизвестны параметры сбора данных, рекомендуется провести ряд тестов, аналогичных приведенным в табл. 6.2. Стандартный свип может быть таким, как указано в тесте № 2. Тесты могут варьироваться в значительной степени от местности к местности. Формула S/N на стр. 6.11 может быть использована для образования последовательности тестов, т.е., чтобы параметры изменялись в достаточной степени для демонстрации изменений S/N таким образом, чтобы это легко можно было увидеть. Важно при тестировании виброустановок иметь в наличии полевую систему обработки, которая позволила бы геофизику принимать решения на месте

относительно дальнейшего тестирования, которое может оказаться необходимым помимо первоначального ряда тестов. Полосовые фильтры деконволюированных записей ПВ дают хорошие указания на необходимый диапазон свипов. Человек ответственный за полевую обработку, должен иметь возможность связываться с регистрирующей системой партии. Наиболее основные вопросы на этой стадии замены носителей информации: одного ли типа магнитофоны. Сколько займет времени передача данных и приемлемо ли такое время. Также необходимо сохранять результаты тестов для того, чтобы снизить количество тестов, необходимых в течение будущих программ на данной территории. Необходимо сделать графики отношения Фазы, Силы и Частоты ко времени для всех вибраторов до и после тестирования!

Файл №	Тест №	Кол-во вибраторов	Частота свипа, Гц	Кол-во свипов	Длина свипа, сек	Dwell, дБ/окт	Длина группы, м	Переезд, м	Общая длина группы, м
Тест на частоту свипа									
	1	4	10-80	8	12	3	30	30	60
	2	4	10-90	8	12	3	30	30	60
	3	4	10-100	8	12	3	30	30	60
	4	4	10-110	8	12	3	30	30	60
	5	4	10-120	8	12	3	30	30	60
Тест на задержку									
	6	4	10-90	8	12	Нет	30	30	60
	7	4	10-90	8	12	6	30	30	60
Тест на длину переезда									
	8	4	10-90	8	12	3	30	10	40
	9	4	10-90	8	12	3	30	20	50
	10	4	10-90	8	12	3	30	30	60
Тест на количество свипов									
	11	4	10-90	4	12	3	30	30	60
	12	4	10-90	10	12	3	30	30	60
	13	4	10-90	12	12	3	30	30	60
	14	4	10-90	16	12	3	30	30	60
Тест на длину свипа									
	15	4	10-90	8	8	3	30	30	60
	16	4	10-90	8	16	3	30	30	60
Тест на количество вибраторов									
	17	1	10-90	8	12	3	0	0	0
	18	2	10-90	8	12	3	10	0	10
	19	3	10-90	8	12	3	20	0	20
	20	4	10-90	8	12	3	30	0	30

Параметры производства (выполнения):

Вибраторы могут генерировать свипы разнообразными способами. Нисходящие

сви́пы, которые были в моде в 70-х годах, заменили восходящие. Они начинаются на низкой частоте около 10Гц и разворачиваются до 80, 100, 120 Гц и более. Сви́пы могут быть линейными, что означает одинаковое количество времени, затрачиваемое на возбуждение посредством диапазонов частот. **Задержка** может быть внесена в систему, что позволит увеличить центральные частоты (рис. 6.5). Такая задержка создает **нелинейные сви́пы**. Некоторая задержка очень полезна при увеличении диапазона высоких частот окончательно суммированного сейсморазреза. Слишком большая задержка может образовать разрезы с помехами, Нормальный диапазон - между 3 и 6 дБ/окт. Тщательное тестирование и проектирование задержки гарантирует оптимальный коэффициент отношения S/N (У. Притчет, 1994).

Выбор между линейными или нелинейными сви́пами обычно не влияет на стоимость (и следовательно, не оказывает влияния на процесс проектирования), пока время контакта плиты с грунтом остается неизменным.

Могут использоваться **комбисви́пы** для увеличения определенных частот после задержки очень выборочным способом. Несколько диапазонов сви́пов выбираются в очень узких частотных пределах и суммируются позже.

Для виброустановок **коэффициент сви́па (sweep rate)** устанавливается приведенным ниже способом. Этот коэффициент сви́па должен быть установлен на станции, а также на виброустановках (наиболее распространенная электроника на виброустановках – Pelton System Advance I & II):

Коэффициент сви́па = (наибольшая частота – наименьшая частота) / длина сви́па

Графики отношения фазы, силы и частоты ко времени (рис. 6.6) помогут оценить должную работу всех виброустановок. На каждом таком графике показана работа четырех виброустановок. Три линии сплошные, что означает идентичность такой работы. Слабая работа виброустановки указана пунктирной линией

График отношения **фазы** ко времени должен указывать в основном постоянную фазу после 1-2 секунд. Неприемлемо любое значительное отклонение (т.е. > 5 градусов), т.е. одна виброустановка имеет некоторое линейное изменение фазы по отношению ко времени (пунктирная линия).

Виброустановки должны работать на уровне 70-85% от максимального усилия. Каждая

виброустановка будет работать более последовательно в случае работы на таком уровне, чем на большем (т.е. ближе к максимальному). Также работа с более высоким усилием приведет к появлению различий между виброустановками, что скажется на качестве данных. С другой стороны, усилие любой виброустановки не должно падать ниже 90% рабочего усилия при сви́пе (в течение возбуждения) (напр. пунктирная линия).

И последнее, график отношения **частоты** ко времени показывает нелинейный сви́п, т.е. три виброустановки имеют достаточно схожие сви́пы, тогда как одна виброустановка создает сви́п с большей задержкой.

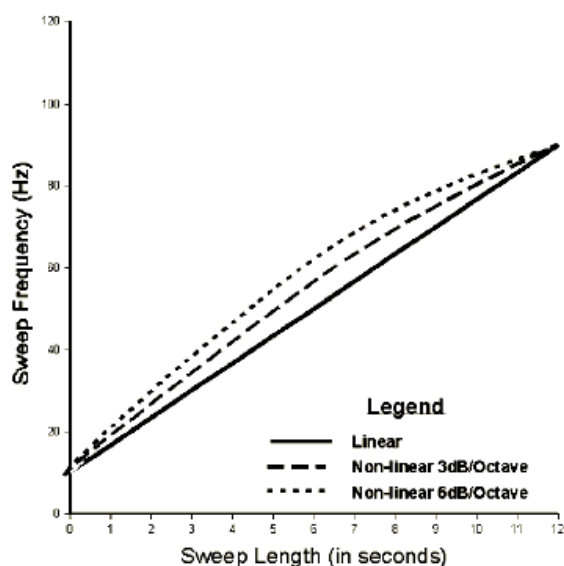


Рис. 6.5 Сви́пы – линейные и нелинейные

Сигнал от источника – виброустановки может быть записан двумя способами. Обычно на практике записи коррелируются с сигналом виброустановки до того, как они будут записаны на ленту (напр. 3 секунды). **Запись некоррелированных данных** увеличивает значительно потребность в лентах – в нашем примере в 5 раз (длина сви́па 12 секунд плюс время прослушивания – 3 секунды, т.е. 15 секунд).

6.2.4 Стратегия отстрела

Для исследований больших объемов может потребоваться использование двух групп виброустановок (из 4 или пяти каждая) (рис. 6.4.) для того, чтобы обеспечить более эффективную работу по отстрелу. Это увеличит ежедневные затраты, но значительно снизит количество времени, затрачиваемое на запись. Способ, которым используются несколько групп виброустановок, зависит от

некоторых факторов, таких как местность, необходимая длительность свипа и время на проезд от ПВ к ПВ. Пятая виброустановка в каждой группе может использоваться как запасная, таким образом, производительность не снижается в случае, если какая-либо виброустановка нуждается в ремонте. Очень важно планировать такие непредвиденные обстоятельства, особенно при работах на дальних расстояниях.

Исследования с использованием виброустановок имеют главное преимущество, заключающееся в том, что **ПВ могут отрабатываться неоднократно** для увеличения кратности после смещения заплатки или повтора ПВ. Такую гибкость намного труднее достичь в программах с использованием динамита из-за затрат времени на бурение, перемещения заплаток и путаницы из-за того, когда какую скважину отстреливать. При сборе данных с использованием виброустановок, профильные бригады могут расстилать и собирать кабели и сейсмоприемники. А при использовании взрывных источников это обычно невозможно сделать.

Если необходимо отрабатывать ПВ неоднократно, важно стараться не дублировать лучи источник – приемник. Это также применяется для восстановления «первоначального состояния» ПВ. Намного лучше восстанавливать расположение ПВ путем параллельного смещения ПВ линиям приема, а не перпендикулярного. Это снизит нарушения в распределении кратности.

6.3 Другие виды источников

Хотя в большинстве исследований используются динамит и виброустановки, существуют и могут использоваться другие источники для 3D съемок в поле.

Воздушная пушка (используется в переходной зоне)

Shot-gun (Бетси)

Mini-Sosie (Thumper, ударная?)

Land air-gap (наземная воздушная пушка)

Диносейс

Генератор эластичных волн (Бизон)

Минивиброустановки

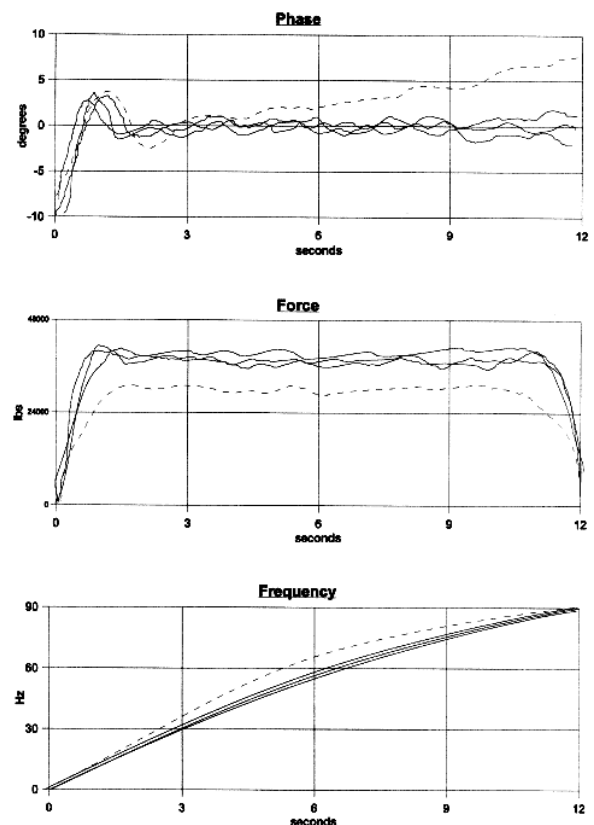


Рис. 6.6 Графики контроля качества отношения Фазы, Усилия и Частоты ко времени.

Возможно, использовать один из поверхностных (не наносящих значительного ущерба окружающей среде) источников на определенных участках территории проведения исследования для сбора данных с ближних выносов, т.е. там, где невозможно использовать динамит или вибросейс. Затем используйте более тяжелые (более мощные) источники для сбора данных с дальних (глубоких) выносов путем «подстрела» этих участков. ВЦ имеет незавидное задание совместить фазу данных, полученных на небольшой и большой глубинах, для того, чтобы отобразить их вместе на одном рисунке.

РЕГИСТРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Выбор регистрирующего оборудования зависит от многих факторов. Обычно не проводится тестирование, но выбор больше зависит от наличия оборудования у подрядчиков.

7.1. Приемники

Тип приемников зависит от площади сбора данных. Разнообразие приемников и их использование приведены в таблице 7.1.

В обычных сейсмоприемниках для наземных работ резонансная частота составляет 10 или 14 Гц. Однако уже производятся приемники с резонансной частотой до 100 Гц. (Рис 7.1) Приемники обычно соединены в группы по 4, 6, 9, 12 или 24. (Рис 7.2) Они могут расстилаться вдоль записываемой линии, поперек линии или по образцу, как, например, в круг вокруг флажка пункта. Группирование нескольких приемников может создать взвешенную расстановку, но не предлагает такую же пространственную фильтрацию расстояния, как рассредоточенная расстановка. Если разъемы кабелей линий ПП больше, чем интервал между группами, сами кабели могут группироваться.



Рис. 7.1



Рис. 7.2

В транзитной зоне (болото или озеро) могут использоваться гидрофоны или болотные сейсмоприемники. Болотные приемники должны быть закопаны на всю длину, чтобы гарантировать полное закапывание.

Гидрофоны могут быть растянуты в группу

на дне озера. Часто имеющееся оборудование позволит иметь только один принимающий элемент на группу. Необходимо внимательно исследовать влияние, производимое на очевидную нехватку снижения шума. Гидрофоны имеют только кажущееся смещение фазы на 90° относительно геофонов на очень мелких водных глубинах. Гидрофоны чувствительны к давлению более чем к скорости, что характерно для геофонов, однако, они совпадают друг с другом по фазе. Это только временное отношение между первичным и вторичным вызывает кажущееся смещение фазы на очень мелких глубинах (возле береговой линии). Фильтры взаимной корреляции могут разрабатываться, чтобы получать наилучшие фазовые пары между различными регистрирующим оборудованием и источниками.

Один поставщик 24-битной системы перешел на геофоны 4-полюсной системы, закопанную на собственную глубину. Возможно, не существует определенной разницы в записанном сигнале с группами с большим числом приемников. Эти геофоны могут использоваться в наземной или переходной среде. Эти системы снижают время, необходимое бригаде регистрации для расстилки и передвижения закладки.

Таблица 7.1 Типы приемников

Тип	Резонансная частота	Среда
Геофон	8, 10, 14, 40, 100 Гц	Наземные работы
Болотные приемники	10, 14 Гц	Переходная зона
Гидрофоны	10, 14 Гц	Морские работы
3-компонентные	2, 8 Гц	Поперечная волна

3-компонентная 3Д съемка требует в 3 раза больше каналов для возможности записи, т.к. каждый компонент регистрируется отдельно. Это может значительно затруднить старания при получении достаточной кратности. Отражение поперечной волны содержит диапазоны низких частот, используются приемники с низкими резонансными частотами.

Расстановки приемников формируются посредством расстилки приемников (любого типа) на некотором расстоянии друг от друга (напр., 12 через 20 м (40 фт – 55 фт)). По рабочим причинам группы обычно располагаются чаще по прямой линии,

нежели в какой-то другой форме расстановки (напр., Рис. 7.3). Очень мало работы относительно расстановки приемников в мировой 3Д сейсмике принадлежит всеобщему достоянию (напр., Регон С. Дж., 1994). Если необходимо расстелить приемники в квадратную расстановку, линейный размер расстановки значительно сократится; это сократит эффективность затухания длинноволнового шума. См. Главу 8 для более полного рассмотрения расстановок.

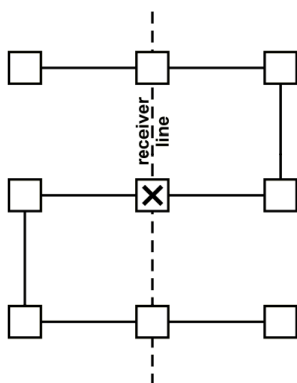


Рис 7.3.

В холмистой местности (где разница высот с одного конца любой группы приемников превышает, напр., 2 м (6 фт)) геофоны могут быть сгруппированы на маленькой площади. На очень крутой местности приемники можно расстелить параллельно топографическим контурам.

Может потребоваться, чтобы геофоны были полностью закопаны, чтобы уменьшить шум от ветра. Для 3Д съемки, которую потребуется перестрелять позднее (напр., сейсмомониторинг), может быть, лучше закопать приемники в землю полностью на время проведения работ.

ПП могут добавляться, как единичные пункты (телеметрические системы) или же в комплектах по 4 или 6 групп (распределенные системы), в зависимости от применяемого регистрирующего оборудования.

Когда установлено достаточное количество групп приемников, чтобы записать первый ПВ, оператору в станции необходимо стабилизировать расстановку, проверяя электронным образом надлежащие соединения кабелей.

Если имеются утечки или плохие соединения, профильные бригады должны улучшить до идеального состояния. В то же время батареи в боксах должны быть проверены на достаточность запаса энергии. Оператор должен предотвратить полную «остановку» системы, когда расстановка стабильна, потому что «пробуждение» повлечет за собой перепроверку всей расстановки заново, что потребует опять

временных затрат (еще одна причина для 24-часовых работ!).



Рис. 7.4. Различные типы геофонов

7.2. Регистрирующее оборудование (станции)

Существует огромное разнообразие регистрирующего оборудования, пригодного для 3Д съемок. Сегодня многие системы сбора данных предоставляют 24-битную технологию; многие из тех, что указаны в Таблице 7.2, на это способны. 24-битная технология предлагает высокую точность и может регистрировать в большом динамическом диапазоне. Гораздо большее количество систем можно приобрести у прочих производителей. Список во всех отношениях не является одобрением отдельно взятой системы, но еще и просто собирает их все для удобства участников курса. Особенности каждой системы необходимо изучить для текущего задания, напр., системы I/O требуют дополнительный профильный интерфейсный модуль (LIM) при регистрации более 1015 каналов (1024 минус вспомогательные каналы).

Для наземных работ эти регистрирующие установки обычно установлены на грузовик или багги и могут, следовательно, легко передвигаться по площади для сбора данных.

120-и или 240-канальные системы, такие, как система DFS V, или 24-битные системы OYO DAS или Bison Spectra будут полезны для очень небольших 3Д съемок. Обычно необходимо несколько 120-канальных систем, соединенных вместе, чтобы получить достаточную канальную мощность для такой маленькой 3Д съемки, когда вынужденно используется 120-канальное оборудование.

Дискретизация по времени в 3Д повторяет теорию дискретизации в 2Д. Обычно сейсмические данные регистрируются при шаге дискретизации – 2 мсек, с высокочастотным фильтром – 128 Гц, как с антиалиасинговым. Переход на шаг дискретизации в 4 мсек – вариант, чтобы уменьшить объем данных до обработки, хотя направление, конечно же, ведет к более высоким шагам дискретизации (напр., 0,5 или 1 мсек).

Таблица 7.2 Обзор типичного оборудования для 3Д. Дальнейшие технические спецификации, пожалуйста, уточняйте непосредственно в литературе по соответствующей компании

Производитель	Система	T/P2	Боксы	Количество групп	Профильные устройства	Центральная система
Geo-X	Aram	P	УСМ	Группы из 8	УСЛТ	ЦРУ
Input/Output	I/O I	P	УНС	Группы из 6	УСЛТ	МКС
Input/Output	I/O II	P	МУН С	Группы из 6	УЛТ	МКС
Sercel	SN388	P	УС	Группы из 1-6	УП	ЦКУ
Western	Vision 8000	P	МСП	Группы из 8	УПП	ЦУМ
Fairfield	The BOX	T	РТУ	Группы из 1-8	Прямо к	регистрирующей системе
Fairfield	Teleseis Star	T	УУ	Группы из 1-6		
Geco	Digiflex	T				
Opseis	Eagle	T	УУС С	Группы из 1-6	Прямо к	ЦРС
Syntron	Polyseis	T	РТУ			

Сокращения:

УЛТ	Улучшенный лайн-тэп	ALX
ЦКУ	Центральное контролирующее устройство	CCU
УПП	Устройство пересечения профилей (?)	CLU
ЦУМ	Центральный управляющий модуль	CMM
ЦРС	Центральная регистрирующая станция	CRS
ЦРУ	Центральное регистрирующее устройство	CRU
УП	Устройство пересечения	CSU
МСП	Модуль сбора данных по профилю	LAM
ПИМ	Профильный интерфейсный модуль	LIM
УСЛТ	Устройство лайн-тэп	LTU
МУНС	Миниатюрный удаленный накопитель сигнала – расширенного диапазона	MRX
УСМ	Удаленный собирающий модуль	RAM
УНС	Удаленный накопитель сигнала	RSC
РТУ	Радиотелеметрическое устройство	RTU
УУ	Удаленное устройство	RU
УУСС	Удаленное устройство для сбора сейсмических данных	SAR
МКС	Модель контроля системы	SCM
УС	Устройство станции	SU

Системы, указанные ниже, обычно используются для работ с высоким разрешением (суб-миллисекундная дискретизация). Ни одна из этих систем не имеет большого количества каналов (> 1000).

Bison	Jupiter	P
EGG		P
JAPEX	GDAPS-4	P

2 Т – телеметрическая, Р - распределительная

7.3 Распределительные системы

Распределительные системы имеют кабельное соединение между устройствами, которые регистрируют полевые данные, и контролирующей системой в станции. Обычно эти соединения производятся посредством различных профильных устройств, которые собирают информацию с нескольких различных групп сейсмоприемников.

Обычно регистрирующее оборудование расставляется в порядке, похожем на Рис. 7.5. для удобства и перекрестной ссылки на Таблицу 7.2, в качестве примера использовалась I/O System Two.



Рис. 7.5

К одному MRX (Миниатюрному удаленному накопителю сигнала) подключается до 6 групп сейсмоприемников. Это устройство, вместе с соседними, посылает сигнал на ALX (Улучшенный лайн-тэп), который затем передает информацию, вместе с информацией с других ALX на SCM (Модуль контроля системы).

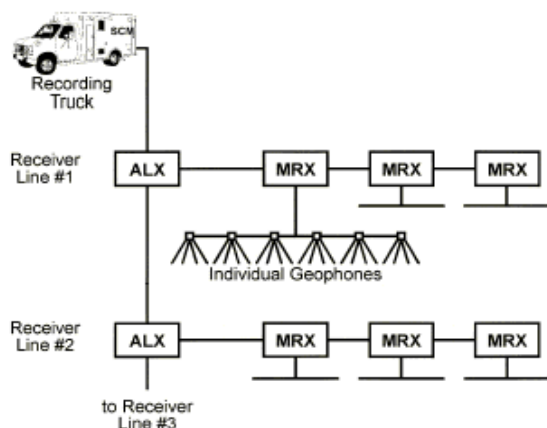


Рис. 7.6

7.4 Телеметрические системы

Истинные телеметрические системы не имеют физического соединения между регистрирующим оборудованием и системой контроля в регистрирующей станции. Их следует использовать там, где ограничен

доступ из-за пересеченной местности, проблемами получения разрешений или еще каких-то причин. Телеметрические системы имеют недостаток в сравнении с распределительными системами в том, что радиопередача данных с боксов на станцию занимает время. Это может занять даже порядка несколько минут на ПВ, что значительно замедлит бригаду отстрела. На сколько это снижение скорости увеличит стоимость съемки?

Лесонасаждения могут стать проблемой для передачи сигнала. ЧМ помехи могут быть значительными в населенных местностях. Смешанные системы (немного телеметрические, немного распределительные) могут использоваться при пересечении рек или дорог в выбранных местах.

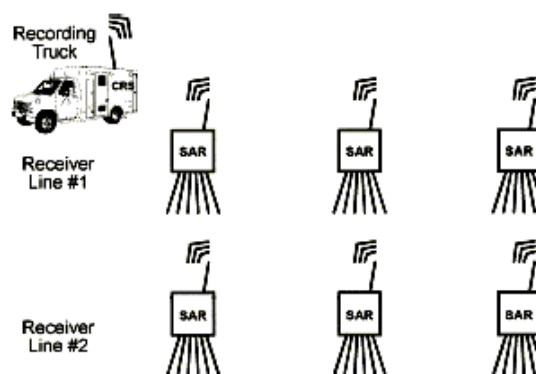


Рис. 7.7

Типичная полевая расстановка показана на Рис. 7.7. Опять-таки для удобства и перекрестной ссылки на Таблицу 7.2, в качестве примера проиллюстрирована система Opseis Eagle. SAR (Удаленное устройства для сбора сейсмических данных) записывает сигнал и пересылает его посредством радиочастот на CRS (Центральная регистрирующая станция).

ГЛАВА 8

РАССТАНОВКИ

В сейсмических 3D съемках, как и при сборе 2D данных, интервалы между источниками и приемниками выбираются так, чтобы было возможно продолжительное восстановление волнового поля. Только тогда данные должным образом отобраны (Вермеер, 1990). Расстановки используются, чтобы заглушить нежелательные шумы, которые в противном случае могли бы «засорить» это отобранное волновое поле.

8.1. Вопрос о расстановках

Проектирование расстановки в 3D съемках без преувеличения принимает иной размер. Знаменитое решение данного вопроса можно найти у Вермеера (1990).

Если используется расстановка приемников, она должна быть как можно проще. На сегодняшний день, как правило, используются **квадратные шаблоны** или **продольные расстановки**, потому что они очень просты и эффективны при расстилке. Проектировщик может сделать главное ударение на замысловатую расстановку приемников; это мнение может быть сложным для восприятия для старшего передней бригады, который может не понимать необходимости точного соблюдения инструкций. Если проектировщик не работает напрямую со старшим передней бригады, как он может ожидать тщательного расположения расстановок.

В 3D съемках энергия источника приходит по многим направлениям. Следовательно, если расстановка геофонов расстелена продольно, отклик от ПВ, возбужденного по длинной стороне в такую расстановку, не будет воспринят расстановкой. Отклик расстановки будет драматически меняться в зависимости от азимута между расстановками ПП и ПВ. Из-за этой изменчивости многие компании предпочитают совсем **не строить расстановок** при регистрации данных 3D.

8.2 Расстановки геофонов

Рис. 8.1 иллюстрирует ситуацию с откликом 5-геофонной расстановки (продольно, ВЗ) на энергию, пришедшую по различным направлениям. Заметьте слабое затухание синфазной энергии при 90° и 270° (СЮ) и хорошее затухание при 0° и 180° (ВЗ).

Рисунки 8.1, 8.2 и 8.3 показывают отклик 2D расстановки с азимутом расположения геофонов 0 градусов, т.е. с востока на запад. Верхние рисунки (а) показывают отклик расстановки в виде линейного рисунка, в то время как нижние рисунки (b) дают радиальное представление.

8.3 Расстановка источников

Рис. 8.2 показывает отклик симитированного переезда в направлении север – юг. Заметьте хорошее затухание на 90° и 270° (СЮ), и плохое затухание или полный отклик на 0° и 180° (ВЗ). Типичные образцы – 4 вибратора с 5 м между плитами (длина – 15 м), переезжающие каждый раз на 5 м. В примере (Рис. 8.2) расстояние между плитами – 5 м, переезд – 5 м, всего 4 свипа. Общая полезная длина расстановки равна 20 м. (Конволюция четырех 20-метровых расстановок).

8.4 Отклик комбинированной расстановки

Рис. 8.3 показывает отклик комбинированной расстановки совмещенных двух расстановок. Важно заметить, что это теоретический отклик в идеальной ситуации с расстановками сейсмоприемников и расстановкой источников, расположенных прямоугольно. Эта конкретная расстановка, кажется, предоставляет хорошее затухание шумов во всех направлениях.

Каждый метод расстилки будет иметь свою особенную геометрию регистрации. Соответственно, расстановки будут расстилаться по-разному. Теоретический отклик должен оцениваться до работы с особым проектированием.

8.5 Расстановки суммы

Расстановки суммы широко обсуждались Анстеем (1986а, 1986б, 1986с, 1987 и 1989). 2D подход к расстановке суммы может рассматриваться как предлагающий четную, последовательную, равномерную последовательность геофонов поперек накоплений ОСТ. В наземных работах применяется центральная расстановка:

Длина группы равна интервалу м/у групп

Интервал между источниками равен интервалу между групп

ПВ расположены между группами

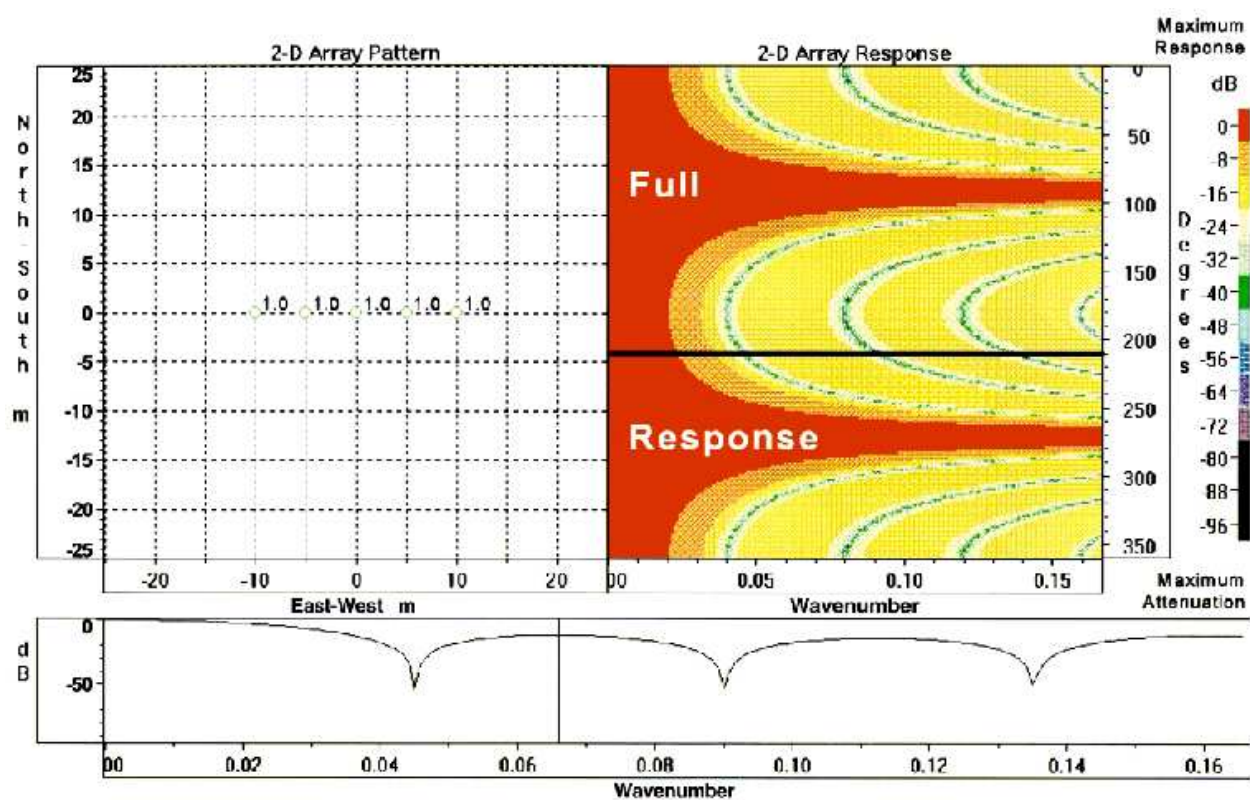


Рис. 8.1a

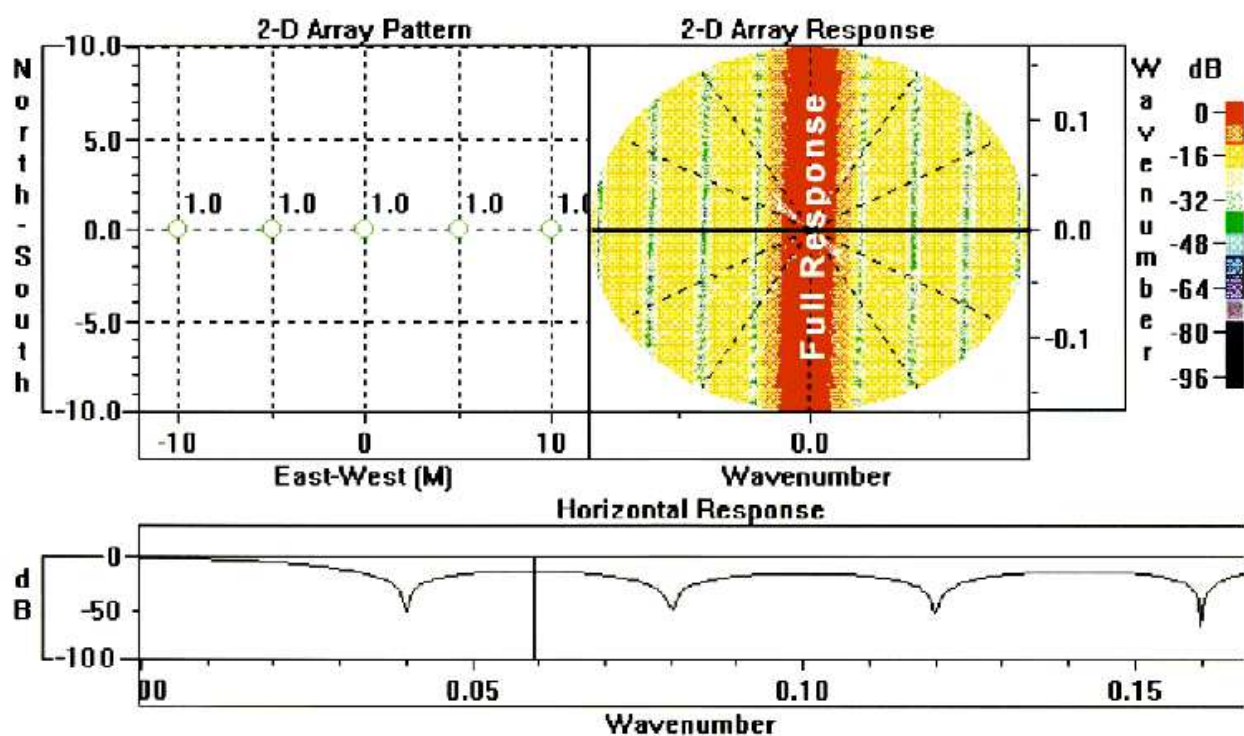


Рис. 8.1b

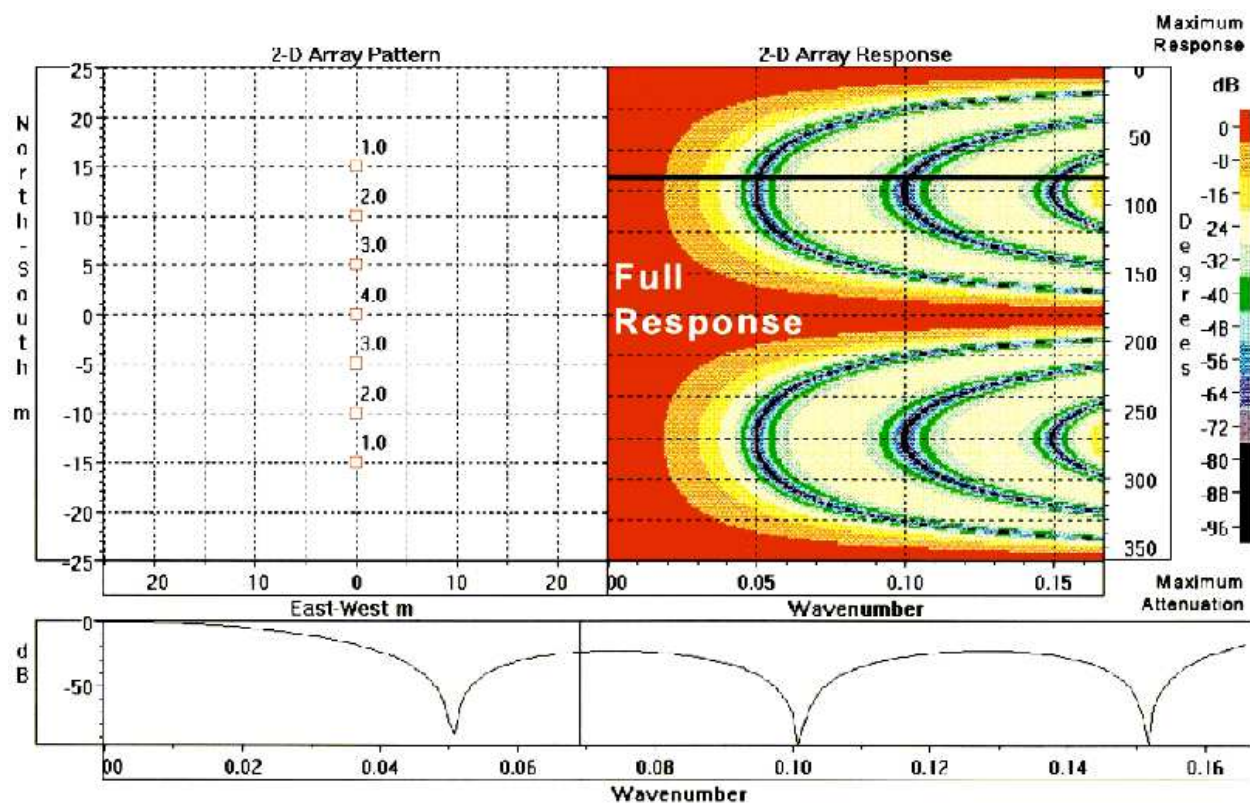


Рис. 8.2a

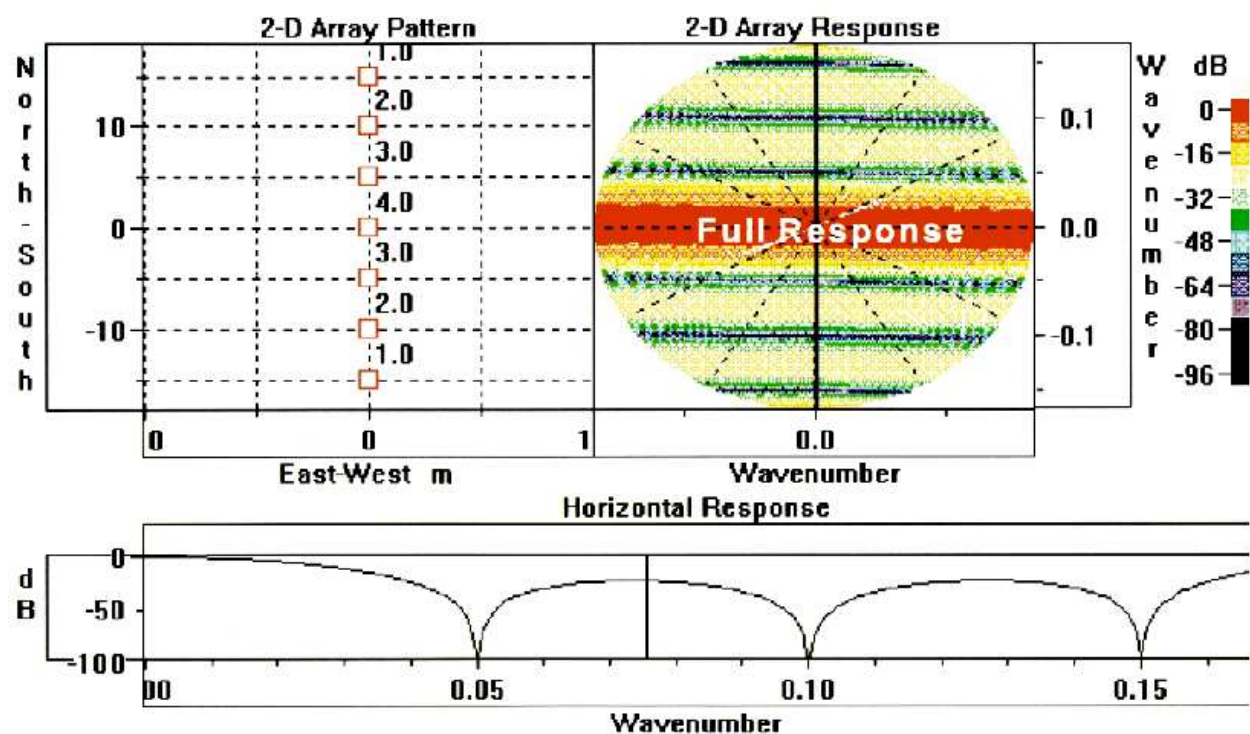


Рис. 8.2b

Эти расстановки суммы зависят от выносов трасс от всех соответствующих ПВ. Если мы предположим изотропный шум (также во всех направлениях), расстановка 3D суммы становится 2D расстановкой, сформированной различными трассами выноса. Таким образом, отклик от каждого азимута – один и тот же.

Т.к. 3D OCT бины всегда содержат трассы различных выносов, влияния расстановки суммы отличается в каждом OCT бине и часто незначительны, из-за неравномерного смещения выносов на каждой OCT. Другое отношение шумов в различных бинах приводит прямо к так называемым **отпечаткам геометрии**. Полезные

расстановки источников и приемников могут значительно снизить регистрируемый шум по каждой трассе, и, следовательно, снизить отпечаток геометрии.

8.6 Методика недоступного сбора данных

Онкихонг и Аскин (1988) передвинули подход к расстановке суммы на один шаг далее. Они предлагают расстановки равной длины для шаблонов источников и приемников. Для симметричной выборки

(представленной Вермеером, 1990) количество элементов в каждой расстановке, в независимости — источников или приемников, должно быть одинаковым. Они заключают, что *любое отклонение от гомогенности в фундаментальной выборке оператора — совершенно пагубно*. В работах, опубликованных в Geophysics, в 1988 году, Вермеер расширил симметричную выборку 2D до 3D.

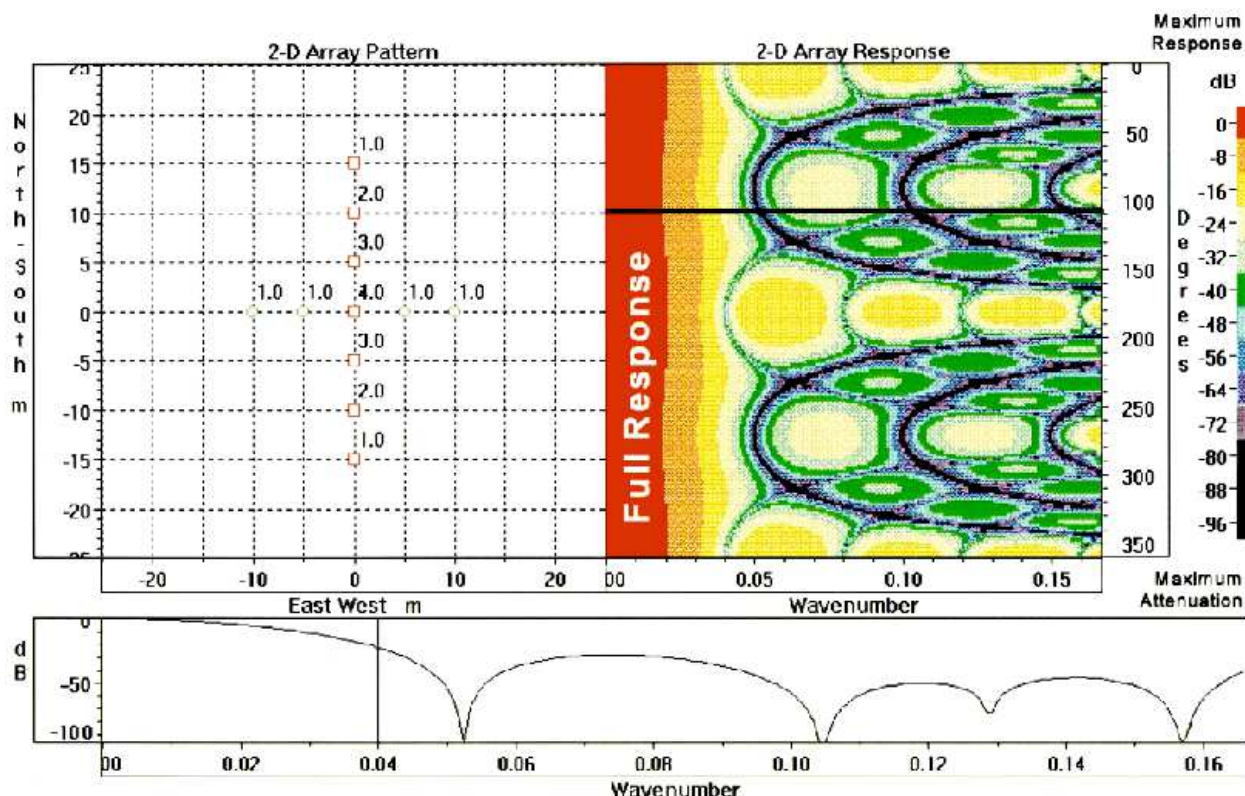


Рис. 8.3а

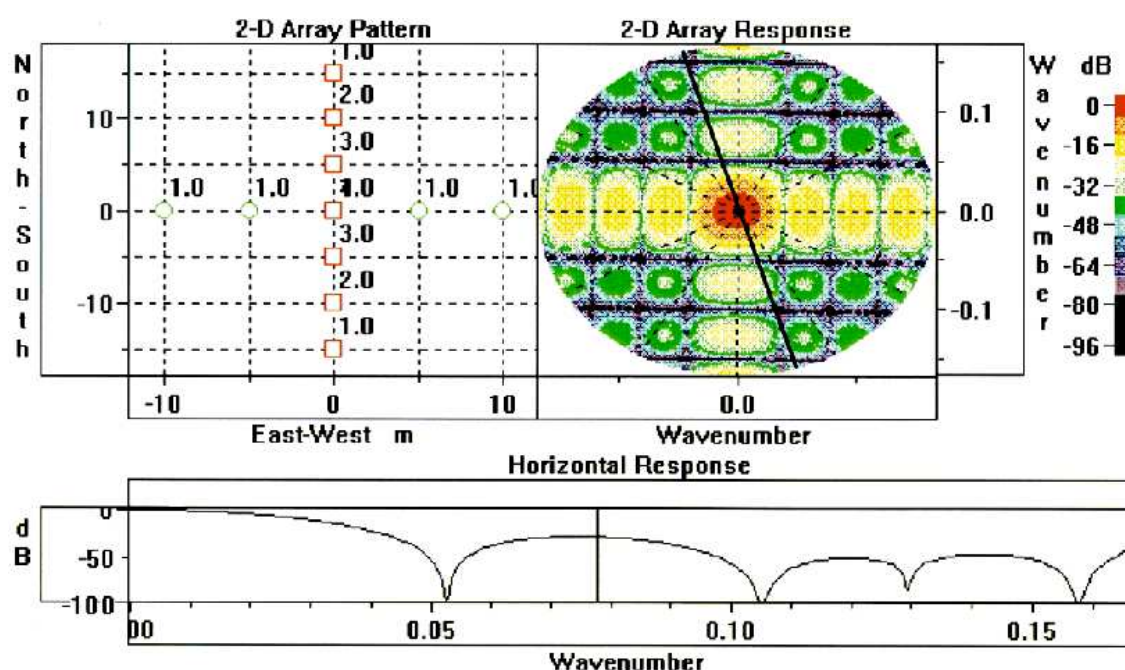


Рис. 8.3b

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ РАСЧЕТЫ

9.1. Топография

Необходимо поддерживать близкие **взаимоотношения** между проектировщиком сейсмической 3D программы и топографами, чтобы правильно локализовать работы и затем выполнить их должным образом. Проектировщику необходимо изучить точные инструкции по тому, какие разрешения (допущения) могут быть сделаны в отношении любых ожидаемых изменений, например, как должны размещаться запланированные ПВ. На пересеченной местности топографы часто предполагают, что расстояние может быть измерено вдоль гряды, а не горизонтально. Измерение, горизонтально является единственным эффективным способом, чтобы гарантировать, что распределение СТ выполнено так, как намечено.

Предварительная схема программы в рабочем масштабе даст топографам хорошую основу для работы, а проектировщику – удобство, что ожидаемые положения для каждого ПВ и ПП будут задокументированы (Рис. 9.1). Местоположения ПВ и ПП должны нумероваться таким образом, чтобы две точки не имели один и тот же номер.

Топография, скважины, строения, трубопроводы, существующие профили и прочие поверхностные препятствия могут влиять на местоположение линий и точек ПП и ПВ (Таблица 9.1). Проектировщик должен как можно серьезнее принять это к сведению (особенно топографические ограничения) на стадии планирования. Топограф должен подать много детальной информации относительно **исключений, скатов и выносов** проектировщику, который затем решит, приемлемы ли изменения и, возможно, перепроектирует программу. Прежде чем ПП и ПВ будут разбиты окончательно, проектировщик должен указать, как далеко могут быть смещены ПВ или ПП. В общем, вынесение пунктов на расстояние большее, чем интервал между линиями. Когда вы хотите обойти препятствия, убедитесь, что линии (ПВ и ПП) остаются гладкими. Это предотвратит прерывистость в общем сборе ПВ и ПП, отсюда вытекает и предотвращение ложных изображений в миграции. ПВ не считаются отдельными, но они являются образцами общего сбора ПП, которые вы хотите увидеть хорошо собранными. Вынесение ПВ на целое число расстояния между пунктами создает

разрывы, даже если сохраняется простая регистрация данных с соответствующими СТ.

Во многих случаях там, где существуют сложные поверхностные препятствия, в сложных съемках мы находим более выгодным поместить проектировщика в поле вместе с топографами. Многие проблемы могут быть разрешены гораздо проще непосредственно на точке. Идеально, если этот человек имеет сейсмический полевой опыт и если в его распоряжении есть переносной компьютер с загруженным начальным проектом 3D.

Формат цифровой информации по съемке, подлежащей передаче, должен быть установлен топографом до посещения места работ. Широко приемлем формат SEG-P1. Стандартные форматы предоставления данных для топографии можно найти в отчете по SEG (1983). Электронная передача топографических данных могут значительно сократить вероятность человеческой ошибки при копировании данных.

Координаты карт обычно передаются в проекции UTM (Универсальный Поперечный Меркатор); Центральный Меридиан, который используется в качестве ссылки, является чрезвычайно важной частью данных. Уже широко доступны компьютерные программы по переводу данных из одной географической системы координат в другую.

Для международных проектов необходимо уделить особое внимание всем деталям проекции и сфероид, на котором она основана. Например, в Аргентине используется модифицированная сеть UTM с происхождением на юго-востоке Тихого океана. В Африке на перевод длины и ширины влияет другой сфероид.

Окончательный план съемки 3D программы может быть не очень-то похожим на предварительную схему (напр., Рис. 9.2), но все же оставаться существенным элементом съемки не только для обработчика, но и для органов регулирования.

Когда **окончательные планы для органов регулирования** предоставлены, иногда они включают только соответствующие положения линий, а не точные координаты ПП и ПВ. Они также должны включать такую информацию, как пути доступа и объездов, которые могут потребоваться партии, чтобы добраться до всех точек 3D съемки.



а



б



в

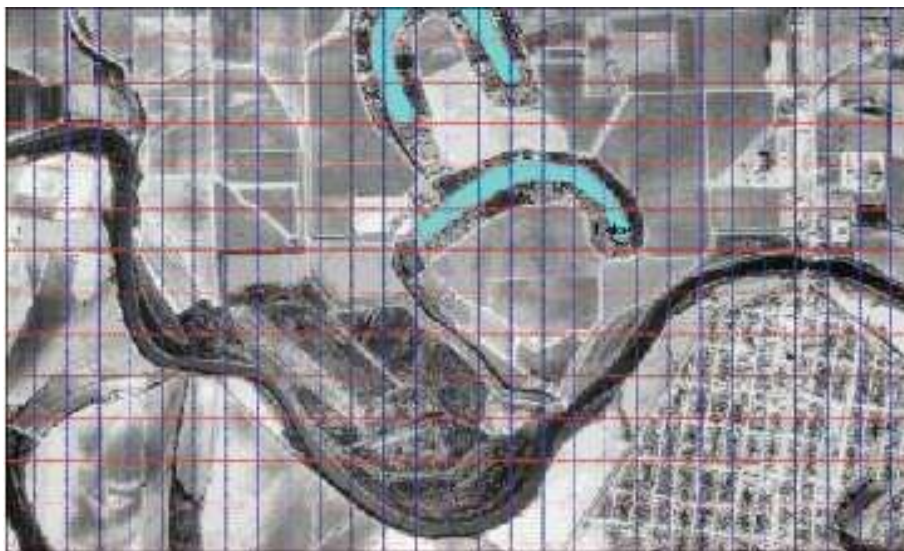


г

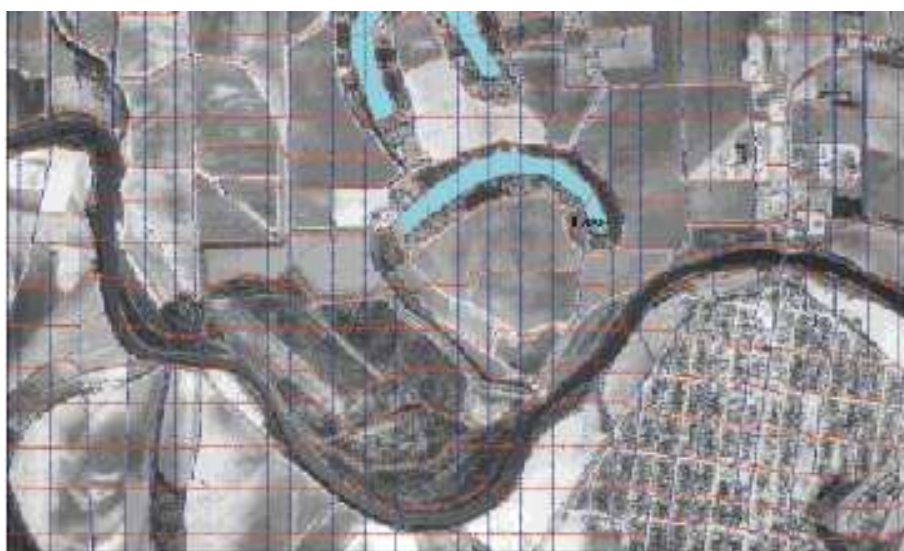
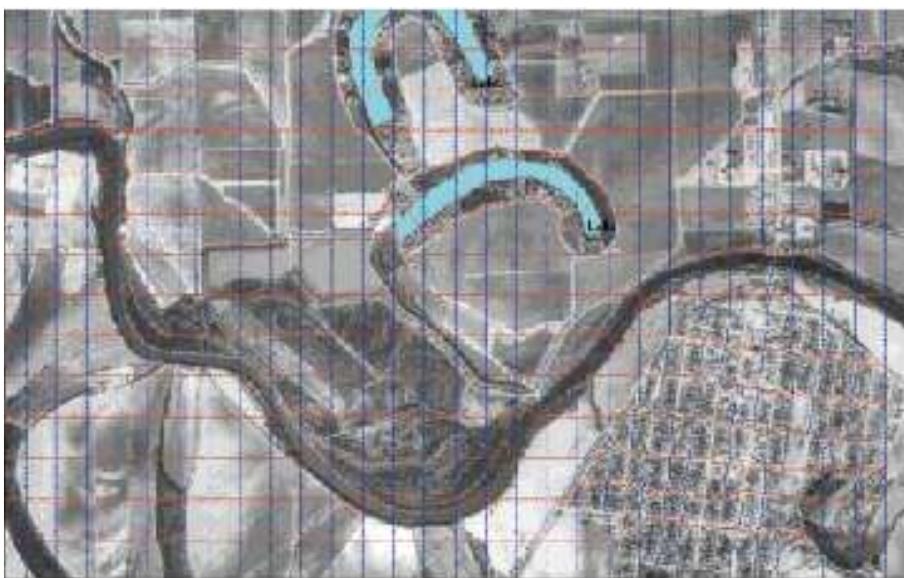
Рис. 9.1

Таблица 9.1 Таблица требований к расстояниям (Канада/США)

Строение	Невзрывной источник		Взрывной источник	
	50 м	330 фт	180 м	300 фт
Водяная скважина	100 м	330 фт	180 м	300 фт
Трубопровод низкого давления	3 м		3 м	
Трубопровод высокого давления	15 м	300 фт	32 м для ≤ 2 кг	≥ 200 фт (≤ 5 фунт)
(или нефтяные и газовые скважины)		300 фт	До 180 м в зависимости от размера заряда	



Теоретическое расположение.



Типичный конечный план.

Рис. 9.2

9.2 Файлы – скрипты

Современные полевые системы, такие, как I/O System One и Two могут контролироваться так называемыми файлами – скриптами. Файлы – скрипты определяют, как заплата ПП передвигается по всей 3D программе при **продвижении последовательности ПВ**. Для очень маленьких 3D съемок, где вся 3D программа расстелена и является «активной» до отстрела первого ПВ, последовательность ПВ не существенна. Однако при больших 3D съемках продвижение ПВ является наиболее важным пунктом. Время - решающий фактор, и, следовательно, «перезахват» ПП или ПВ должен быть сведен к минимуму. При больших 3D съемках количество доступных каналов (геофоны, кабели, боксы) обычно равно двойному количеству каналов, активных в заплатке. Это позволяет партии работать более эффективно и легче передвигать заплатку.

Очевидно, что компьютерные программы, используемые для проектирования 3D, могут генерировать такие файлы. Они могут затем загружаться в полевую станцию до начала работ. Ошибки легко предотвратить. Оператор в станции может ограничивать способность менять скрипты. Никто не должен даже предполагать, что оператор «знает», как проектировщик ожидает собрать данные по 3D съемке, что касается последовательности ПВ.

Мы рекомендуем, чтобы вы заранее протестировали ваши файлы - скрипты вместе с подрядчиком. В файле существует достаточное количество отличительных черт для ошибок, которые могут повлечь серьезные задержки – и эти потенциальные проблемы должны быть устранены до начала работы партии! Собрание начальника партии и проектировщика до того, как партия выедет в поле, может определить пути для оптимизации полевых работ и сохранения стоимостей.

Типичный файл – скрипт приведен в Таблице 9.2. Файлы – скрипты определяются по серийному номеру (или номеру ПВ), а затем устанавливается шаблон. Файлы – скрипты не должны нумероваться последовательно.

Имеются также и другие файлы – скрипты, например, для систем сбора I/O, ARAM и OPSEIS.

Файлы SPS (Поддерживающий обрабатывающий формат Shell). Для использования в поле недавно компания Shell International приняла формат, приемлемый для SEG. Основная идея состоит в том, что файлы SPS должны содержать все, что необходимо знать о 3D.

Таблица 9.2 Пример файла – скрипта

Это начало файла – скрипта I/O, конвертированного в ASCII, созданного из FD5.0. Площадь съемки – 3200 x 3200 м, бин – 50 x 50 м ИЛПП = 200м (СЮ), ИЛПВ = 400м (ВЗ); 297 ПВ, 561 ПП, нет (.....); выбрана опция нумерации I/O. Заголовок [34 байта]: файл – скрипт, № ПО: 2.62 [2 байта] 10 10 Разделитель: 4660 nscripts: 297 Серийный: 101, тип пункта: 1 тип источника: 1 ПВ: ЛИНИЯ: 1.0 ПУНКТ: 0.0 ЗАПЛАТКА ПП: Самая нижняя линия: 1, самый нижний пункт: 0 Наивысшая линия: 16, наивысший пункт: 31 Активные линии: 16

Серийный: 102, тип пункта: 1 тип источника: 1

This is the beginning of an I/O Script file, converted to ASCII, created from FD5.0. The survey is 3200 m x 3200 m, with 50 m x 50 m bins RLI = 200 m (N/S); SLI = 400 m (E/W); 297 sources 561 receivers; no roll-on; I/O numbering option chosen. HEADER[34bytes]: Script file, software rev: 2.62 [2 bytes]10 10 Separator:4660 nscripts:297

*Serial:101 Stn type:1 Src Type:1
Shot Point: LINE: 1.0 STATION: 0.0
RECEIVER PATCH: Lowest Line :1 Lowest Stn : 0
Highest Line:16 Highest Stn: 31
ACTIVE LINES: 16
Line: 1 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 2 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 3 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 4 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 5 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 6 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 7 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 8 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 9 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 10 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 11 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 12 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 13 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 14 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 15 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 16 First Stn: 0 Last Stn: 31*

*Serial:102 Stn type:1 Src Type:1
Shotpoint: LINE: 1.50 STATION: 0.0 - Different source point
RECEIVER PATCH: Lowest Line :1 Lowest Stn : 0
- Same receiver patch
Highest Line:16 Highest Stn: 31*

*ACTIVE LINES: 16
Line: 1 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 2 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 3 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 4 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 5 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 6 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 7 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 8 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 9 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 10 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 11 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 12 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 13 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 14 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 15 First Stn: 0 Last Stn: 31
Line: 16 First Stn: 0 Last Stn: 31*

Сейсмический обработчик тогда будет вооружен всей информацией, требуемой для обработки данных.

Файлы SPS содержат 4 группы файлов:

H Файл заголовка - содержит регистрируемую информацию, и т.д.

S Файл ПВ - эквивалент SEG-P1 для положений ПВ

R Файл ПП - существенно идентичный формату SEG-P1 для положений ПП

X Файл отношений - перекрестная ссылка м/у ПВ и ПП

SEG недавно принял формат SPS как новый стандарт. Ожидается, что его использование станет широко распространенным. Заметьте, что оборудование Sercel 388 может напрямую читать эти файлы SPS (файл – скрипт), чтобы определять положения приемников для каждого ПВ.

Таблица 9.3 суммирует файл – скрипт SPS.

Это типичные файлы SPS. На следующих страницах приведены 4 таких файла. Это первый файл – **файл заголовка**.

Таблица 9.3 Пример файла – скрипта SPS

		H файл Заголовка
H00	Формат SPS, версия №	SPS00, 07.02.95
H01	Описание площади съемки	Nga1., N/A3, N/A
H02	Дата съемки	07.02.95, 07.02.95
H021	Дата выхода post-plot (?)	N/A
H022	Определитель ленты/диска	N/A
H03	Заказчик	N/A
H04	Геофизический подрядчик	N/A
H05	Топографический подрядчик	N/A
H06	Подрядчик по последующей обработке	N/A
H07	Система (ы) полевых компьютеров	GMG/SIS, MESA, вер. 1.2
H08	Местоположение координат	N/A
H09	Вынос от положения координат	N/A
H10	Время (по Гринвичу)	N/A
H12	Геодезическая линия приведения, - сфероид	N/A
H14	Параметры геодезической линии приведения	N/A
H17	Описание вертикальной линии приведения	N/A
H18	Тип проекции	N/A
H19	Зона проекции	N/A, N/A
H20	Описание единиц сетки	Американский фут
H201	Отношение к метру	0,30480061
H220	Долгота центрального меридиана	N/A
H231	Начальная сетка	N/A
H232	Координаты сетки в начале	N/A

3 N/A – not available – не имеется, не требуется (прим. переводчика)

H241	Коэффициент масштаба	N/A
H242	Широта, долгота – коэффициент масштаба	N/A
H30	Код и описание проекта	N/A
H31	Формат номера линии	N/A
H400	Тип, модель, полярность	N/A
H401	Название партии, комментарии	1, N/A
H402	Шаг дискретизации, длина записи	1,0.000000, N/A
H403	Количество каналов	1, 320
H404	Тип, формат, плотность ленты	1, N/A, N/A, N/A
H405	Эляйсинговый фильтр, Гц, Дб точка, наклон	1, N/A, N/A, N/A
H406	Notch фильтр, Гц –3Дб, точки	1, N/A
H407	Низкочастотный фильтр, Гц, Дц точка, наклон	1, N/A
H408	Задержка времени FTB-SOD app Да/Нет	1, N/A
H409	Многокомпонентная запись	1, N/A
H410	Вспомогательный канал 1 содержания	1, N/A
H411	Вспомогательный канал 2 содержания	1, N/A
H412	Вспомогательный канал 3 содержания	1, N/A
H413	Вспомогательный канал 4 содержания	1, N/A
H600	Тип, модель, полярность	G1, N/A, N/A, N/A
H601	Коэффициент затухания, собственная частота	G1, N/A, N/A
H602	Кол-во единиц, длина (x), ширина (y)	G1, N/A, N/A, N/A
H603	Расстояние между единицами x, y	G1, N/A, N/A
H700	Тип, модель, полярность	E1, N/A, N/A, N/A
H701	Размер, вертикальная суммарная (?) кратность	E1, N/A
H702	Кол-во единиц, длина (x), ширина (y)	E1, N/A, N/A
H703	Расстояние между единицами x, y	E1, N/A, N/A
H711	Номинальная глубина скважины, длина заряда	E1, N/A, N/A
H712	Номинальная (?) почва, метод бурения	E1, N/A, N/A
H713	Мощность ЗМС	E1, N/A
H990	Файлы R, S, X (контроль качества)	07.02.95, N/A, N/A
H991	Окончательное / prov положение координат	N/A, 07.02.95, N/A, N/A

S файл ПВ

S1	10011E1	0 0.0	0 0 0.0	1010.7	25.1	0.0	1235959
S1	10021E1	0 0.0	0 0 0.0	989.8	44.5	0.0	1235959
S1	10031E1	0 0.0	0 0 0.0	971.6	61.3	0.0	1235959
S1	10041E1	0 0.0	0 0 0.0	953.0	76.3	0.0	1235959
S1	10051E1	0 0.0	0 0 0.0	934.8	95.8	0.0	1235959
S1	10061E1	0 0.0	0 0 0.0	919.5	117.9	0.0	1235959
S1	10071E1	0 0.0	0 0 0.0	903.6	136.5	0.0	1235959
S1	10081E1	0 0.0	0 0 0.0	886.5	149.7	0.0	1235959
S1	10091E1	0 0.0	0 0 0.0	860.8	161.1	0.0	1235959
S1	10101E1	0 0.0	0 0 0.0	843.1	178.8	0.0	1235959
S1	10111E1	0 0.0	0 0 0.0	825.5	196.5	0.0	1235959
S1	10121E1	0 0.0	0 0 0.0	807.8	214.2	0.0	1235959
S1	10131E1	0 0.0	0 0 0.0	790.1	231.8	0.0	1235959
S1	10141E1	0 0.0	0 0 0.0	772.5	249.5	0.0	1235959
S1	10151E1	0 0.0	0 0 0.0	754.8	267.2	0.0	1235959
S1	10161E1	0 0.0	0 0 0.0	737.1	284.9	0.0	1235959
S1	10171E1	0 0.0	0 0 0.0	719.4	302.5	0.0	1235959
S1	10181E1	0 0.0	0 0 0.0	701.7	320.2	0.0	1235959

R файл ПП

R1	10051G1	0 0.0	0 0 0.0	1073.0	72.7	0.0	1235959
R1	10061G1	0 0.0	0 0 0.0	1090.7	90.4	0.0	1235959
R1	10071G1	0 0.0	0 0 0.0	1108.3	108.1	0.0	1235959
R1	10081G1	0 0.0	0 0 0.0	1126.0	125.7	0.0	1235959
R1	10091G1	0 0.0	0 0 0.0	1143.7	143.4	0.0	1235959
R1	10101G1	0 0.0	0 0 0.0	1161.3	161.1	0.0	1235959
R1	10111G1	0 0.0	0 0 0.0	1179.0	178.8	0.0	1235959
R1	10121G1	0 0.0	0 0 0.0	1196.7	196.4	0.0	1235959
R1	10131G1	0 0.0	0 0 0.0	1214.4	214.1	0.0	1235959
R1	10141G1	0 0.0	0 0 0.0	1232.0	231.8	0.0	1235959
R1	10151G1	0 0.0	0 0 0.0	1249.8	249.5	0.0	1235959
R1	10161G1	0 0.0	0 0 0.0	1267.4	267.2	0.0	1235959
R1	10171G1	0 0.0	0 0 0.0	1285.0	284.8	0.0	1235959
R1	10181G1	0 0.0	0 0 0.0	1302.8	302.5	0.0	1235959
R1	10191G1	0 0.0	0 0 0.0	1320.5	320.2	0.0	1235959

X файл отношения

X0	0111	10241	1	1715	5001	50171
X0	0111	10241	18	3416	6001	60171
X0	0111	10241	35	5117	7001	70171
X0	0111	10241	52	6818	8001	80171
X0	0111	10251	1	1716	6001	60171
X0	0111	10251	18	3417	7001	70171
X0	0111	10251	35	5118	8001	80171
X0	0111	10251	52	6819	9001	90171
X0	0111	10261	1	1716	6001	60171
X0	0111	10261	18	3417	7001	70171
X0	0111	10261	35	5118	8001	80171
X0	0111	10261	52	6819	9001	90171
X0	0111	10271	1	1716	6001	60171
X0	0111	10271	18	3417	7001	70171
X0	0111	10271	35	5118	8001	80171
X0	0111	10271	52	6819	9001	90171
X0	0111	10281	1	1716	6001	60171
X0	0111	10281	18	3417	7001	70171
X0	0111	10281	35	5118	8001	80171
X0	0111	10281	52	6819	9001	90171
X0	0111	10291	1	1717	7001	70171
X0	0111	10291	18	3418	8001	80171
X0	0111	10291	35	5119	9001	90171
X0	0111	10291	52	68110	10001	100171
X0	0111	10301	1	1717	7001	70171
X0	0111	10301	18	3418	8001	80171
X0	0111	10301	35	5119	9001	90171

9.3 Расстилка/Подборка

Поперечные перекаты относятся к процедурам записи с пространственной заплаткой около краев 3D съемки.

Обычно партия способна начать быстрее, если они могут начать отстрел с половинной заплаткой возле границ съемки. Именно ожидание полной расстилки всей заплатки занимает много времени и гораздо чаще, чем потеря дальних выносов (?).

Когда сейсмическая партия начинает работать, они обычно расстилают кабель, пока он не будет достаточным, чтобы начать запись первого ПВ. Раскатать одну линию из 100 приемников может занять около 2 часов – или около полутора дней при расстилке 1000 каналов. После этого кабель с приемниками передвигается одновременно с продвижением отстрела.

Давайте предположим, что у нас 6 линий по 40 каналов в каждой являются активными в одной заплатке, если всего каналов – 240. по краям 3D съемки будут ли они размотаны и подмотаны. Очевидно, что это сохранит время (и деньги!), если партия сможет начать стрелять раньше, как в случае, когда выполняется поперечный перекат.

Рис. 9.3а показывает, что чем ровнее распределена кратность, тем более экономичны расстилка и подборка.

Рис. 9.3b показывает, что чем большее распределение кратности без поперечного переката (в данном случае вся съемка активна). Заметьте, что дополнительная кратность усиливается главным образом через дальние выносы, которые не могут способствовать окончательной сумме. Если поперечное расстояние гораздо меньше, чем продольное, возможно понадобится оставить одну или две дополнительных линии приема активными при поперечном перекате.

9.4 Передвижения заплаток

Очень важно минимизировать количество положений заплатки в 3D съемке. Передвижение заплатки занимает время, особенно, когда количество доступных каналов в партии ограничено.

Движения заплатки обычно выполняются с помощью использования переключателей в станции. Следовательно, в данной главе термин «переброс» синонимичен «передвижению» заплатки. С целью последующего обсуждения предположим, что начальное положение заплатки находится полностью внутри площади 3D (т.е. нет поперечного переката, см. Главу 9.3).

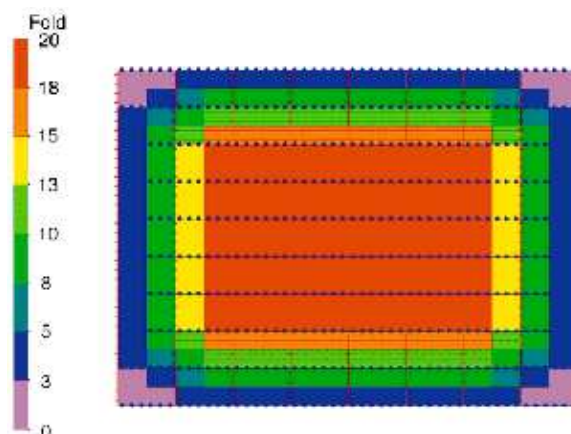


Рис. 9.3а

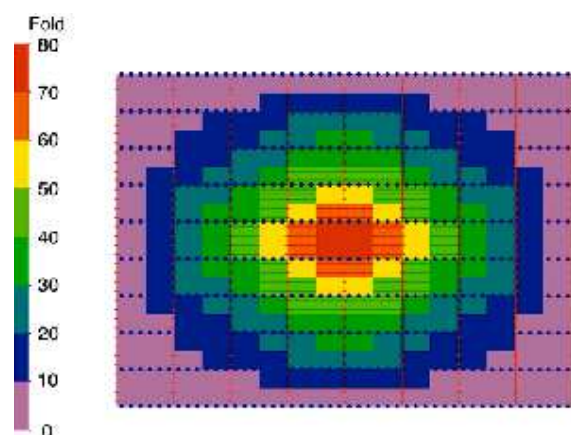


Рис. 9.3b

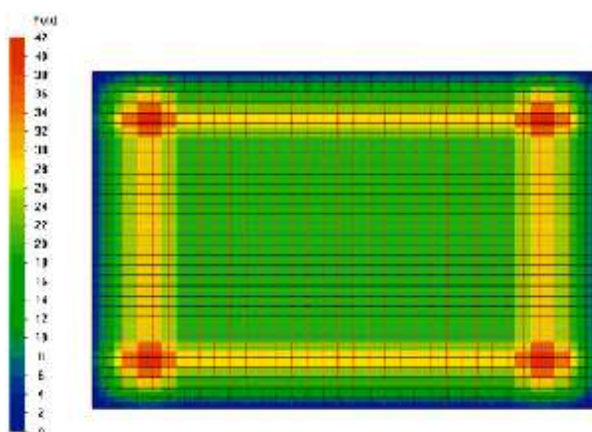


Рис. 9.3с

В продольном направлении количество передвижений заплатки (перебросов) рассчитывается следующим образом:

Продольный переброс = (продольный размер съемки – продольный размер заплатки) / интервал между линиями ПВ

Например:

$(8000 \text{ м} - 4000 \text{ м}) / 400 \text{ м} = 10$ продольных перебросов

В поперечном направлении количество передвижений заплатки (или перебросов) рассчитывается следующим образом: (см рис 9.3а, 9.5)

Поперечный переброс = (поперечный размер съемки – поперечный размер заплатки) / интервал между линиями ПП

Например:

$(6000 \text{ м} - 1500 \text{ м}) / 300 \text{ м} = 15$ поперечных перебросов

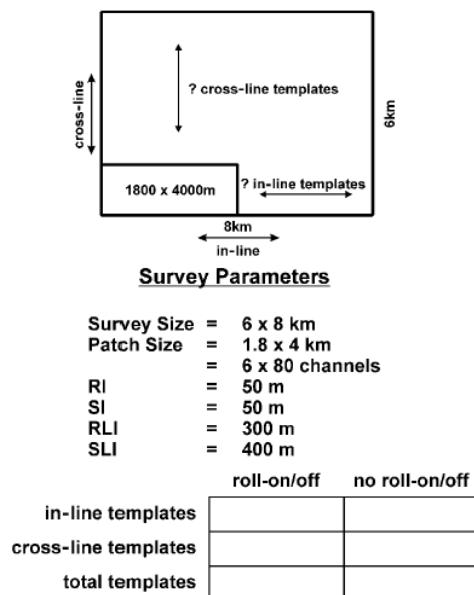


Рис. 9.4. Пример для расчёта количества передвижений заплатки

Вышеуказанное уравнение основано на сборе данных по ПВ только на одном интервале м/у линиями приема в центре заплатки. Если возможно пересечь пункты ПВ более чем на одном интервале ЛПП, это значительно снизит количество поперечных перебросов. Это стоит рассмотреть, особенно когда количество линий приема составляет 10 или больше.

Общее количество перебросов – это просто продукт двух компонентов:

Общее количество перебросов = продольные перебросы x поперечные перебросы

Например: $10 \times 15 = 150$ перебросов

Общее количество **положений шаблона** вычисляется очень просто:

Общее количество положений шаблона = (продольные перекаты + 1) x (поперечные перекаты + 1)

Например:

$11 \times 16 = 176$ положений шаблона

Также пример изображён на Рис.9.4.

9.5 Направление отстрела

Всегда сверяйтесь с топографической картой местности или результатами аэрофотосъемки для понятия будущих проблем в поле. При рассмотрении размеры заплатки, необходимо иметь в виду условия движения оборудования. Излишне большая

заплата, которая должна быть перемещена, часто добавляет огромное количество времени регистрации данных. Любое сокращение регистрации времени может уменьшить затраты на съёмку. Проход (snaking) более чем трёх линий одновременно (Рис. 9.5с) гораздо более эффективен, чем проход по одной линии (Рис. 9.5а) потому что 9 исходных пунктов (точек) в обход против 3 исходных пунктов (точек) в обход будут существенно экономить времени.

Направление, в котором кабели приема расстелены, могут значительно повлиять на обеспечение проведения съемки.

Если возможно, постарайтесь занять достаточное количество каналов, чтобы расстелить линии приема на все расстояние поперек съемки. Это означает, что целые линии могут быть переброшены, и нет потери производительности при дважды занятых пунктах. При вибросейсмических работах время между взрывами отчасти отмечается (время свипа плюс время прослушивания умноженные на количество свипов, плюс время на переезд), и что обычно лучше продолжать работу вибраторами, пока ждет профильная (расстановочно - смоточная) бригада. Для динамита справедливо обратное. ПВ могут записываться быстро, так что мы должны оптимизировать передвижение оборудования (геофонов). Всегда делайте так, чтобы профильная бригада перемещалась по наикратчайшему маршруту! Важно отметить, что отдельное проектирование может быть легче при применении вибраторов, но не слишком удобно для сбора данных с динамитом и наоборот. Следовательно, для соответствия определенной геофизической цели может быть более одного хорошего проекта.

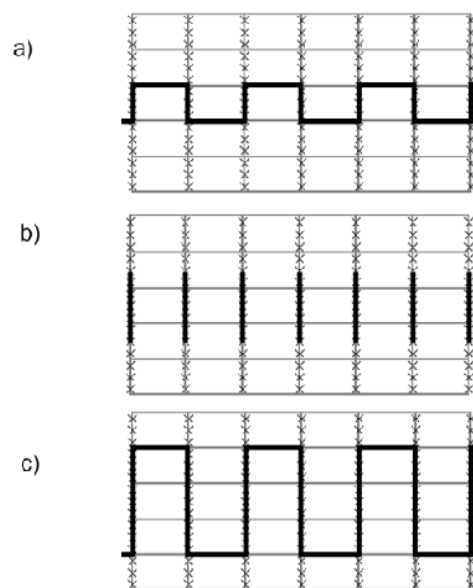


Рис. 9.5

Вибратор

Предположим, что длинная сторона имеет направление С – Ю (Рис. 9.6). Расстелить кабель в направлении С – Ю так, чтобы каждая линия была частично расстелена – и была достаточно большой для каждой заплатки.

Отстреливайте поперек линий, используя электронные «перекачивающие» переключатели. Когда вибраторы отстреливают следующую линию (поперек) с другой стороны, удалите все геофоны с верхней линии и переместите их вниз. Для профильной бригады это неудобно, но у вибраторов есть время для отстрела и они все время заняты.

Динамит

Здесь мы можем расстелить приемники в направлении В – З и отстреливать до тех пор, пока не придет время передвинуть всю линию, для профильной бригады это быстрее, чем передвигать части многих линий. (Рис 9.6)

Конечно, это не имеет значения для кратности, выносов и азимутов, если переключаются направления линий приема и возбуждения.

9.6 Ширина полосы

Должен ли шаблон включать ПВ только по одному интервалу ЛПП, или по двум, или даже по трем, когда заплатка расположена в центре 3D (Рис. 9.7)

Влияние на скорость работы партии будет чрезвычайно отличаться в зависимости от предпринятого подхода. Время – главное ограничение при работе в партии 3D. Наиболее важный момент – минимизировать время ожидания для передвижения регистрирующего оборудования, источников (бурение скважин или объезды вибраторов) и **максимизировать время регистрации**. Это позволит супервайзеру партии минимизировать общее время для 3D работы.

Важно, чтобы выбранная «ширина» (в количестве линий приема) «полосы» не имела пагубное влияние на вынос, азимут и распределение кратности. Чтобы гарантировать равное покрытие кратности, следующая формула определяет возможные доступные «ширины» полосы.

Ширина полосы = (количество линий приема в заплатке) / (2 x n), где n должно быть целым числом.

Например: если полоса содержит 12 линий приема, вы можете использовать полосу шириной 1, 2, 3 или 6.

Несоответствие этой формуле может привести к полосатости в кратности –

зачастую настолько серьезной ошибке, что нет возможности восстановления, и в данных будет присутствовать ложные изображения. (Таблица 9.4)

«Змейка» - наиболее удобный способ при использовании партии вибраторов. Змейка на 3 линии одновременно (Рис. 9.7a) гораздо более эффективна, чем змейка на 1 линии; 9 ПВ на один объезд в отличие от 3 ПВ на объезд сохранит большое количество времени.

«Пинг-понг» может использоваться, когда в распоряжении имеются несколько (напр.) динамитных партий возбуждения (см. Рис. 6.2).

Всегда проверяйте топографические карты или фотоснимки, чтобы усилить понимание возможных проблем доступности до принятия решения по стратегии отстрела. Антрепренер должен определить проблему на раннем этапе.

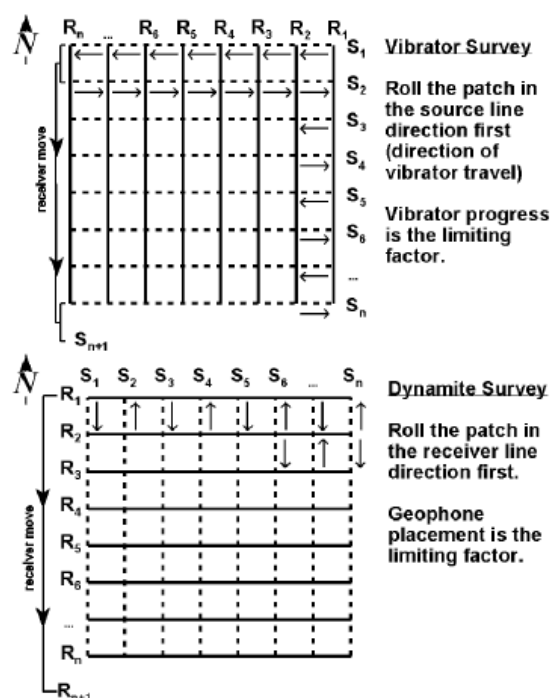


Рис. 9.6 Типичный порядок работ для вибро и взрывной съёмки.

Таблица 9.4 Выбор ширины полосы

Количество приёмов	Возможная ширина полосы
4	1, 2
6	1, 3
8	1, 2, 4
10	1, 5
12	1, 2, 3, 6
14	1, 7
16	1, 2, 4, 8
18	1, 3, 9
20	1, 2, 5, 10

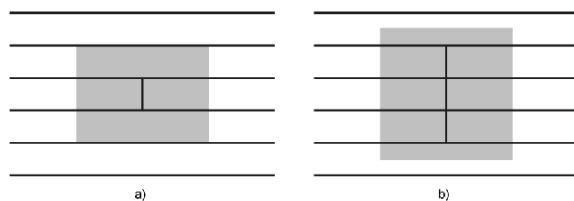


Рис 9.7

При рассмотрении **размера заплатки** необходимо помнить о передвижении оборудования. Неоправдана большая заплатка, которую требуется значительно переместить, добавляет чрезвычайное количество времени в 3D. Следовательно, это увеличит и стоимость.

Простои необходимо сбалансировать. Например, если регистрация невозможна ночью, возможно, можно переместить регистрирующее оборудование. Время, затраченное на запись – лишь там, где бригада регистрации делает деньги. Все, что бережет время, сохраняет деньги Заказчика.

9.7 Большие съемки

При обдумывании больших съемок необходимо запланировать весьма детально, как сейсмической партии разрешается записывать данные. Мы определяем большую съемку как требующую настолько большого числа ПП вдоль линии ПП, что у партии нет достаточного оборудования для числа линий, необходимых в активной заплатке. Один из вариантов – **отстрел в виде «застежки-молнии»**.

Рассмотрим заплатку приема из 8 линий по 100 приемников в каждой. Далее предположим, что линии приема имеют в длину 250 пунктов для всей съемки. Если партия имеет доступных только 100 каналов, можно запланировать заплатку 8 линий по 250 каналов в каждой. Давайте рассмотрим отстрел в виде «молнии» (Рис. 9.8).

Существенно, что снижение кратности первого сегмента необходимо перекрыть кратностью, построенной вторым сегментом. Вдоль общей линии ПВ для обоих сегментов должна быть доступна полная заплатка, или кратность будет сравнительно снижена. Это может повлечь за собой «перезахват» пунктов, который съедает время и деньги.

Зачастую существует выбор «перезахвата» пунктов взрыва и приема. При использовании вибраторов может потребоваться повторить ПВ без повтора лучей ПВ – до – ПП. При работе с динамитом перестилка приемников может быть более альтернативной, хотя и нежелательной.

Эффективность и скорость отстрела в «молниях» значительно зависит от расстояния до края заплатки, которое может быть разрешено для ПВ (см. Раздел 9.6).

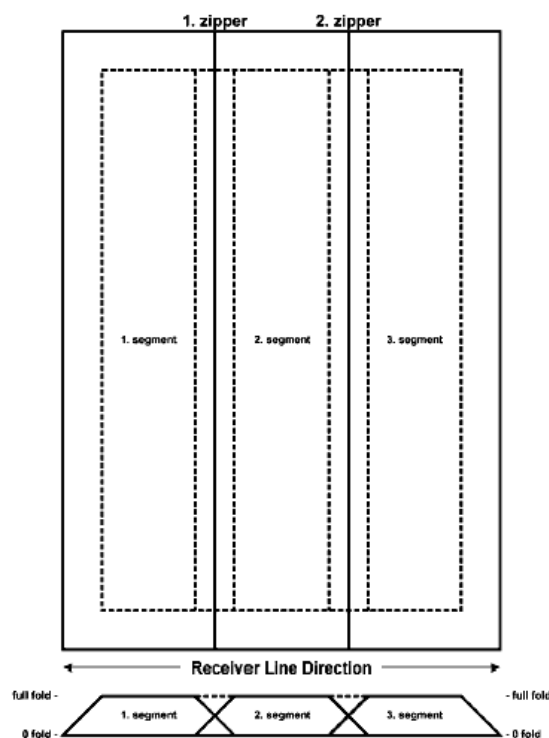


Рис. 9.8

Переброс всей полосы заменяет чрезвычайно эффективный метод продвижения шаблона, когда 3D съемка очень большая, и ПВ сравнительно недорогие. Особенности его в том, что ПВ захватываются дважды и все линии ПП перебрасываются одновременно в поперечном направлении. Этот метод позволяет подрядчику собирать данные по очень большим 3D съемкам с ограниченным количеством каналов.

Дублирование на положениях ПВ увеличивает поперечную кратность до значения, равного количеству активных линий приема в заплатке (вместо половины числа линии приема, как в других геометриях, см. Раздел 2.5):

Поперечная кратность = кол-во линий приема

ПВ для определенного шаблона находятся внутри и снаружи заплатки. От центра заплатки расположения источников растягиваются (простираются) на следующее расстояние в каждую сторону от центрального ПВ:

Кол-во линий ПП * интервал между линиями ПП

Следовательно, кол-во ПВ, которые могут быть записаны в одном положении шаблона, равно:

Кол-во ПВ на шаблон = КЛПП * ИЛПП * 2 / ИПВ

Пример первого шаблона «А» показан в верхней части Рисунка 9.9. после отстрела ПВ, связанных с данным шаблоном, заплатка

ПП передвигается вперед в продольном направлении до конца съемки, как указано. Вся заплатка затем перебрасывается «всей полосой» в поперечном направлении, как указано средним положением «В» на Рис. 9.9. Продольные перебрсы повторяются в противоположном направлении к другому концу съемки. Шаблон затем перебрасывается вперед всей полосой на нижнее положение «С» на Рис.9.9. Нижний ПВ от положения «А» расположен прямо над верхним ПВ положения «С». ПВ центрального шаблона «В» полностью перекрыты, следовательно, в результате увеличивается кратность.

Хотя положения ПВ захватываются дважды, ни один ход луча ПВ – до – ПП не повторяется.

9.8 Посещение полевых работ (КК)

Контроль качества – это необходимость для всех аспектов полевых работ. Он включает топографию, разбивку, коротаж, расположение геофонов, качество их расстановки, синхронизацию работы вибраторов, загрузку динамита на глубину, точность расстановок приемников и источников, тестирование полевых параметров, быстродействие партии, качество мониторов и т.д.

Геофоны должны закапываться вертикально к земной поверхности и не вертикально на холмистых почвах, напр., рвы (канавы). Расстановки должны группироваться на крутых склонах или расстилаться параллельно по контуру подъема. Обычно, разница высот от первого до последнего геофона группы не должна превышать 2 м (6 фт).

Супервайзеры по КК могут очень хорошо представлять Заказчика в данном отношении. Они обычно имеют богатый полевой опыт в разных ролях в сейсмических партиях, работая во всех должностях. Они знают все сложности, за которыми нужно следить, а также они знают, где партия может захотеть пойти кратчайшим путем при определенных обстоятельствах. Супервайзер может посещать партию через определенные интервалы на протяжении сбора данных или же постоянно находиться на месте, чтобы реагировать на любые проблемы, какие могут возникнуть.

Проектировщику необходимо определить, сколько последовательных ПВ могут быть исключены из скольких ПВ (напр., 5 из 80). Любые такие исключенные ПВ не должны располагаться на соседних линиях ПВ. Это разрешение должно быть сделано только причине невозможности доступа, прохождения трубопроводов и пересечения речных потоков, наличия строений, и т.д. эти

пропущенные ПВ должны заменяться, если возможно («возмещать взрывы»). Обычно эти проблемы определяются заблаговременно, но не всегда. Изменение погодных условий может сделать доступ невозможным там, где прежде (в сухую погоду) он считался возможным и наоборот.

Чем больше свободы проектировщик и заказчик могут дать подрядчику и супервайзеру, тем сможет работать быстрее полевая партия. Сотрудничество между всеми вовлеченными сторонами – очень важно для эффективного сбора данных 3D съемки.

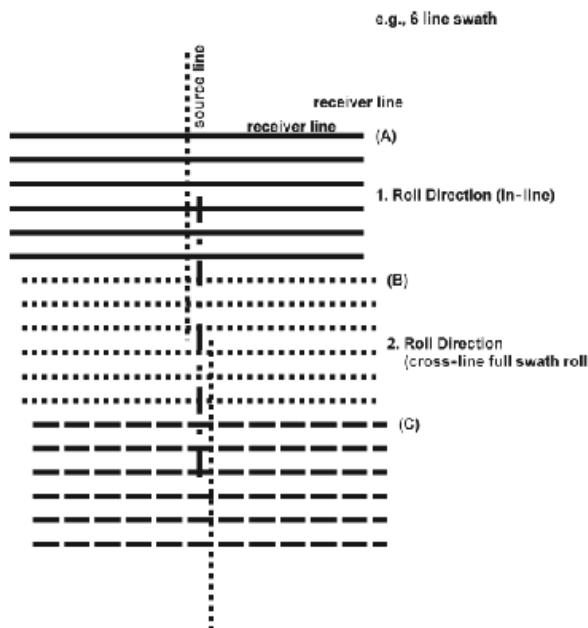


Рис. 9.9

9.9 Общее

Область изображения

Рассмотрим нужды интерпретатора. Привязали ли вы все скважины, которые необходимо рассмотреть? Помните всегда о необходимости записывать достаточно большую съемку, чтобы собрать энергию со всех пониженных объектов. Рассмотрим дополнительные ПВ за пределами площади, где размещены приемники.

Рассмотрим стоимости. Есть ли некоторые площади на съемке, которые составляют надбавку за единицу площади, из-за плохого доступа или дорогостоящих разрешений. Действительно ли это необходимо? Переоцените «непереданные» - сколько они стоят?

Рассмотрим расстояние между линиями ПВ более широким в зоне «ореола». Глубинные данные мигрируют дальше, так что нехватка коротких выносов не будет проблемой в этой зоне. Помните, что мы только пытаемся «закончить» ОГТ по краям

площади для изображения.

Кабели

Определенное полевое регистрирующее оборудование имеет разного рода ограничения. Это может сильно повлиять на проект. Например, I/O System One и System Two каждая требует бокс на каждые 6 пунктов. Менее 6 пунктов будут работать, но чтобы использовать оборудование наилучшим образом, вы должны определить количество приемников на линию, как некоторое целое от 6 (или любого другого числа приемников на бокс, которые есть в партии).

Идеально вы должны иметь интервал между линиями ПВ, делимый на 6 x ИПП (или 2 x ИЛПВ разделить на 6 x ИПП). Если ПВ расположен не точно между боксами, тогда легкая асимметрия может появиться в двух заплатках, т.к. заплатка не может перебрасываться только на несколько пунктов, она должна перебрасываться на приращение в 6 пунктов на бокс.

Также знайте о «выходах» кабелей. Если вы определите размер бина – 35 м (115 фт) – и расстояние между приемниками – 70 м (230 фт) – и ваш любимый подрядчик (или, возможно, ваш единственный имеющийся подрядчик) имеет кабели с выходами через каждые 65 м (220 фт), у вас будет кошмар с МТО при попытке выполнения этой работы! Стандартные выходы – через 65 м (220 фт).

Шаблоны первых срывов

Если вы строите геологическую модель первых нескольких подповерхностных слоев, вы можете быстро собрать простую модель того, где первые срывы (энергия первого прихода) будут на различных выносах. Следовательно, для заданного ПВ компьютерная программа может создать синтетический шаблон первых срывов. Каждый приемник будет иметь определенный вынос и самое простое дело поместить пик на времени регистрации, где произошел первый приход. Когда идет работа в поле, нужно сравнить запись монитора камеры истинного ПВ с этим синтетическим шаблоном. Любые большие несовпадения – верный признак некоторой ошибки геометрии.

Получение разрешений

При вырубке стандартного профиля шириной 16,5 фт, каждые ½ мили вырубки профиля равняются акру площади (для расчетов ущерба урожаю или лесонасаждениям). В метрических единицах стандартная 5-метровая ширина на протяжении 2 км длины профиля равняется площади в 1 га. Очень важно минимизировать ущерб с помощью сотрудничества с землевладельцем. Вырубка заборов и пути

доступа должны использоваться только при абсолютной необходимости.

В Канаде, в 1993 году были представлены «Руководящие принципы по снижению воздействия сейсмических работ». Ширина линии ПВ должна сохраняться равной 5 м (6 м – для вибраторов) и ширина линий ПП – до 1,5 м при ручной вырубке или до 3 м при вырубке гусеничным транспортом (если разрешается). Обычно удаляются только те деревья, которые блокируют профиль. Геофоны обычно транспортируются вручную, вертолетом или перевозятся на смотках (вездеходах). Для очень узких линий ПВ может потребоваться, чтобы скважины для динамита были пробурены вручную. Минимальный ущерб почвам по СВСП поможет подросту растительного покрова (деревьев) и повлияет на жизнь диких животных гораздо меньше, чем стандартная вырубка профиля. Однако вырубка леса по Руководящим принципам СВСП может стоить на 30% больше (Вискель, 1995).

Безопасность

Ежедневные собрания по безопасности необходимы, чтобы члены партии знали о возможных опасностях, регулирующих актах относительно работ с динамитом, и пр.

Во многих странах требуется наличие **медицинской поддержки** на месте, не только для пользы партии, но и по закону. Соответствующие расходы должны быть приняты во внимание при планировании 3D съемки. Процедура отчетности по несчастным случаям должна быть определена таким образом, чтобы весь необходимый персонал подрядчика и оператора, и агентства правительства своевременно уведомлялись.

Контрактное соглашение (как обсуждалось в Главе 1) определит ответственности каждой стороны, вовлеченной в проведение 3D сейсморазведки, если произойдет несчастный случай.

Выносы и заносы (?)

Когда попадает препятствие (строение, трубопровод, река, озеро, песчаная дюна и пр.), взрывы и приемники должны передвигаться от их желаемого теоретического положения. Топографы и/или бурильщики скважин должны дать строгие инструкции по правилам работы в таких случаях.

Руководящий принцип – передвигать ПВ/ПП мягко (последовательно). Таким образом, подумайте о мягких изгибах линий ПП и ПВ вокруг препятствия (возможно, в форме арки), затем о помещении тех же номеров ПВ вдоль передвинутый линии (Рис. 9.10).

Передвижение менее чем на $\frac{1}{2}$ интервала между пунктами продольно или поперечно сохраняет кратность.

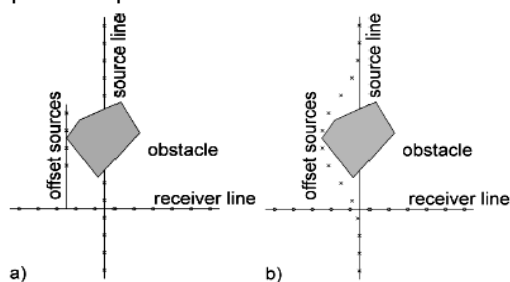


Рис. 9.10. Обход препятствия

Большие продольные передвижения (заносы) обычно влекут более «полосатую» кратность, чем поперечные передвижения (заносы). Не перезахватывайте положения ПВ или ПП – удвоение/ополовинивание хода луча не добавит полезной кратности.

Следующие страницы дают сравнения распределения кратности до сбора 3D данных (офисное проектирование) с достигнутым реальным распределением кратности (полевая реальность). (Рис 9.11.)

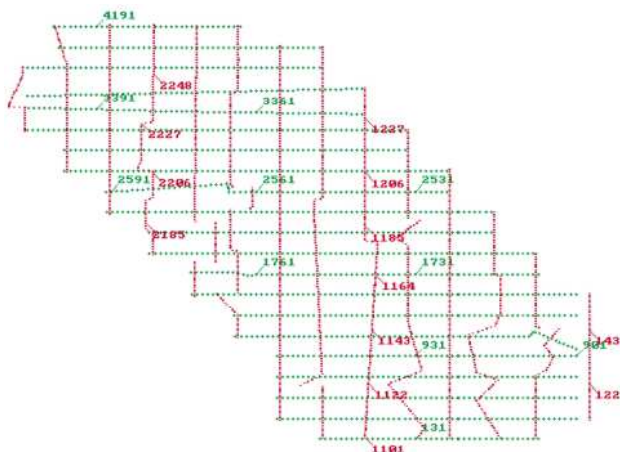


Рис. 9.11a – предложенная расстилка 3D до того, как она была записана.

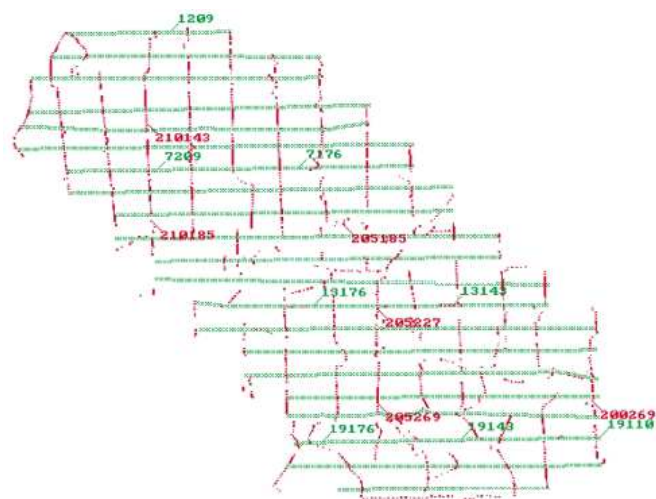


Рис. 9.11b. Для сравнения, реально снятая расстилка

Анализ кратности ОГТ (Рис. 9.12a и 9.12b) для различных диапазонов выносов показали несколько серьезных несоответствий в кратности ближних трасс (0 – 800 м), особенно в центре съемки (из-за реки).

9.10 Примеры полевых работ

чРис. 9.11a и b содержат кратность для диапазона выносов 800 – 1600 м и показывают, что кратность, уменьшенная (разреженная) в центре съемки, кое-что улучшила. Серьезное «сгущение» В – 3 в распределении кратности все еще сохраняется.

Распределение кратности (Рис. 9.12a и b) на длинных выносах (1600 – 2400 м) все еще показывает «сгущение». Однако влияние реки весьма заметно.

Хотя полевое распределение на отдельных диапазонах выносов показывает значительное «сгущение», кажется, что оно ограничено краями вывода диапазона полных выносов (Рис. 9.13a и b). Дополнительные ПВ были добавлены в различных местах, чтобы решить эти проблемы и компенсировать проблемы реальной жизни, а именно маленькое озеро в юго-восточном углу и река, которая протекает прямо по центру съемки. Введение АЦП с карт облегчило эту задачу (?). ПВ были сдвинуты, добавлены и т.д., и в результате пересчитаны карты кратности для различных диапазонов выносов.

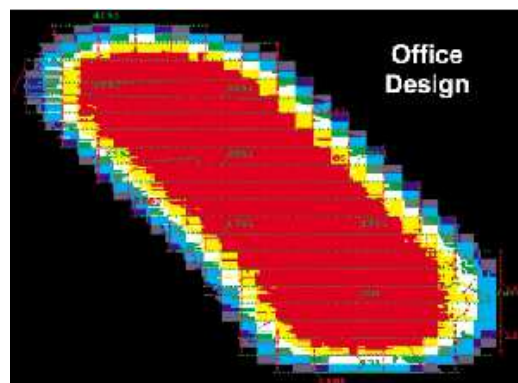


Рис. 9.12a

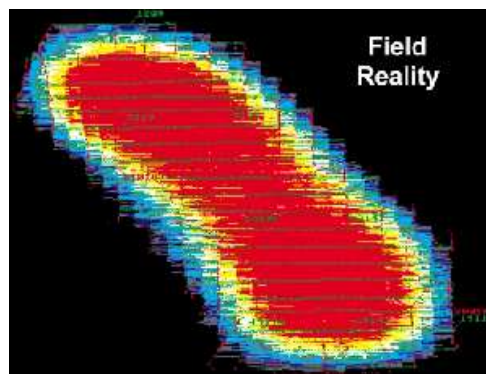


Рис. 9.12b

ГЛАВА 10

ОБРАБОТКА

Когда данные по сейсморазведке 3D собраны, результаты потребуют обычной сейсмической обработки от суммирования до мигрированной суммы. То, как вы собрали данные, может значительно повлиять на ваши шансы их успешно обработать.

В современном обществе данные могут быть запросто доставлены в любую точку мира, так что обработка может производиться на месте или в любом другом месте в мире, там, где существует хороший обрабатывающий центр (даже в поле).

10.1. Обработка

Системы **полевой обработки** такие маленькие, но все же мощные, что многие сервисные компании могут иметь полные обрабатывающие мощности на месте проведения работ. Заказчик должен оценить преимущества более быстрого оборота с дополнительными расходами из-за таких удобств.

Для больших наборов 3D данных необходимо убедиться, что полевой обрабатывающий центр может эффективно выполнять поставленные задачи. В таких случаях полевой ВЦ может использоваться для первичного контроля качества редакции данных или для снятия первого срыва.

Контроль качества должен быть не менее действенным, независимо были ли данные обработаны в полевых условиях, или же в офисе.

Самое главное – найти обработчика, который может по достоинству оценить поставленное (выполняемое) задание. В определенных ситуациях потребуются определенные навыки; гораздо лучше нанять обработчика, который может выполнять работу наилучшим образом, где бы то ни было, чем уделять внимание удобству местного ВЦ. **Контроль качества** очень важен; по крайней мере, один человек должен заниматься исключительно проверкой процесса обработки на бесчисленных этапах в течение проекта. Большие компании могут иметь свою обрабатывающую группу по КК, чтобы следить за обработкой, а не за интерпретацией. Опять-таки, наилучший обработчик и наилучший ответственный за КК должны быть привезены вместе, не смотря на стоимости (напр., переезды).

До начала обработки необходимо определить поток обработки и прейскурант, чтобы предотвратить любые неприятные сюрпризы. Каким должен быть **конечный продукт**? Некоторые компании даже не помещают объем данных 3D на бумагу или воспроизводимую пленку. Вместо этого многие клиенты предпочитают только копии на ленте для рабочих манипуляций с данными. Тем не менее, каждый раз, когда необходимо выполнить быструю проверку по какому-то аспекту данных и впоследствии, мы

предпочитаем иметь какую-то форму в виде копии на жестком диске.

Можно хорошо использовать временные срезы объема обработанных данных на различных этапах обработки, чтобы проконтролировать эффективность и качество применяемой процедуры. Существенно важно перестелить геометрию регистрации (линии ПП и ПВ), чтобы определить ложные изображения, связанные с обработкой.

10.2 Поток обработки

Типичный поток обработки показан в Таблице 10.1. Первая группа пунктов представляет собой поток основной обработки, для которой мы рекомендуем, чтобы вы запросили ключевые ставки. Второй список пунктов представляют собой возможные промежуточные дополнительные услуги, для которых вам потребуются ставки цен за единицу. Последние три группы – минимальные передаваемые продукты (бумаги, пленки и ленты), которые вы должны предполагать как часть ключевой стоимости. Некоторые подрядчики могут предложить дополнительные услуги по цене за единицу.

Необходимо подчеркнуть важность правильной информации по съемке. Даже незначительное изменение в 15 м (50 фт) в точности положения линии или пункта может «испортить всю музыку» при обработке всей 3D. Обычно обработчик (в отсутствии правильной информации по съемке) может все еще использовать времена первых приходов, чтобы упорядочить ПВ относительно их правильных пространственных положений. Тем не менее, это задание требует временных затрат, которых лучше избежать.

Мы обнаружили, что стандартный набор выводов на пленку для 3D съемок могут быть очень полезными, даже когда для интерпретации используются рабочие станции. Рекомендуется, чтобы региональные изображения, напр., каждого 10-го профиля, выводились так же, как и рисунки интересующих зон для каждого профиля или для каждого второго профиля, чтобы сохранить детальную информацию на бумаге, например, для выбора положения скважин. Все эти выводы должны быть

сделаны для обеих полярностей в обоих направлениях. Ваши требования по масштабу могут отличаться от наших, а структурные изменения рисунка интересующей зоны могут не иметь смысла в большинстве 3D съемок.

Последовательность обработки (ключевая стоимость):

- Демультимплексация и реакция полевых данных
- Восстановление амплитуд
- Изменение полярности оборудования и геофонов
- Анализ геометрии и статики преломления
- Деконволюция и тестирование фильтров
- Поверхностная последовательная деконволюция и масштабирование
- Первичная сумма
- Скоростной анализ
- Автоматическая поверхностная последовательная статика
- Промежуточная сумма
- Окончательный скоростной анализ
- Упорядоченная 3D сумма с окончательными статпоправками
- FX-декон
- 3D миграция после суммы

Возможные опции (цена за единицу):

- Интерполяция 3D
- Некоторые формы заимствования и смещения бинов
- Перебинирование
- Затухание FK шумов
- ДМО
- Затухание кратных волн (напр., случайная трансформация)
- Глубинная миграция – главным образом, после суммы

Передаваемые материалы (на бумаге):

- Выбранные записи взрывов, до и после НМО
- Суммы общих выносов с выводами мьютинга
- Тесты декона
- Тесты узкополосных и широкополосных фильтров
- Первичная сумма
- Выводы скоростных анализов (напр., похожесть(?))
- Промежуточная сумма
- Окончательная сумма
- Миграция

Передаваемые материалы (на пленке):

- Карта положений ПВ и ПП
- Карты подповерхностного бина и охватов
- Миграция (каждая 10-я линия, обе полярности, оба направления)

Передаваемые материалы (лента SEG Y):

- FX- декон, нефильтрованный, фильтрованный
- Миграция, нефильтрованная, фильтрованная

10.3 Статика МПВ

Времена ПВ и ПП (время первого срыва) – универсальны в решении статики преломления. Если измерения (времена первого срыва) не представлены в продольном и поперечном направлении, тогда не будет привязки между линиями или частями линий (как в случае с узкими заплатками ПП). В пределе (в рамках) 3D может быть отстреляно как серия 2D профилей. Здесь нет стыковки решений между прилегающими профилями, т.к. каждое решение может быть высоким или низким, по нашему желанию. Когда мы добавляем больше линий ПП, появляется элемент стыковки поперечных линий, и решения представляют большую непрерывность в поперечном направлении. Заметьте, что переброс всей полосы (определенный в Главе 9) не стыкуется с перебросом полоса – в - полосу, кроме случаев переброса через ПВ. Нет общих приемников, и тогда, если есть какие-нибудь существенные статданные (более 10 мсек), эту геометрию использовать не следует.

Короткие выносы необходимы для **мелких рефракторов**. Убедитесь, что расстояние между линиями достаточно маленькое, чтобы соответственно отобрать мелкие рефракторы; необходим **малый $X_{мин}$** , чтобы определить границу раздела первого рефрактора. Заметьте, что все поперечные и продольные стыковки теряются, когда интервал между линиями ПП больше, чем вынос, необходимый для получения информации о преломлении от самого мелкого рефрактора – вынос показан как «X1» на Рис. 10.1.

Уравнения, использованные для решения скорости каждого рефрактора, включают пары ПВ – ПП и их СТ. В любой правильной геометрии (прямолинейная, кирпич, зигзаг и т.д.) мы позже увидим, что такие уравнения не стыкуются (см. **Статика МОВ**, ниже по тексту). Это означает, что использование сглаживания скорости по нескольким ОСТ является единственным способом решить такие не стыкующиеся уравнения. Конечно,

это будет означать, что неопределенные ошибки по длинам волн будут присутствовать в скоростях и потом могут появиться в задержках ПВ или ПП.

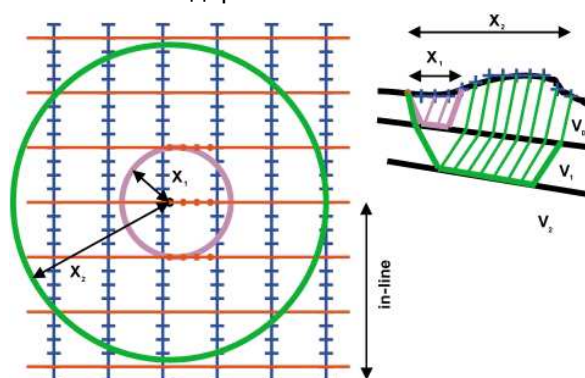


Рис. 10.1.

Увеличение выносов даст времена для **более глубоких рефракторов**. Существенно иметь продольные и поперечные выносы, которые определяют все подповерхностные слои малых скоростей.

Использование узкой полосы также вносит проблемы. Очень важно, чтобы заплатка была достаточно широкой, чтобы собирать поперечные измерения для глубинных рефракторов. В противном случае, у нас будет несколько измерений глубокого рефрактора от данной точки к ее соответствующим приемникам в поперечном направлении. Таким образом, отклонения такого рефрактора в поперечном направлении могут быть определены только комбинированием отклонений от какой-то линии ПП до непосредственно соседней линии ПП. Такая комбинация будет почти наверняка подвержена ошибкам.

Методы статики общего рефрактора, которые сегодня используются, - это метод от Green Mountain и метод обобщенной линейной инверсии (ОЛИ) Гэмпсона – Расселла. Многие обрабатывающие компании имеют собственные методы.

10.4 Анализы скоростей

Суммарные скоростные анализы должны выполняться с необходимой частотностью, чтобы предоставить хорошее скоростное поле (временами каждые $\frac{1}{2}$ км в обоих направлениях); создавая, таким образом, сетку точек контроля скорости. На маленьких съемках и на съемках с более сложной геологической структурой может понадобиться иметь точку сетки скоростного анализа на каждом пересечении линий. Расчеты вертикального прохода времени основаны на теории прямого хода луча и предположениях о постоянной скорости. **Анализ на схожесть** используется для оценки максимальной когерентности вдоль передвигаемой кривой, которая затем

определяет функцию суммарной скорости. Анализ на схожесть не следует использовать, когда интерпретатор предвидит влияние АКВ, когда одно из основных предположений в анализе на схожесть состоит в том, что сигнальная амплитуда не меняется с выносом.

Используйте супер-бин, т.е. несколько бинов, сгруппированных вместе. Все выносы будут сгруппированы азимутом, т.к. скоростной анализ – это значительно направленное свойство в 3D съемке. Таким образом, каждый набор выносов в каждом диапазоне азимутов дал соответственно определять кривые НМО (дельта-t > одной длины волны, Рисунок 10.2a). Хороший скоростной анализ зависит от хорошего смешения выносов.

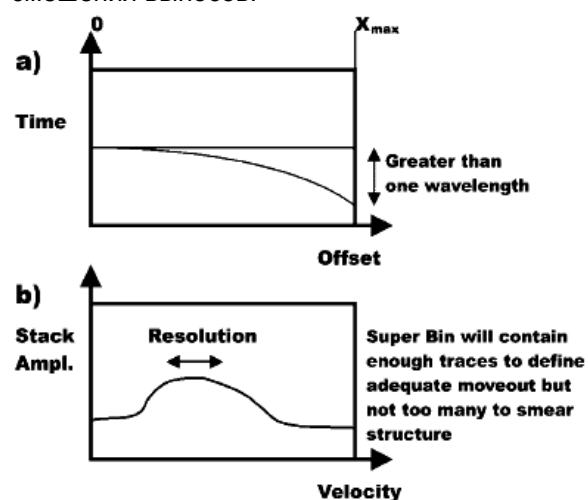


Рис. 10.2

При выборе бина, достаточного, чтобы геологические структуры не были бы размазаны, должно быть натренировано внимание (Рис. 10.2b).

В реальной съемке может быть рассчитано скоростное «разрешение» каждого бина ОСТ. На различных скоростях суммируются время и синтетический объект с определенной скоростью. Пример такого синтетического объекта, трассированного для действительного смешения выносов через несколько ОСТ в реальной 3D съемке, показан на Рис. 10.3. Сверху на Рисунке 10.3 вы можете видеть синтетические собранные трассы ОСТ до НМО. Внизу Рисунка 10.3 вы можете увидеть результат суммирования одного из этих сборов (трассы, принадлежащие к одной ОСТ) на многих различных скоростях. Правильная скорость весьма очевидна, но маленькая ошибка в сборе все еще весьма возможна – особенно на деле!

Это подкрепляется в дальнейшем просмотром анализа схожести тех же данных на Рис. 10.4.

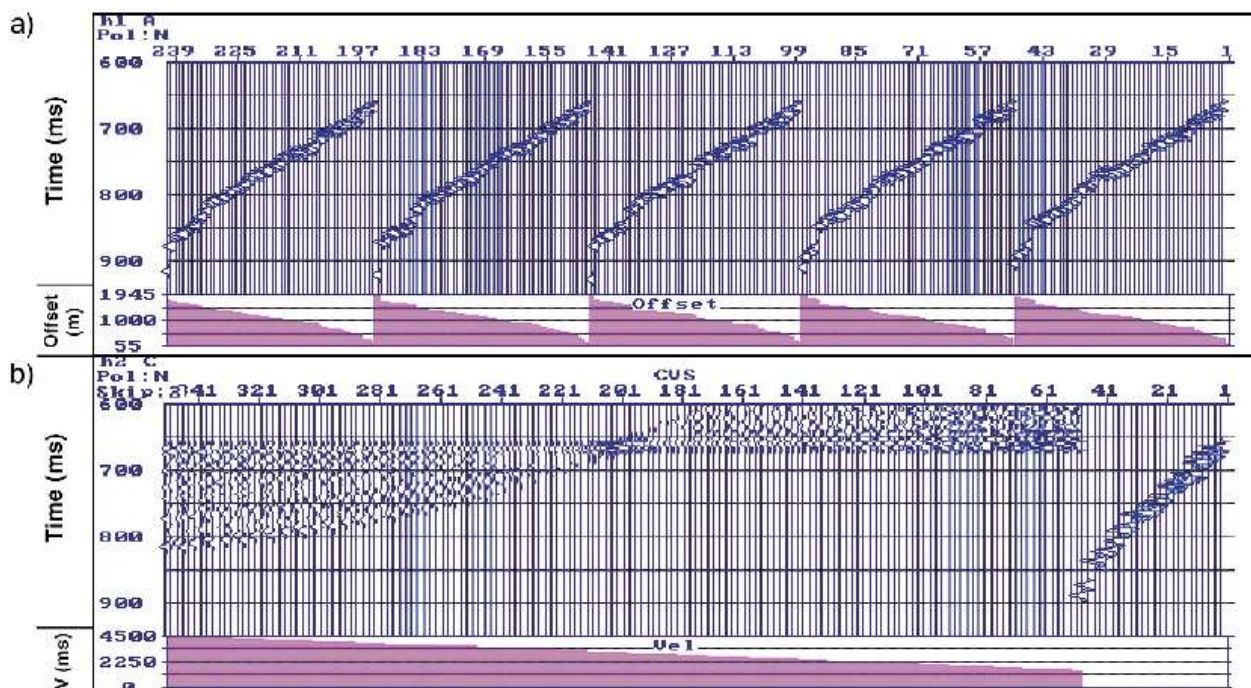


Рис. 10.3

Смещение выносов, которое записывает синтетический плоский объект, очевидно неправильно. В результате выбор для правильной скорости не может быть сделан с полной точностью. Когда это было попробовано на рисунке (графике) схожести, извлеченном из компьютера, становится возможным выбрать скорость 50 м/с на любой стороне правильного ответа и все еще удовлетворить критерий выбора максимальной амплитуды в схожести. (Выборы могут быть сделаны на первом пике, впадине или на втором пике. В этом случае мы знаем, что нужно выбрать впадину, т.к. мы создали модель; но на деле, конечно же, нет такой определенности).

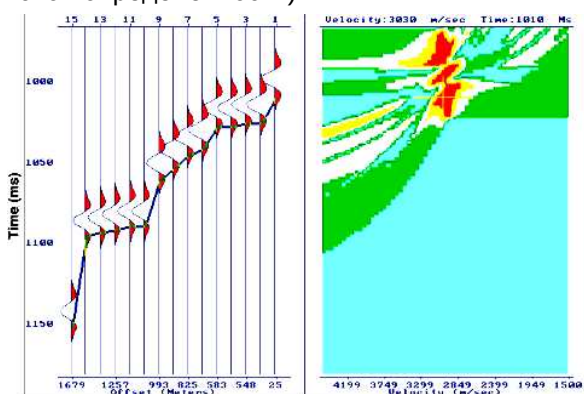


Рис. 10.4

Мы будем называть это количество (+ 50 м/с или - 50 м/с в примере, приведенном выше) «Скоростным разрешением».

На Рис. 10.5 мы видим определение «скоростного разрешения». Мы построили график «скорость к максимальной амплитуде суммированной трассы», где НМО на этой скорости применено до суммы. Очевидно, что

максимальная амплитуда суммированной трассы гораздо меньше, когда мы используем неправильную скорость – слишком высокая или слишком низкая. При правильной скорости амплитуда трассы результирующей суммы достигает максимального значения. Но, как мы указывали выше, существует некоторая неопределенность как раз там, где встречается эта максимальная амплитуда. Следовательно, мы получаем действительный пик произвольным количеством. В случае, показанном здесь, мы опустили на 3% от значения действительного пика. Ширина кривой скорость – к – амплитуде на этом уровне (3% от пика) – есть определенное количество в единицах скорости. Мы договорились называть это «скоростным разрешением». На деле, мы пришли к единичному количеству, которое выражает способность смещения выносов в бине ОСТ правильно фокусировать (с НМО) определенную цель. Смещение выносов будет влиять на наше новое измерение и, действительно, является мощным показателем плохого или хорошего распределения выносов.

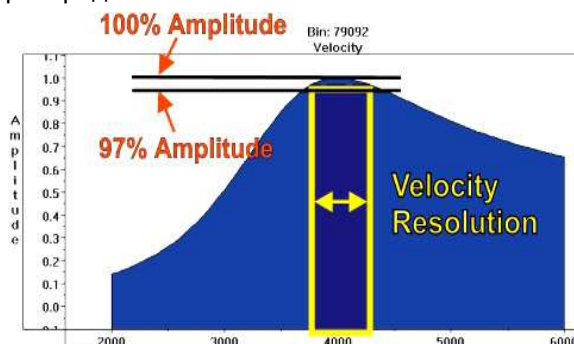


Рис. 10.5

Используя наше определение «скоростного разрешения» мы взяли реальную геометрию 3D и рассчитали это значение для предложенной цели со среднеквадратичной скоростью в 4000 м/с и двойным временем пробега волны – 1,0 сек.

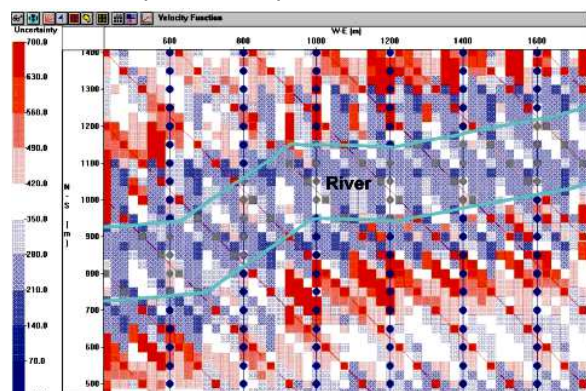


Рис. 10.6

Ширина суммы амплитуды к скорости в результате на уровне 95% (в данном случае) нарисована голубым цветом в каждом бине (Рис. 10.6). Одна такая кривая показана для одного определенного бина. В основном, хорошее смещение выносов приведет к хорошему «разрешению». Здесь мы можем посмотреть значения скоростного разрешения в диапазоне 200 – 400 м/с вокруг нашей целевой скорости. Изучение старых данных 2D на той же площади может выявить, что ожидаются потенциальные отношения Сигнал/Шум, и, следовательно, соответствующий уровень «неопределенности» (95%) может быть определен для съемки. Любое отнаблюдаемое неприемлемое скоростное «разрешение» должно корректироваться с добавлением большего количества (обычно более длинных) выносов в плохие бины.

$$T_{ijk} = S_i + R_j + S_k + \text{Velocity Error (if required)}$$

$$\text{Event Time} = \text{Shot Static} + \text{Receiver Static} + \text{Structure Time}$$

Geometry	•	S	=	T	Equations are over-defined and under-constrained leading to missing wavelengths
		⋮			
		R			
		⋮			
		G			

Guarantee of coupling if:

Shot ↔ CMP ↔ Shot ↔ CMP ↔ Every other shot
... and similarly for receivers

Рис. 10.7

Пример на Рисунке 10.6 интересен тем, что имеется препятствие, пересекающее линии ПП и ПВ – скажем, река. ПВ, которые попадают в реку, были передвинуты на самые близкие положения по сети вдоль берегов реки. Таким образом, не произошло потери кратности, но смещения выносов в бинах ОСТ возле реки очевидно пострадали. Совершенно очевидно, что влияние реки отразится в бинах, которые расположены

параллельно реке, но метрах в 500 на другой стороне. В этой зоне бинов мы видим более высокое значение скоростного разрешения, показывающего, что обработчик сейсмических данных должен очень внимательно выбирать зоны ОСТ для скоростного анализа, особенно возле препятствий (исключенные площади) в 3D съемке.

10.5 Статика МОВ (Поверхностная Совместимая статика)

На этом важном этапе обработки трассы каждого (или возможно большего количества) бина суммируются, чтобы сформировать стабильную и представительную **пилотную трассу** (одна пилотная трасса для каждого бина ОСТ). Перекрестная корреляция отдельных трасс с пилотными трассами определит значения сдвига по времени, применяемые к каждой трассе. Матричные расчеты разделяют статпоправки для каждого положения ПП и ПВ – в целом называемые поверхностно-совместимое решение.

Стыковка статик (Виггинс, и пр., 1976) применяет то условие, что каждое положение ПП возбуждается многими ПВ и наоборот. Методы перекрестной корреляции определяют временные различия между соседними ПП и соседними ПВ. Эти временные различия при умножении на инверсию геометрической матрицы представляют значения статик (поверхностно-совместимой) на каждом положении ПП и ПВ. Если инверсия геометрии имеет «дырки», тогда статика не будет определена для определенных пространственных длин волн. (Мы рассматриваем абсолютные статические значения, разложенные на сумму различных пространственных длин волн).

Под «дырками» мы обычно подразумеваем, что матрицы геометрии не определены (т.е. уравнения не могут определить статику для некоторых ПВ и ПП), или, другими словами, уравнения присутствуют, но слишком малы, чтобы преодолеть потенциальные ошибки выбора (Рис. 10.7). «Уравнения» происходят от существующих пар ПП – ПВ.

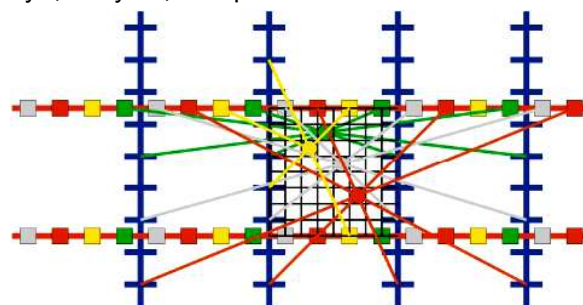


Рис. 10.8

Рисунок 10.8 иллюстрирует различные пары ПП – ПВ, принадлежащие различным бинам ОСТ. Этот прямолинейный пример демонстрирует, что, если ПВ 1, 5, 9, ... принадлежат одному бину ОСТ, тогда ПВ 2, 6, 10, ... принадлежат следующему бину ОСТ и ПВ 3, 7, 11 ... – последующему бину. Это означает, что когда мы запишем все уравнения для каждой пары ПВ – ПП, не будет уравнений, связывающих статику взрывов для ПВ 1, скажем, для ПВ 2 (то же значит и для ПВ 3 и ПВ 4). В основном, в этом случае, мы имеем 4 семейства уравнения, которые не связаны друг с другом.

Теперь известно (Вайскап Р. Д., 1994), что все обычно пространственные прямолинейные геометрии (кирпичные, зигзагом, и т.д.) не стыкуются в статике (т.е. существует более одного независимого решения для статики ПВ и ПП). В кирпичном проектировании, например, ПП непременно стыкуются, в то время, как ПВ все еще не состыкованы. ПВ все еще не состыкованы из-за правильной геометрии ПП. В проектировании Флекси-бина все ПВ и ПП состыкованы (кроме расположенных по краям съемки) из-за неповторяющейся природы соответственных положений ПВ и ПП и пересечений линий. Чтобы связать независимые решения вместе, Вайскап предполагает использование сглаживания в структурных условиях. Обычно это дает разумные решения (без поперечного «дрожания»), но могут оставаться ошибки в статике длинных длин волн, если таковые присутствуют, и структурная аномалия (которая зачастую и есть то, что мы ищем!) может решаться неадекватно.

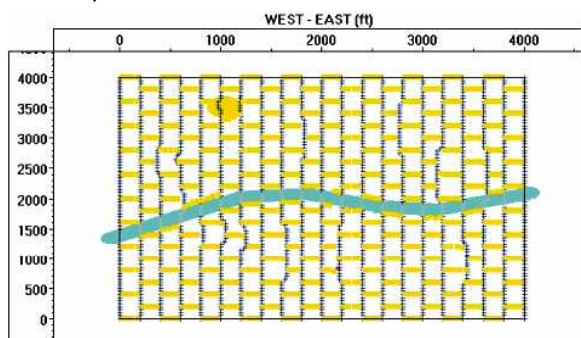


Рис. 10.9

Стыковка статики может гарантироваться распадением правильности геометрии (Рис. 10.9, напр., неравномерное расстояние между линиями и ПВ или ПП) или добавлением линий ПВ и ПП в направлении линий ПП и линий ПП в направлении линий ПВ.

Следует особо отметить, что геометрия, которая хороша для статики, может быть плоха для изображения. Другими словами, мы должны быть очень внимательными и помнить, что то, что мы ищем – это подповерхностное 3D изображение, которое

не является околоповерхностным изображением (которое нам дает статика). Следовательно, всегда необходимо идти на компромисс в пользу подповерхностных целей.

Используйте компьютерную программу для проверки каждой расстилки.

10.6 DMO

В то время как НМО корректирует задержку по времени на трассе выноса с помощью передвижения амплитуд вдоль трасс, ДМО сдвигает данные вверх по падению до правильного положения, где трасса нулевого выноса записывала бы отражатель падения (Рис. 10.10). Затем миграция перемещает энергию на правильное горизонтальное и вертикальное подповерхностное положение.

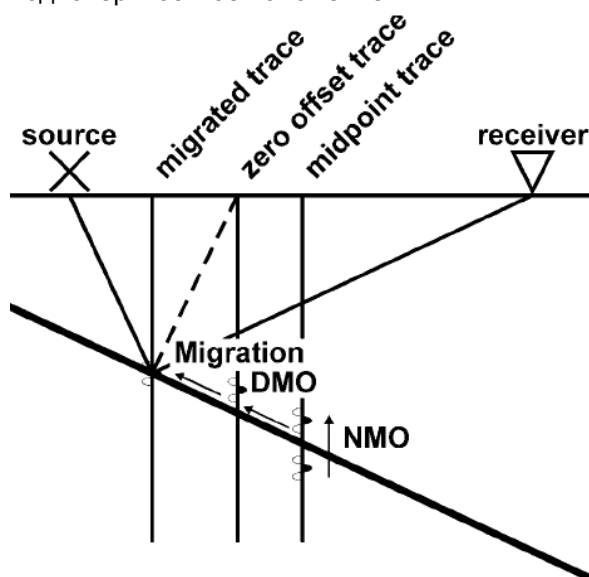


Рис. 10.10

ДМО – приложение специфичное для падений в частичной миграции до суммы, за которой следует НМО и суммирование. Гейл (1984) детально обсуждал процесс. Постоянная скорость НМО – наиболее применяемый метод. Меняющееся во времени ДМО было описано Менардусом и Шлейчером (1991) среди прочих.

Эллипс ДМО имел наибольший эффект на данные при мелких временах и на дальних выносах. Изменение поверхностной геометрии может представить аномалии амплитуд из-за различных смещений выносов и азимутов, которые могут или не могут компенсироваться в обработке.

3D ДМО требует как можно больше выносов в каждом диапазоне выносов, чтобы сформировать отражения с помощью предполагаемой интерференции. В противном случае, происходит усиление несовершенных изображений. Эта конструкция сечений выносов может быть

сложной в 3D съемках из-за рассеивания СТ и вариаций азимутов ПВ – ПП. Следовательно, не все проекты 3D приведут к удачному применению ДМО.

Пусть вынос ПВ – ПП будет h , средняя скорость – V и время целевого горизонта – t (Рис. 10.11). Тогда энергия во время “ t ” в бине ОСТ извлекается из пар ПВ – ПП, которые пересекают бин, и чьи СТ находятся в $h^2/(2 \times V \times t)$ бина (Дережовский, геофизическая разведка, 1982, стр. 318). Кратность и число отдельных выносов в каждом бине после ДМО на каком-то определенном времени “ t ” – хорошее измерение реакции ДМО.

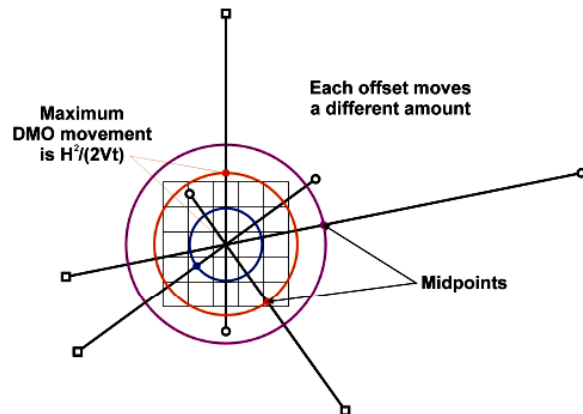


Рис. 10.11

Пример: $V = 3000$ м/с $h = 1000$ м $t = 1,0$ с

Радиус ДМО = $h^2 / (2Vt) = 170$ м

Или около 7 бинов, если $b = 25$ м

Или: $V = 10000$ фт/с $h = 3000$ фт $t = 1,0$ с

Радиус ДМО = $h^2 / (2Vt) = 450$ фт

Или около 4 бинов, если $b = 110$ фт

Другими словами, все трассы:

- чей вынос равен 1000 м (3000 фт),
- чей азимут ПВ – ПП проходит через центральный бин,
- чья СТ расположена в 170 м (450 фт) от того центрального бина,

будут каждая передавать энергию центральному бину.

Заметьте, что 5-градусный отрагатель падения будет иметь свою энергию, повернутую по горизонтали на расстояние равное $h^2 / V \times t \times \sin\theta \times \cos\theta$, или, используя значения V , h , t , указанные выше, мы получим 15 м.

Центральная выборка на Рис. 10.12 создается из многих других трасс, делающих вклад в выборки. Чем дальше расположена трасса от центральной, тем круче энергия падения, которую они будут передавать центральному дискрету. **Предполагаемая интерференция** гарантирует, что падения будут изображены на истинном положении их нулевого выноса, а не на положении ОСТ. Затем будет правильно произведено

суммирование на каждой ОСТ (потому что каждая трасса содержит информацию по нулевому выносу). Миграция после суммы затем передвинет падения на их истинное геологическое положение (ОГТ). Если трассы утеряны, предполагаемая интерференция нарушается, это обычно происходит из-за отпечатывания геометрии.

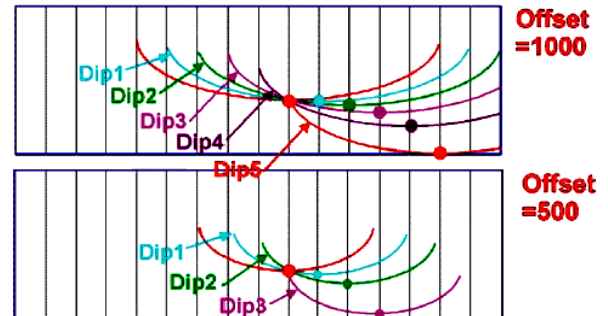


Рис. 10.12

Плохое проектирование геометрии может создать «дырки» в «плоскости» выносов и нехватка определенных выносов в правильном образце может затруднять процесс предполагаемой интерференции для определенных падений.

Балансировка бинов. Этот метод обработки стал весьма популярен последние лет десять. Он компенсируется для бинов, которые не имеют хорошего смешения посредством «заимствования» пропущенного выноса у соседних бинов – на деле, вид смешения или интерполяции для определенных трасс. Очень важно отметить, что этот вид «заимствования бинов» - это как раз то, что выполняет ДМО. Таким образом, если ДМО включено в последовательность сейсмической обработки, не должно быть требований по балансировке/заимствованию бинов.

Хорошее измерение «усиливающей интерференции» ДМО должно рассчитать **взвешенную кратность ДМО** (Кроузи и Пион, 1993) в каждом бине для определенного целевого времени и скорости. Эта «взвешенная кратность ДМО» строится посредством рассмотрения всех возможных передач энергии одному выходному бину ОСТ. Энергия от многих пар ПВ – ПП, чьи оси пересекают этот бин, будет «смазываться» ДМО и приходить в заданный выходной бин. Энергия будет сильнее или слабее, в зависимости от того, как далеко она уходила вдоль оператора (эллипса) ДМО. Функции взвешивания известны и позволяют нам рассчитать взвешенную сумму всех передач энергии для любого данного бина.

На Рис. 10.3 мы рассчитали эту взвешенную кратность ДМО для истинной 3D геометрии с рекой в центре (белые крестики в центре показывают пропущенные приемники). Пронаблюдайте площади большой и малой

кратности из-за несомненной передачи энергии дальних выносов, присутствующих в бинах близко к препятствию – в данном, случае, к реке. Такие вариации во взвешенной кратности ДМО могут привести к аномалиям в данных из-за вариаций Сигнал/шум, которые отражают (как в зеркале) кратность.

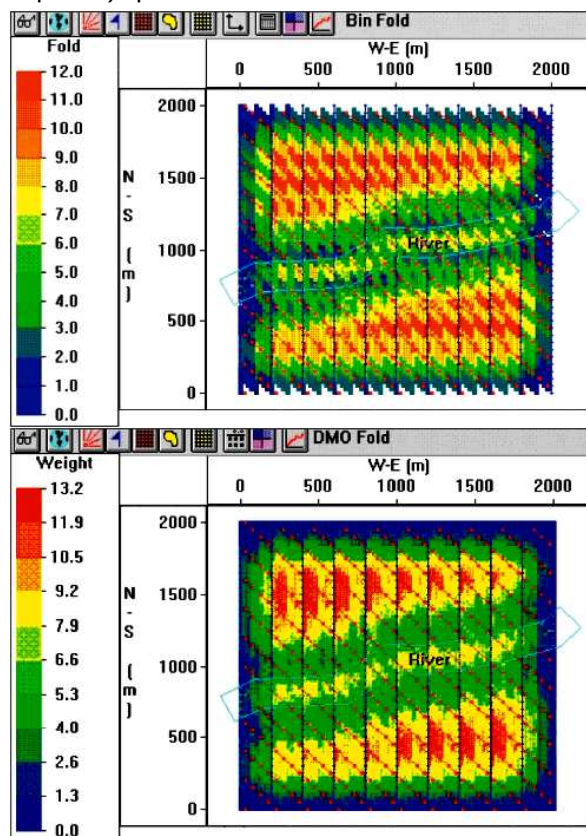


Рис. 10.13

В дополнение к аномалиям кратности ДМО, которые могут выводить отпечатывание геометрии, как показано выше, мы рассчитали реакцию ДМО для падений, записанных с различными геометриями. Эти реакции показывают серьезные изменения фазы и амплитуды, указывающие, что такие цели падения, если таковые присутствуют, в реальных данных показали бы сильный отпечаток геометрии (Коннелли и Галбрейт, 1995).

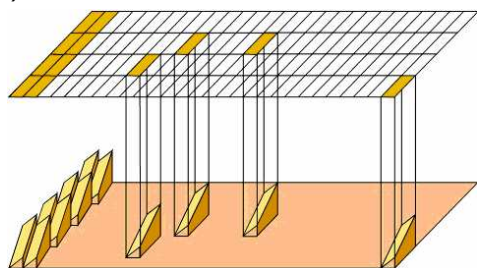


Рис. 10.14

В этом исследовании «цель» - это псевдопадение, где предполагается, что каждый бин ОСТ имеет специфичное падение в специфичное время и азимут, как

изображено на Рис. 10.14.

Расчет заключается в помещении передачи энергии каждой пары ПВ – ПП на псевдо-падение, в специфичное целевое время, в каждом бине по всей съемке. Идеальная реакция нулевой фазы указала бы, что объект будет полностью отображен с помощью ДМО в этом бине: т.е. что процесс усиливающей интерференции работает. Менее идеальная реакция указывает на недостаточное количество передач энергии на то падение в том бине.

На Рис. 10.15 мы видим результат применения алгоритма к стандартной «кирпичной» геометрии. Продольное расстояние между ЛПП и ЛПВ – 50 м. Интервал между линиями ПВ и ПП – 400 м. Заплата – 4 линии по 80 пунктов в каждой, истинная кратность ОСТ = 10. Мы показываем результат в одной «ячейке» съемки для угла падения – 30 градусов в направлении СВ (т.е. ориентирован на 45 градусов на каждую ячейку) и при времени – 0,4 с. В трех направлениях три реакции соответствуют 19 бинам ОСТ:

1. вдоль линии ПВ;
2. вдоль линии ПП;
3. вдоль диагонали ячейки; (Рис. 10.15d)

Имеются значительные амплитудные и фазовые изменения, указывающие на то, что выход ДМО, примененного к истинным сейсмическим данным, собранным с использованием данной геометрии, будет иметь сильный «отпечаток геометрии» для всех 30 – градусных падений в северо-восточном направлении, по времени близких к 0,4 сек.

Наши примеры с отличной геометрией и, следовательно, кратностью показывают похожие результаты – в общем, всегда хуже для более крутых падений на малых временах и значительно хуже для **падений поперек узких заплаток**, указывая на истинную нужду в:

либо (а) расчете некоторой формы амплитудной и фазовой компенсации (обратный оператор ДМО,

либо (б) перепроектировании геометрии сбора данных, чтобы улучшить переход энергии на выходе ДМО во всех бинах для желаемого целевого падения и времени. Не используйте узкие заплатки для применения ДМО.

Хотя подобные изучения значительно использовали ДМО, похоже, что прочие методики изображения (напр., время до суммы или глубинна миграция) пострадают от тех же самых проблем – иначе говоря, недостаточные переходы энергии, приводящие к плохо сфокусированным изображениям.

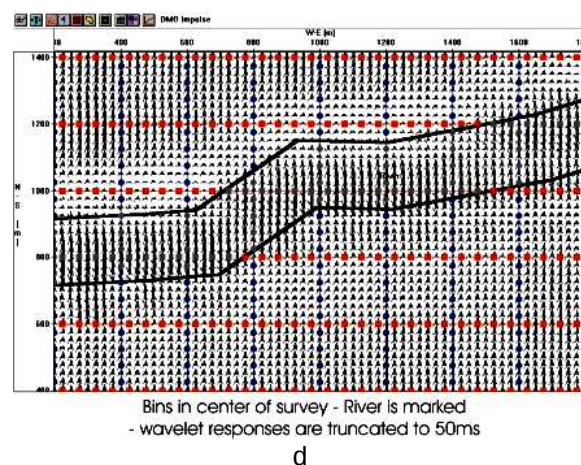
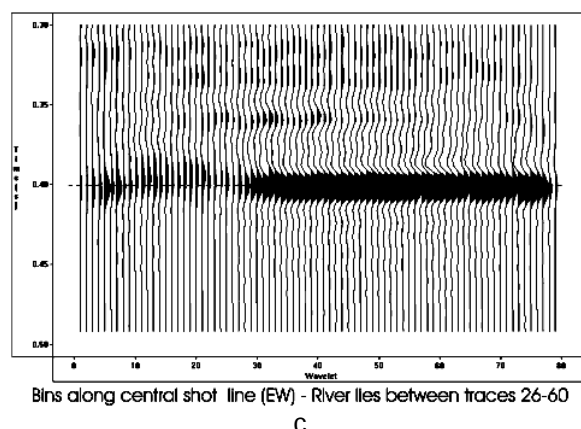
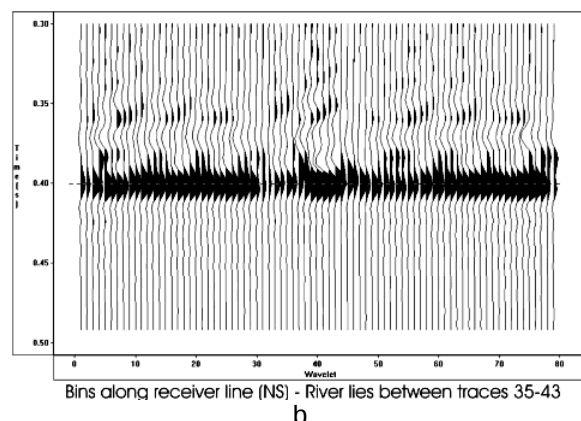
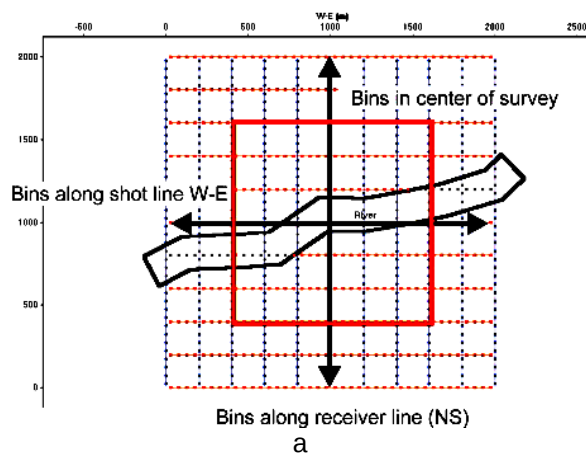


Рис. 10.15.

10.7 Сумма

Суммирование ОСТ суммирует трассы в бинах ОСТ с видом на увеличение Сигнал/Шум.

Вопрос «Что такое кратность?» пестрит проблемами. Существует ли **хорошая кратность** и **плохая кратность**? (См. Рис. 10.16).

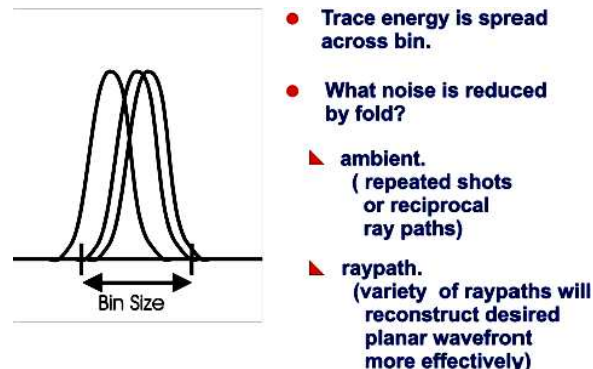


Рис. 10.16

Например, какой вид шума затухает с помощью многократного повторения ПВ на один и тот же ПП? В данном случае, очевидно, что будут затухать шумы ОС (или фоновые), включая влияния от инструментальных шумов. Но получим ли мы улучшенный сигнал? Если мы стреляем взаимнообратные трассы луча – те же поверхностные положения, но, меняя местами ПВ и ПП – многие могут оспорить, что это равно тому же, что и повторное отстреливание одного и того же пункта взрыва. Эти случаи могут быть свободно классифицированы как «плохая кратность».

С другой стороны, что если мы скомбинируем трассы, чья энергия проходит по нескольким различным трассам луча? Комбинация таких энергий фронта волны может считаться грубой версией суммирования вторичного импульса по Хьюджену. Такая ситуация может легко классифицироваться как «хорошая кратность».

Если в каждом бине ОСТ присутствует хорошее смешение выносов, это не только вызовет затухание случайного шума, но еще и когерентного шума, такого, как шум от источника или энергии кратных волн, из-за присутствия такого шума в различное время на различных выносах. Если, тем не менее, нет хорошего смешения выносов, кратные волны и шум от источника и прочие когерентные шумы будут присутствовать на суммированных трассах ОСТ.

На Рисунке 10.17 мы показали синтетический взрыв с тремя объектами на глубине – 200 мсек, 500 мсек и 1000 мсек. Имеется сильный линейный шум со скоростью – 800 м/с. Если мы используем

геометрию некоторых ОГТ истинной 3D, мы можем сконструировать синтетический сбор ОСТ данных с трассами в каждом бине, определенными трассами этого взрыва, которые имеют тот же вынос. Другими словами, наша модель плоская, и шум одинаков везде.

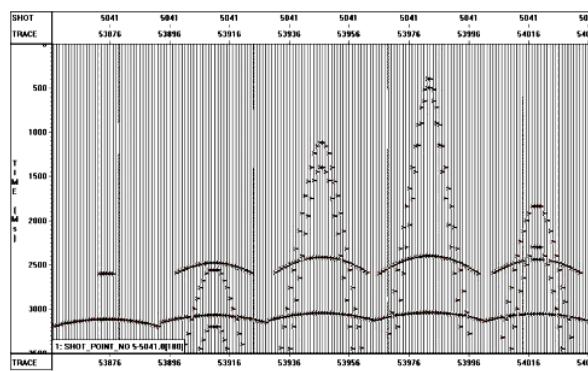


Рис. 10.17

На Рисунке 10.18 мы видим синтетические сборы ОСТ. Совершенно очевидно, что линейный шум теперь выглядит несколько нерегулярным из-за неправильного смещения выносов в каждом бине ОСТ.

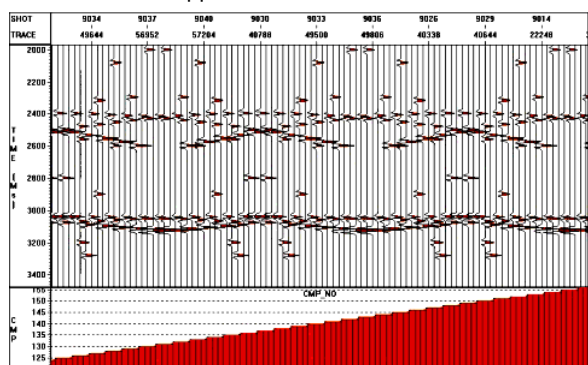


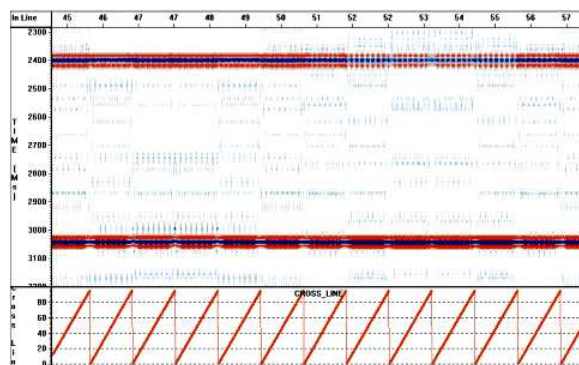
Рис. 10.18

Когда это выборки ОСТ обработаны с помощью НМО и суммированы, шум не снижен. Более того, он затухает в различных направлениях, в зависимости от смещения выносов в различных бинах. На Рисунке 10.19, бины вдоль линии ПВ и вдоль линии ПП. Абсолютно очевидно, что исходный линейный шум присутствует в сумме, что может интерпретироваться, как истинные данные, в зависимости от направления, в котором мы смотрим.

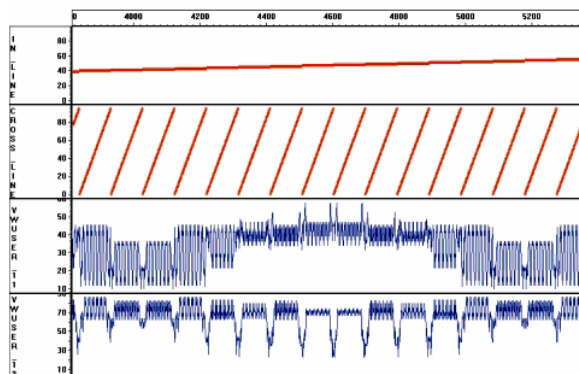
10.8 Миграция и случайная дискретизация

В последние годы вышло много работ по вопросу, как случайная дискретизация может помочь снизить шум миграции, вызванный грубой дискретизацией. Рекомендуется почитать у Вермеера, 1996г. и у Шустера, 1996г.

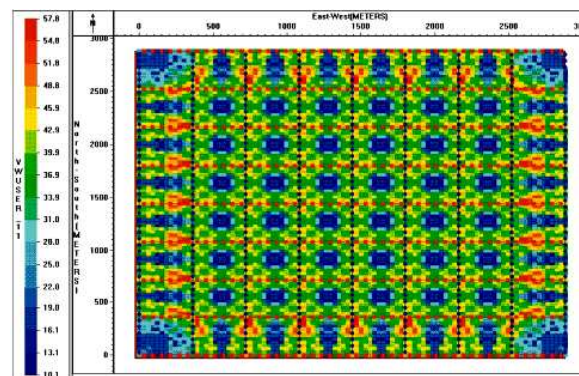
Одна из наиболее интересных иллюстраций находится в книге Вермеера, 1996г.



a



b



c

Рис. 10.19

На Рисунке 10.20 мы видим 5 импульсов. Первый сформировался посредством построения (конструирования) каждого дискрета путем суммирования вдоль кривой дифракции через выходное положение дискрета. Входные данные были горизонтальным объектом с импульсом, соответствующим вертикальному (и горизонтальному) разрешению в 12,5 м.

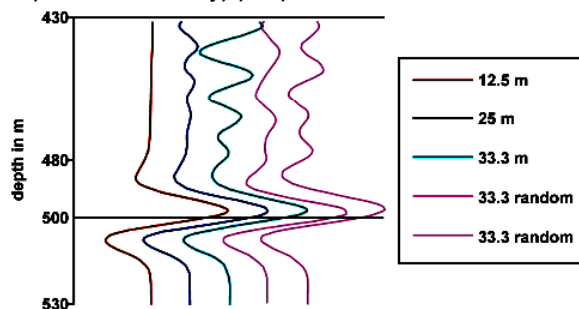


Рис. 10.20

В чистом виде, миграция таких входных данных, отобранных через каждые 12,5 м, дает идеальный результат (крайний левый импульс).

Увеличение пространственной дискретизации до 33 м дает много предшествующих миграционных шумов (средний импульс).

Случайные выборки со средним значением 33 м и отступом в 11 м в каждую сторону от 33 м дают нам две крайние правые кривые. В чистом виде, случайная дискретизация снизила миграционный шум.

Урок состоит в том, что мы должны попытаться выбрать, как можно более окончательный вариант, чтобы снизить уровень шума миграции для импульса, имеющего желаемое разрешение, но если мы не сможем выбрать окончательно, тогда нам предстоит выбирать случайным образом. Таким путем мы можем все-таки достигнуть приближенного варианта к идеальному, желаемого разрешению с меньшим шумом миграции.

Для 3D миграция правильно отобранных данных уже содержит элемент случайности, т.к. процесс миграции – это функция расстояния от точки входа до точки выхода. Эти расстояния неравномерно распределены в 3D.

Чтобы достигнуть случайной выборки в поле, нет необходимости с ней работать. Обычные изменения от бина к бину, используя некоторые «стандартные» геометрии (прямую, косую, зигзаг, и т.д.), предоставляют необходимую случайность. Передвинутые ПВ и ПП также помогут создать дальнейшую степень случайности.

10.9 Уравнения для качества данных

Если **качество данных** неожиданно низкое, интерпретатор в союзе с обработчиком должен оценить набор данных на их добротность через отношение сигнал – шум. Существует множество возможностей. Самый легкий способ улучшить отношение С/Ш – это увеличить бины. В традиционной 3D съемке это обычно означает удваивание или учетверение размера бина. Последнее увеличит кратность на фактор четырех и удвоит отношение С/Ш (Рис.10.20). Если много выносов дублируются или плохое смещение выносов, усиление в С/Ш может быть не таким большим, как ожидается. Заметьте, что линейный шум источника не Гауссов, и, следовательно, С/Ш для этого отдельного шума не улучшится с увеличением кратности.

Другой метод мог бы выполнить некоторое **заимствование** информации у соседних бинов, но оставаясь, все же при исходном

размере бина. Это может быть сделано в зависимости от пропущенных бинов или азимутов в центральном бине. Тогда они будут добавлены из соседних бинов, чтобы увеличить кратность и, следовательно, улучшить отношение С/Ш. Единственная проблема в данном подходе – расстояние от одной центральной СТ до следующей обычно слишком большое, чтобы получить требуемую информацию. Тем не менее, данные будут собраны с гораздо более сглаженным видом, а в случае чрезвычайно плохих данных такая стратегия может сделать 3D интерпретируемой.

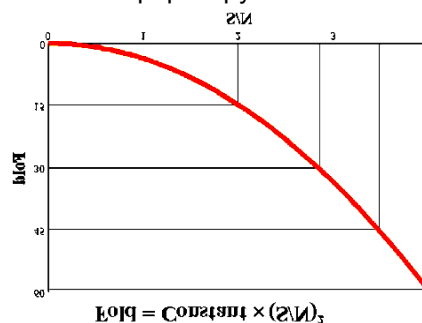


Рис. 10.21

В чрезвычайных случаях с плохими данными **текущее смещение** информации из соседних бинов сгладит данные, возможно, до точки усложнения выполнения правильной интерпретации, т.к. содержание высокой частоты может быть было устранено.

Если **качество данных высокое**, можно выбрать ограничение требуемых выносов и азимутов, чтобы получить хорошее представление для каждого бина. В таком случае, если распределение кратности по всей площади 3D может быть сглажено, тогда общее качество данных может быть таким же хорошим, или даже лучше, чем исходная полнократная съемка. В условных 3D съемках нет метода уменьшения размера бина, чтобы получить пространственное разрешение лучшего качества. Придется жить с тем, что требуется (на что напросился?).

Подход **Флекси-Бин** распределяет СТ внутри каждого бина заданным образом. Это распределение производит под-бины. Если качество данных плохое, размер бина может быть увеличен или уменьшен с маленькими приростами (равными размерам под-бина). Пожалуйста, посмотрите Главу 5 для получения дальнейшей информации.

Поворот бина может потребоваться, если значительные геологические признаки показывают неожиданные направления (Рис. 10.21). Такие черты могут включать каналы, нарушения, простирание рифа (рудной жилы) и т.д. Поворот бина часто используется, чтобы объединить две и более съемок, где сетки натуральных бинов каждой съемки имеют различные азимуты.

Затухание кратных волн гораздо слабее в большинстве 3D съемок, в отличие от 2D, т.к. смещение выносов не таким даже, как в 2D (или 3D с узким азимутом). Хорошее смещение выносов первостепенно для качественных процедур по затуханию кратных волн.

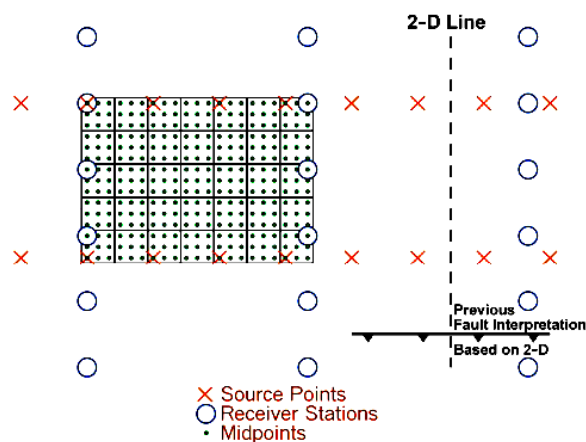


Рис. 10.22a

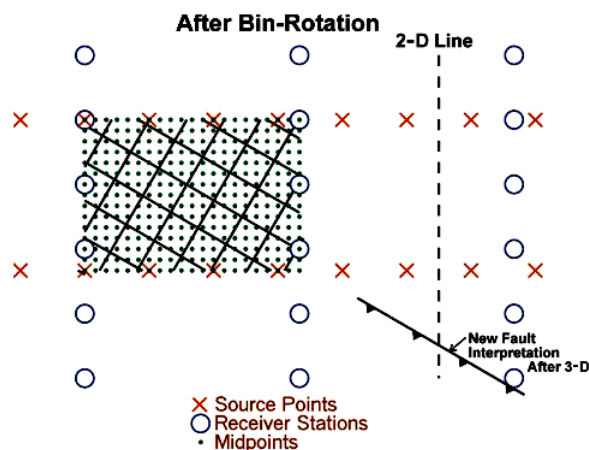


Рис. 10.22b

Тест

1. Рассмотрите типичную ситуацию в 3D, на площади, интересующей вашу компанию в плане разведки, и определите, что вы должны считать идеальным набором выводов на пленку (если таковые нужны) для постоянных записей.
2. Почему поперечный размер заплатки важен при рассмотрении статистики МПВ?
3. Дайте несколько эффективных средств получения стыковки статистики МОВ в 3D съемки.

Ответы на тест

1. Выводы на пленку значительно зависят от целей каждой отдельной компании и могут варьировать от проекта к проекту. Мы предполагаем, что необходимо иметь полномасштабные выводы для всего разреза (до основания) на каждый 10-й (или около того) профиль. Дополнительно, выводы каждой линии или каждой второй линии для интересующей зоны могут доказать полезность сбора положений скважин, особенно в отсутствие доступа к рабочей станции.
2. Поперечные размеры должны быть достаточно большими, чтобы собрать измерения мелких рефракторов. Также, необходимо гарантировать, что преломления от более глубоких горизонтов попадают в поперечные размеры.
3. а) разбить регулярность расстояния между линиями ПП и ПВ.
б) добавить линии ПВ в направлении ПП.
в) добавить линии ПП в направлении ПВ.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Подробные дискуссии на тему Интерпретации данных по 3D съемке можно найти в книге Брауна (1991) и Шериффа (1992).

11.1. Системы интерпретации

Интерпретация обычно является последним практическим шагом в целом процессе сбора и анализа сейсмических данных. Ее можно провести в пределах определенной местности или в любой части света, где необходимая экспертиза должна быть проведена. Мы изучили направление, которое позволяет интерпретатору существенно приблизиться к обработчику и даже к подрядчику. Важно, чтобы интерпретатор был вовлечен во все аспекты сбора и обработки сейсмических данных по 3D съемке; или, по крайней мере, его или ее необходимо информировать о достижениях. Для ответов на вопросы могут понадобиться дополнительные выводы (на экран, бумагу) или тесты.

Интерпретатор, берясь за интерпретацию, всегда должен искать **геометрические ложные изображения** в данных. Если существует четкая связь между геометрией сбора данных и направлениями (тенденциями) или отклонениями в интерпретированных картах, то необходимо по мере возможностей попытаться устранить их при обработке.

Изображение на бумаге (обсуждалось в предыдущей главе) должно использоваться в качестве постоянной (долговременной) твердой копии данных по 3D съемке. Некоторые вещи намного легче заметить во время наглядной интерпретации на бумаге, чем, если интерпретировать их на станции. Тщательно отобранные разрезы, выведенные на бумагу, представляют собой недорогой материал для вывода. Это очень важно при предъявлении данных начальству и другим заинтересованным сторонам.

Интерпретатор должен знать будет ли его/ее работа ограничена лишь интерпретацией с листа, или имеется ли в наличии **станция**. Для выполнения нужных решений могут понадобиться несколько платформ программного обеспечения. Сегодня на рынке есть большое количество систем, которые могут эффективно осуществлять контроль 3D съемками независимо от размера. Для съемок маленьких и средних размеров систем, **ОСНОВАННЫХ** на ПК, может быть достаточно (например, Pics, Kingdom 3D).

Для более больших съемок и, в основном, из-за больших скоростей предпочтительнее использовать одну из интерпретационных систем, основанную на станции (например, Landmark, GeoQuest or Photon).

Выбор системы интерпретации сугубо индивидуален. Каждая система обладает своими уникальными свойствами, которые могут быть особенно полезными для отдельных целей или которые предпочитает интерпретатор. Некоторые основные элементы, которые необходимо проверить перед покупкой это: легкость в обращении, свойства построения контура, контроль временных срезов, система обзора разломов, интеграция синтетической скважины, визуализация 3D, возможности анимации, возможность проводить произвольные линии через объем данных, свойства импорта и экспорта, объединение нескольких групп данных по 3D, свойства обработки, такие как сдвиг фазы и т.д.

Сейсмические данные могут быть выведены (на экран, бумагу) различными способами; переменная площадь (ПП), переменная интенсивность (ПИ) или сочетание обеих, как переменной интенсивности и площади (ПНПП). В выводах переменной интенсивности может быть число разноцветных полос, объединенных с ними с целью выделения особенных свойств.

Когда показания горизонтального времени собираются станцией, то амплитуды часто измеряются одновременно. Однако, в дальнейшем их могут извлечь. Обычно программное обеспечение позволяет пользователю собрать горизонтальные времена, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Собранную информацию можно вывести как для каждого горизонта в отдельности, так и совместно для всех.

11.2. Топографическая съемка

Геологическое картирование обычно доступно еще до начала 3D интерпретирования. Это обеспечивает крайне полезную основу для геофизического картирования, основанного на 3D съемке.

Из работы с существующими группами 2D и 3D данных обычно уже известны карты с определёнными горизонтами, изохронами, амплитудами или другими признаками необходимы для **характеристики места проведения работ**. Ниже приведен список карт и выводов, которые необходимо учесть (могут быть и другие выводы):

временная структура	временные срезы
сглаженные сейсмические разрезы	горизонтальные срезы
изохрон	chair выводы
амплитуда	3D визуализация
разница амплитуд	затенение
мгновенная частота	
вывод на транспаранты, диапозитивы	
мгновенная фаза	когерентный куб

Сглаживание этих карт может существенно разъяснить картину. К этому нужно подходить с осторожностью, чтобы излишне не упростить карты путем устранения коротковолновых аномалий. Необходимо протестировать различные фильтрующие операторы с тем, чтобы получить содержательные результаты. Фильтрующее окно, состоящее из 3 трасс, может хорошо работать в некоторых областях, но не в тех, где, возможно, необходимо применить окно, состоящее из 7 трасс.

Карты, составленные от руки, скорее всего, отразят изменяющуюся геологию намного лучше, чем карты, созданные компьютером. Последние, однако, могут послужить хорошим ориентиром и поэтому должны применяться одновременно с первыми. Картирование **глубинной структуры** остается довольно сложной задачей даже в применении к группе данных по 3D съемке. Важно правильно определить скорость. Вся имеющаяся информация по скважинам должна тщательно интегрироваться. Поверхностный геологический репер с ровной структурой часто будет использоваться в качестве линии приведения, когда этот репер можно будет точно определить в сейсмике. Применяя изохроны к заданному горизонту и интервалу, скоростная функция (местами переменная) может создавать очень хорошие карты изопахит. Неплохие карты глубинных структур можно получить путем добавления карт изопахит к картам с поверхностной линией приведения.

11.3. Интегрирование

Предварительно собранные данные по 2D и 3D съемке должны быть полностью интегрированы. Интеграция с геологическим картированием очень важна для получения лучших четких данных о территории наблюдения. Временами, сейсмические данные и соответствующие карты сами не смогут предоставить информацию, достаточную для начала проведения буровых работ. Однако, при наличии полной интеграции с геологией можно существенно увеличить ценность изысканий. Даже на старых участках производительность может значительно возрасти, при использовании данного подхода и последующим бурением.

Интеграция данных может включать в себя много **различных данных**. Самой важной является геологическая информация, в которую входит картирование структуры местности, а также интерпретация масштаба (размера) резервуара. Гидродинамическое картирование может оказывать значительное воздействие на траектории миграций гидрокарбонатов и, вероятнее всего, места скопления нефти и газа. На территории проведения разведочных работ к вопросам о материнских породах и жилах необходимо обращаться до рассмотрения основной части 3D съемки. Технические данные могут ознакомить с трудностями, встретившимися при бурении скважины. Какой прок от самой лучшей разведки, если нельзя пробурить скважину по какой бы то ни было причине? Можно заставить отложить хорошую территорию для разведки на много лет до тех пор, пока не будут созданы необходимые буровые технологии для работы со специфическими проблемами.

Дополнительное **обогащение данных**, например, 3D инверсия, конверсия (обращение) время – глубина, анализ AVO и т.д. возможно могут предоставить ту малую дополнительную информацию, которая значительно снизит риск буровых работ (подробнее см. в Главе 12).

ГЛАВА 12

ТЕМЫ, ОСОБОГО ИНТЕРЕСА

Давайте обсудим некоторые темы, представляющие особый интерес по 3D проектированию и сбору данных, и взглянем на возможные будущие инструкции (директивы).

12.1. Цифровые Ортокарты

Цифровые ортокарты (ЦОК) – это новое и очень полезное средство фазы планирования сейсмической 3D съемки. Было доказано, что это экономичное средство, снижающее степень риска (Crow, B., 1994). Цифровые изображения уточняются до тех пор, пока не достигается наиболее точное изображение. В дальнейшем изображения можно трансформировать, например, в **формат TIFF**. Недавние разработки программного обеспечения для планирования 3D сейсмической съемки позволяют использовать интегрированные цифровые изображения не только при планировании сейсмических программ путем включения выносов, но также для их усовершенствования во время проведения 3D съемки (Рис. 12.1).

Аэрофотоснимок (и видео) сопрягается с информацией GPS и информацией исторической съемки для предоставления особо точной и последовательной информации по съемке. GPS может предоставить точность координат XY в пределах сантиметра (1/2 инча) в то время как координата z менее точна. Такие исторические данные, как расположение скважин и трубопроводов и особенности культуры должны быть максимально интегрированы. Точность опорных карт значительно возрастает. Применительно к 3D съемке такое сокращение факторов неопределенности в месторасположении очень важно и должно быть учтено.

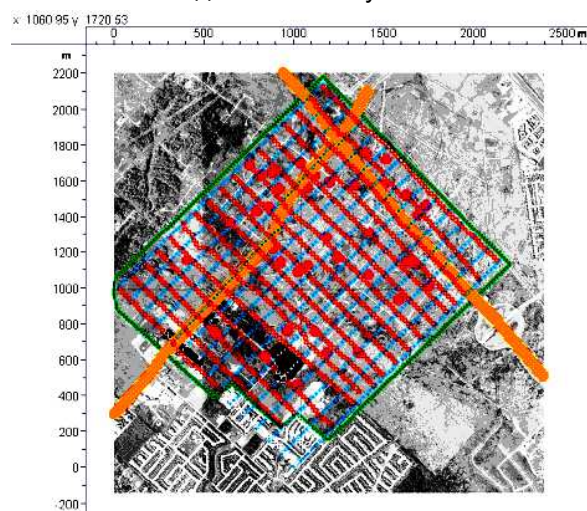


Рис. 12.1. 3D планирование в цифровом изображении

12.2. Переходные Зоны

Под переходными зонами обычно подразумевается среда **озер, болот и рек**. Настоящие морские съемочные работы проводятся в открытом океане, где большая территория занята кораблями, которые тянут за собой расстановку источников и стримеры. При проведении съемки в переходных зонах чаще приходится сталкиваться с проблемами, касающимися наземной съемки, чем это случается при проведении морских работ. Смешанные источники, например, вибратор и динамит, в основном используются на экологически чувствительных территориях.

Чем **меньше переменных** вы вводите при проведении съемки в переходной зоне, тем лучше. Например, если вода покрыта льдом, то источники и приемники должны быть расположены ниже поверхности льда. Лед может послужить источником шума, из-за которого сигнал может стать неразличимым. Предпочтительнее использовать один тип источников (например, динамит), а не различные типы (например, динамит, грязевая пушка, воздушная пушка и водная пушка) до конца съемки. Подобно этому, предпочтительнее использовать один тип приемников на протяжении всей съемки, чем использовать наземные геофоны, геофоны для болотистых мест и гидрофоны в соответствующих зонах.

Из-за наличия переменных, **тестирование** является даже более сложным в съемке, проводимой в переходной зоне, чем оно является при проведении наземной съемки. Взрывные записи при использовании наземных геофонов будут отличаться от записей, полученных при использовании гидрофонов. И опять же, морские записи будут отличаться в зависимости от приемника.

Совпадение фаз (синфазность) нужно будет учесть при обработке данных по разным областям, полученным в результате проведения съемки в переходной зоне. Кривые теоретической фазы являются важным ориентиром для обработчика. Практически, все может немного расходиться с теорией. С увеличением глубины (воды) разница между фазами может изменяться.

Необходимо учесть **преимущества и недостатки зимней и летней съемки**. В зимнее время может появиться

возможность более эффективного перемещения партии по льду. Однако, хорошее ли качество полученных данных (см. выше пункт « чем меньше переменных»)? Съемка в летнее время может перемежаться с работой туристической промышленности, но может быть проведена быстрее при более высоком качестве данных. Ваш выбор может быть значительно ограничен условиями окружающей среды.

Съемка данных **двойным сенсором с кабелем, находящимся на дне океана** уменьшит побочные эффекты (эффекты волн-спутников) в данных переходных зон (Barr & Sanders, 1989), таким образом, усиливая содержание частоты данных. При построении графика реверберации водяного столба на протяжении какого-то времени как для гидрофонов, так и для геофонов (Рис. 12.2) можно с легкостью заметить, что результатом их суммирования (после соответствующего масштабирования) будет являться сокращение (исчезновение) волн-спутников. Многие вычислительные центры заявляют о том, что имеют частное программное обеспечение, разработанное для таких целей. ОВС данные теперь могут быть получены с глубины до 100 метров.

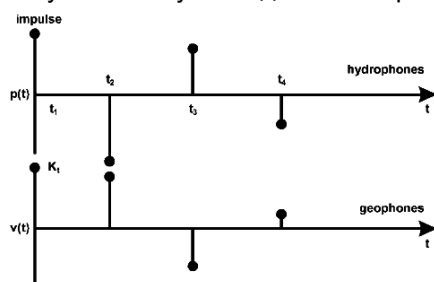


Рис. 12.2. Реверберация водяного столба при детекторах давления и скорости, расположенных на дне (Barr & Sanders, 1989).

12.3. Досуммарная миграция для Ребинирования

В структурно-сложной среде в особенности, возможно, было бы намного лучше сделать миграцию до суммирования на наборе данных. Данные будут пробинированы сразу же после того, как будет применена миграция, и надеемся, смогут лучше расположить отражатель в пространстве. К сожалению, 2-3 итерации досуммарной миграции чрезвычайно дорогие; надеемся, что эти расходы окупятся дополнительной точностью, предоставляемой этим процессом.

На рисунке 12.3 показана разница суммирования между постсуммарной и досуммарной миграциями. Допустим, мы хотим переместить энергию в пределах Зоны Френеля, как показано в этих диаграммах.

В постсуммарной миграции (рис. 12.3а) средние точки, которые по идее должны быть распределены вокруг бина, сначала суммируются для центральных средних точек. Затем, средние точки, которые попали Зону Френеля мигрируются. В досуммарной миграции (Рис.12.3б) все средние точки, попадающие в Зону Френеля мигрируются до суммирования.

Расход энергии миграции постсуммирования по отношению к досуммированию, безусловно, разный.

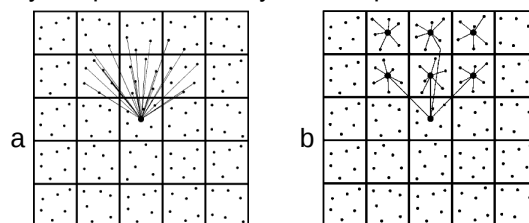


Рис. 12.3. Досуммарная миграция (а) и Постсуммарная миграция (б)

12.4. Досуммарная глубинная миграция

Досуммарная глубинная миграция представляет собой успешное решение проблемы сейсмического изображения. Опыт работ с этим оборудованием показывает, что качество глубинного изображения очень чувствительно к точности скоростной модели (Canning and Gardner, 1993). Их двухходовая схема содержит в себе время миграции в перпендикулярном приемникам направлении, которое не зависит от скорости с последующей досуммарной глубинной миграцией в параллельном приемникам направлении.

12.5. 4D Сейсмика

С набором данных по 4D открываются многочисленные возможности для улучшения данных. Можно не только оценить передвижение жидкостей в коллекторе, но эти наборы данных также позволяют комбинировать данные. Nethammer и Lokkebo (1997) на наборе данных с Северного моря продемонстрировали, что изучение различия куба может послужить хорошим критерием относительной амплитуды сигнала, тогда как одновременное увеличение карт падений пластов могут устранить области шума съемки тем самым четко выявляя недостатки. При использовании больших абсолютных амплитуд двух съемок, были получены наилучшие наборы данных для подробной сейсмической интерпретации при одновременном увеличении непрерывности (последовательности) реальных изображений (отражений) и уменьшении ровного когерентного шума. Даже прямое суммирование амплитуд оказалось лучшим, чем любой отдельный набор данных, однако,

формула «Если $|A| > |B|$, то A, все еще B» выдавали более точное изображение. В этом примере из Gullfaks Field параметры обработки выбирались одинаковые; различные направления обработки могут очень хорошо снизить усовершенствования, реализованные другим способом. Этого можно избежать путем «причесывания» досуммарных данных, а затем обрабатывая супер-накопления.

C. Lewis из компании Exxon пыталась смоделировать возможность использования свойств (атрибутов), выявленных с помощью различных 3D съемок, проведенных на одной и той же территории (Lewis, 1997). В своей работе она указывает, что две или более съемки должны быть сравнены со старой 3D съемкой с тем, чтобы сократить ложные изображения. Однако, благодаря альтернативе вычитания атрибутивных карт, измеряющих амплитуду или частоту от временного интервала съемок, такая необходимость отпадает. Разница атрибутов может облегчить анализ контроля съемок. Предлагается перспективное моделирование для выбора атрибутов, которые лучше всего охарактеризуют коллекторы и перемещенные (вытесненные) жидкости (предполагая, что такие изменения могут быть обнаружены сейсмически).

Краткосрочные Курсы Инструкторов, 1998 год, (под руководством Яна Джека, BP), названные «Временная сейсмика в Reservoir Management», можно приобрести в SEG. Это отличный краткий документ о современных технологиях с большим количеством исторических данных.

Хороший итоговый отчет и классификация сейсмических атрибутов были опубликованы недавно (Chen and Sidney, 1997) с подробным описанием свойств, основанных на фактах и объеме. Примером свойств, основанных на фактах, может служить мгновенная частота или сила отражения, в то время как атрибутом, основанным на объеме, может быть корреляция куба, представляющая собой степень неоднородности структуры.

12.6. Обменные волны в 3D Проектировании

Трехкомпонентная 3D съемка очень полезна для определения **трещиноватых резервуаров** или любого другого типа геологии, где можно ожидать анизотропных свойств пород. Важно попытаться расположить линии ПП в таком направлении, чтобы как можно лучше определить анизотропию скорости.

При проектировании 3D съемки с обменными волнами необходимо вычислить подходящий диапазон выносов, в котором обменные волны все еще будут

присутствовать. **Точка обмена (конверсионная точка)** (точка, в которой случайная р – волна конвертируется в отраженную s – волну) не находится в положении средней точки между источником и приемником. Вернее, эта точка отстоит от места позиционирования источника на X_c (Рис. 12.4):

$$X_c = r / (1 + V_s / V_p)$$

r – расстояние между ПВ и ПП

V_s – средняя скорость S-волны

V_p – средняя скорость P-волны.

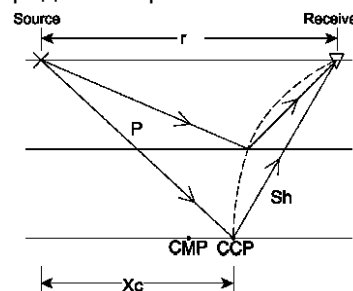


Рис. 12.4 Траектории Лучей Обменной Волны

Поэтому, расчет кратности и бинирование в вычислительном центре основаны на размере бина, равного (Lawton, 1993):

$$b = \Delta r / (1 + V_s / V_p)$$

Δr – интервал между ПП

Н-р, допустим $V_p / V_s = 2$

тогда $X_c = r / 1.5 = (2/3) * r$

$$a \quad b = \Delta r / 1.5 = (2/3) * \Delta r$$

Вышеприведенные формулы основаны на обращенной точке асимптоты (рис. 12.4), а не на глубинном варианте ООТ картирования, которое было бы намного сложнее. Хотя и известно, что V_p / V_s имеет преимущество в данном обмене размеров бина, нет необходимости знать его до начала сбора данных. Результаты первоначальной обработки могут помочь при определении коэффициента.

V_s / V_p будет < 1 (а обычно ~ 0.5) и поэтому, **размер бина** всегда будет больше, чем в стандартной 3D, перемещаясь вместе с обменными точками. Значение V_s / V_p , равное 1, будет способствовать нормальному размеру бина в половину расстояния между ПП Δr . Если размер бина не изменился и не отражает расположение этой обменной точки, то карта кратности будет изображаться полосами с потерей кратности в некоторых местах (Рис. 12.5a). Количество полос можно немного снизить, если расстояние между линиями ПВ будет выражено нечетным целым числом от расстояния между ПП, а не четным целым числом.

Однако, при увеличении размера бина, как описано выше, карта кратности будет еще сглаженнее (Рис. 12.5b).

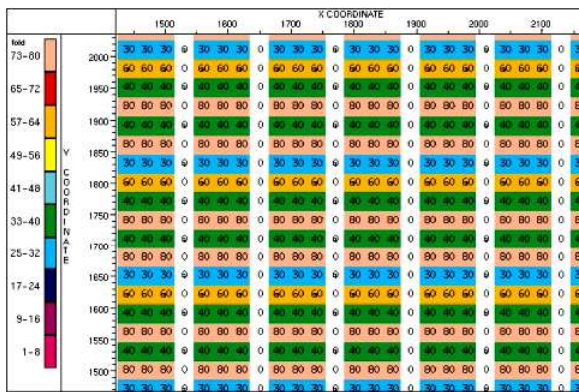


Рис. 12.5a Распределение кратности для обычных бинов (Составляющая S-волн)

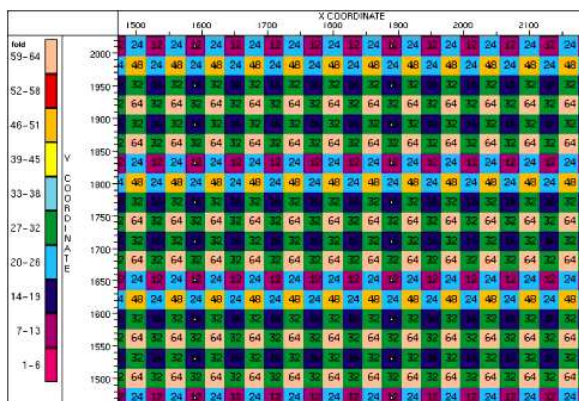


Рис. 12.5b Распределение кратности для бинов с большими размерами (Составляющая S-волн)

Ход процесса обработки обменной волны 3D находятся в фазе своего развития и необходимо обладать достаточным количеством знаний по проектированию и процессу обработки для того, чтобы воспользоваться дополнительной информацией, полученной путем регистрации всех трех компонентов. Об обработке данных обменной волны в 2D съемке подробно рассказано в книге Nauser, 1991.

Данные обменной волны проследят за изменением амплитуды на дальних выносах. Их с легкостью можно интерпретировать, как АКВ эффекты, но возникнуть могут лишь благодаря изменению коэффициентов отражения, так как лучи достигают критического (предельного) угла.

Можно ли найти полевою геометрию, которая сглаживает распределение средних точек как в суммах компрессионных, так и обращенных волн при одновременном использовании постоянного размера бина в обоих случаях? Cordsen и Lawton, 1996 разработали такой способ в планировании для Blackfoot 3C 3D, собранных при выполнении работ по проекту CREWES в 1995 году. Четкость и возможность интерпретации данных превзошли ожидания.

При дальнейшем рассмотрении соотношение V_p / V_s предполагается равным

2.0. При значительных изменениях в соотношении необходимо проверить распределение средних точек при помощи пакета программного обеспечения, имеющегося в продаже. Заметьте, что расчет размера бина и распределения средней точки в направлении линии ПП отличается от расчета в направлении линии ПВ.

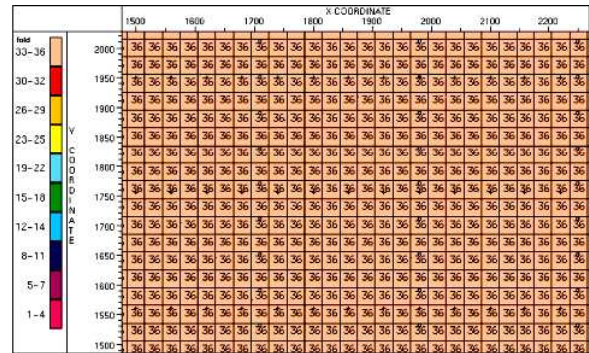


Рис. 12.6a

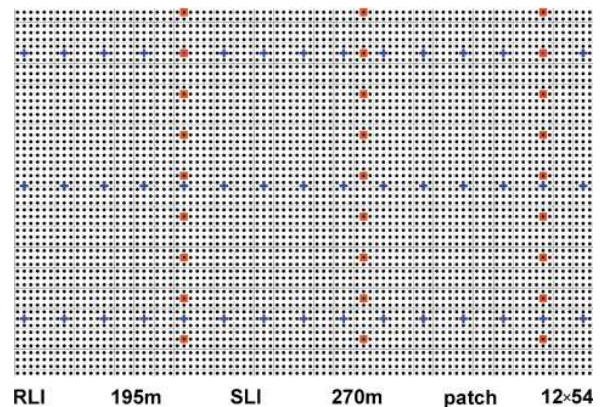


Рис. 12.6b

Распределение средних точек в направлении линии ПП может быть определено путем выбора расстояния между линиями ПВ, в соответствии со следующей формулой:

$$\text{ЛПВ} = \text{ИЛПП} * m$$

если m = четное целое число, средние точки появляются в соответствии с $\text{ИЛПП} / (1 + V_s / V_p)$

если m = нечетное целое число, средние точки появляются в соответствии с $\text{ИЛПП} / (2 * (1 + V_s / V_p))$

если m = (целое число + 0.5), средние точки появляются в соответствии с $\text{ИЛПП} / (4 * (1 + V_s / V_p))$

Распределение средних точек в направлении линии ПВ можно определить путем выбора расстояния между линиями ПП, в соответствии со следующей формулой:

$$\text{ЛПП} = \text{ИЛПВ} * n$$

если n = целое число, средние точки появляются в соответствии с $\text{ИЛПВ} / (2 * (1 + V_s / V_p))$

если $n = (\text{целое число} + 0.5)$, средние точки появляются в соответствии с ИЛПВ / $(2 \cdot (1 + V_s / V_p))$

если $n = (\text{целое число} \pm 0.25)$, средние точки появляются в соответствии с ИЛПВ / $(4 \cdot (1 + V_s / V_p))$

На рисунке 12.6а показано равномерное распределение кратности, выполненное, как для сумм компрессионных, так и обращенных волн. На рисунке 12.6b показано распределение средних точек для суммы обращенных волн.

12.7. 3D инверсия

В зависимости от программного обеспечения, используемого для инверсии можно лучше понять различные возможности **изменения мощности и сопротивления**. 3D инверсия также может предоставить дополнительную перспективу предвидения **распределения пористости**, насколько это позволяют знания по литологии. Эти знания чрезвычайно полезны при планировании горизонтальных траекторий скважин.

Необходимо принять во внимание следующие важные пункты при **обработке** набора данных по 3D для инверсии:

1. Необходимо приложить все усилия для сохранения «точных» амплитуд в обработке
2. Так как эффекты АКВ могут исказить результаты инверсии, можно рассмотреть вариант суммы коротких выносов набора данных.

Привязки к скважинам чрезвычайно важны в 3D инверсии. Начинают с оценки импульса рядом с привязками к скважинам по нескольким выбранным трассам. Опыт показал, что примерно 20% привязок к скважинам могут вызвать «случайный» импульс. Важно принять во внимание средний ход всех привязок к скважинам перед проведением заключительного анализа фазы и определением возможного уравнивания (выверки). В случае достаточного объяснения изменения фазы импульсов на более большой территории, можно использовать метод интерполяции.

Изменения **сопротивления** оцениваются в процессе инверсии. Скважины как с акустическим, так и с плотностным каротажем больше всего подходят для инверсии.

В 3D съемке, где было использовано **многообразие источников**, необходимо заранее (до начала инверсии) проверить **совмещение фаз**. Если этого не сделать, инверсия может пройти неверно, так как фазовые привязки могут быть более неустойчивыми, чем в съемке, где

применялся всего лишь один источник. Теоретически, необходимо, чтобы та же самая скважина или очень похожие результаты каротажа привязывались к различным источникам при съемке.

12.8. Дальнейшие инструкции

Задача: При наименьших затратах выполнить или превзойти геофизические требования (разрешение).

Средства:

Новые Способы Расстилки

Псевдослучайная

Новые Технологии Сбора данных

Телеметрия

GPS

3C съемка

9C съемка

4D съемка (4 измерение = время)

Новые аналитические методы

Статическая связь

Разрешение скорости

Глубинная разрешенность

Геостатистика

Мониторинг резервуара

Дополнительный

(атрибутивный) анализ

3D АКВ

Новые Методы Обработки

Анализ Повышенной Скорости

Миграция по исходным

Глубинная миграция

3C Обработка

Сигнала Перекрытия выше частоты Найквиста

Новое полевое оборудование откроет возможности для новых способов расстилки. Особенно некоторые из более новых способов позиционирования (GPS) и бескабельных систем (телеметрия) сделают расстилку линий ПП значительно более «гибкой».

С помощью нового программного обеспечения, с целью облегчения анализа требований к обработке, мы сможем экспериментировать над стратегиями, использующими новые способы и методы расстилки линий ПП, а вместе с тем изменять методы расстилки линий ПВ. Анализ позволит нам использовать расстилку, благодаря которой план съемки попадает в пределы разрешения (но не превышает!) и поэтому экономит время и деньги.

СЛОВАРЬ (ГЛОССАРИЙ)

ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В 3Д ПРОЕКТИРОВАНИИ

Air blast	Воздушная волна	Волна сжатия, которая движется по воздуху от источника к геофону (сейсмоприемнику)
Amplitude vs. Offset (AVO)	Амплитуда к выносу (АКВ)	Отклонения амплитуды как функция расстояния выноса. Зависит от Коэффициента Пуассона пород на границе раздела. Используется для определения литологии или присутствия газа.
Anisotropy	Анизотропия	Отклонения в сейсмической скорости как функция направления движения
Array	Расстановка	Геометрическое расположение источников и приемников (ПП/ПВ), используемых для подавления шума (помех) волн определенной длины
Array length	Длина расстановки	Для 2D расстановки, расстояние между первым и последним пунктом.
Array response	Отклик расстановки	Амплитудный ответ расстановки как функция длины волны и направления
Aspect ratio	Коэффициент сжатия	Отношение узкой стороны прямоугольника к широкой стороне
Azimuth	Азимут	Направление в градусах, относительно севера
Bin	Бин	Территория, внутри которой точки отражения суммируются в одну суммируемую трассу. Обычно бины квадратные или прямоугольные, но это не обязательно.
Bin borrowing	Заимствование бина	Практика использования трасс из ближнего бина для восполнения дефицита в текущем (активном) бине. Используется для улучшения распределения выносов
Bin fractionation	Фракционирование бина	Проектирование, которое намеренно распределяет средние точки в пределах естественного (натурального) бина.
Bin interval	Расстояние между бинами	Расстояние между смежными (примыкающими) бинами. Если бины накладываются друг на друга, тогда интервал – это не то же самое, что и размер бина.
Bin rotation	Вращение бина	Повторная обработка с различной ориентацией вдоль и поперек линий; обычно используется с фракционированием бина
Bin size	Размер бина	Площадь бина. Обычно $RI/2 * SI/2$
Bird-dog	Супервайзер КК	Сленговый термин, обозначающий представителя заказчика по контролю качества следящего за работой партии по сбору данных
Box	Ячейка	Территория, определяемая $RLI * SLI$ при 3D съемке методом прямой линии. См. рис. 1.7 и 1.10
Brick design	Кирпичное проектирование	Проектирование методом прямой линии, в котором каждый сегмент линии возбуждения между каждой парой линий приема – является выносом $0.5 * SLI$. См. рис. 5.3. это используется для получения меньшего X_{min} . Это двойной кирпич, и шаблон повторяется каждые две RLI . В тройном кирпиче вынос равен $0.33 * SLI$ и шаблон повторяется каждые 3 RLI . Четверной $\geq 0.25 * SLI$ вынос и повторяется каждые 4 RLI . Естественное протяжение многочисленных (большого количества) кирпичей по диагонали.
Button	Кнопка	Тесная расстановка групп приемников в проектировании заплатки методом “кнопка” (пуговица)
Button patch design	Проектирование кнопочной заплатки	Технология проектирования, запатентованная Acro, в которой приемники (ПП) располагаются в виде кнопок (пуговиц) (см. выше), а ПВ располагаются вокруг кнопок. См. раздел 5.7.
Cable	Кабель	Провод, соединяющий группы приемников, в линию
Cat push		Сленговый термин, обозначающий человека, который следит за процессом расчистки профилей. Относится к гусеничным бульдозерам
CDP fold	ОГТ кратность	Кратность, достигаемая путем разбиения Общих Глубинных Точек на бины
Chair display		Экран интерпретации, на котором объем 3D делится на 2 глубинных разреза и временной разрез, соединенных в форме стула
Charge	Заряд	Количество динамита (фунтов или кг), используемое для одного ПВ, иногда состоящего из нескольких скважин
Circular patch	Круговая заплатка (круглая)	Заплатка с внешними границами, приближенными к кругу. См. раздел 5.13.
Circular design	Круговое проектирование	Способ проектирования, который использует круговые заплатки (см. выше).

CMP fold	ОСТ кратность	Теоретическая кратность, рассчитываемая путем разбиения на бины ОСТ.
Common conversion point (CCP)	Общая Обращенная Точка	При отстреле с обращенной волной ОКТ – эквивалентна общей средней точке. Это точка между ПВ и ПП, где падающая Р – волна порождает вверх идущую S – волну. См. раздел 12.6.
Common depth point (CDP)	Общая глубинная точка	Эквивалентна ОСТ, когда рассчитывается на глубине.
Common midpoint (CMP)	Общая средняя точка	Теоретическая точка отражения, которая лежит между каждым ПП и ПВ, допуская, что нет никаких структурных и необычных отклонений в скорости
Common offset stack	Сумма общих удалений	Изображение на экране, в котором каждая трасса, относящаяся к ПВ, отображается со своим соответствующим выносом. Трассы выводятся после применения NMO. Этот вывод полезен для определения мьютинга, выявления кратных и начального анализа AVO.
Common scatter point (CSP)	Общая точка рассеивания	Термин, созданный John Bancroft, для обозначения нового способа анализа данных до суммирования. Отражающая поверхность рассматривается как зеркальная поверхность, с каждой точкой, порождающей группу дифракций из-за рассеивания. Обработка разрушает (убирает) эти дифракции перед суммированием для того, чтобы собрать энергию к соответствующей точке под поверхностью.
Conversion point	Точка обращения	Точка под поверхностью, где происходит обращение Р – волн в S – волны. Обычно это происходит где-то около 2/3 выноса, по сравнению с 1/2 для отражений Р-Р.
Converted wave	Обращенная волна	Р-SV или Р-SH волна, созданная при преобразовании Р-волны в поперечную волну на отражающей поверхности
Convolution	Конволюция	Математический процесс для перемножения между собой двух временных серий
Correlation (in context of vibrators)	Корреляция (в случае с вибраторами)	Вибратор посылает запрограммированную серию волн или импульс под поверхность. Каждое отражение является также импульсом. На стадии коррелирования, отраженная трасса свертывается с импульсом для получения серий отчетливых отражений.
Critical reflection	Критическое отражение	Угол, при котором волны преломляются вместо того, чтобы отражаться. Для Р – волн такое явление обычно появляется при угле примерно 35°
Cross-line	Поперечно	См. x-line
Cross-line offset	Поперечный вынос	См. x-line offset
Cross-line roll	Поперечный переброс	См. x-line roll
Cross swath	Поперечная полоса	Полоса, отстрелянная с несколькими перпендикулярными линиями (х – линиями). Также, иногда используется для обозначения проектирования методом прямой линии.
Deconvolution (decon)	Деконволюция (декон)	Математический метод обработки для удаления следов небольших волн в отчетливых отражателях. Обычно используется в обработке для поднятия высоких частот, среди других явлений
Density	Плотность	Отношение массы к объему. Обычно измеряется в кг/м3 или г/см3. Плотность пород оказывает некоторое влияние на сейсмическую скорость.
Depth migration	Глубинная миграция	Сейсмическая миграция, выполняемая в области глубин, предпочтительнее, чем в области времен. Это может быть сделано только тогда, если имеется хорошее понимание скоростной модели.
Depth structure map	Карта структуры глубин	Карта конкретного горизонта, где вертикальным измерением является глубина (например, в противоположность времени)
Diffraction	Дифракция	В 2D времени, серии отражений от конкретной точки будут отражаться на карте в виде гиперболы для широкого диапазона расстояний выносов.
Dip move out (DMO)	ДМО	Стадия процесса обработки, которая корректирует положение отражателя для горизонтов, понижающихся до нулевых выносов. Видимые до DMO понижения станут более видимыми после DMO. См. рис. 10.10-12.
Direct wave interference	Интерференция прямой волны	Прямая волна проходит в подповерхностном слое с относительно низкой скоростью до ПП. Для рефлекторов (отражателей), где время прямого прихода (прохождения в одном направлении) является тем же самым, что и двойное время отражения (время прохождения в обоих направлениях), отражатель будет не замечен.
Distributed system	Распределительная система	Система сбора информации 3D. Сигналы от нескольких групп ПП собираются на линии устройств и затем передаются на сейсмостанцию). (См. телеметрическая система)

DMO ellipse	Эллипсоид DMO	Когда применяется во времени оператор DMO, энергия передается вдоль нескольких эллипсоидных траекторий в зависимости от глубины и скорости.
Doghouse	Догхаус (будка)	Сленговый термин для сеймостанции
Double zigzag design	Метод проектирования Двойной зигзаг	Технология проектирования, использующая траектории в виде двойного зигзага для линий возбуждения. При этом происходит лучшее распределение выносов и X_{min} лучше по сравнению с методом одинарного зигзага. Требуется две группы вибраторов. См. раздел 5.8.
Drag	Передвижение	Количество передвижения вибраторов между каждой вибрацией (моментом вибрации) в пределах расстановки, отстрелянной на одном пункте (см. переезд). См. раздел 6.2.2.
Dwell	Задержка	При нелинейных свипах вибраторов, задержка – это дополнительное усилие, прилагаемое к более высоким частотам. Обычно измеряется в дБ/октава. См. раздел 6.2.3
Edge management	Управление границами	Оптимизация территории, ореола миграции, ореола уменьшения кратности (зоны уменьшения кратности), DMO и затрат для достижения эффективного проектирования границ исследования.
Effort	Усилие	Основной термин для количества энергии вибратора, прилагаемой к земле. Зависит от количества вибраторов, давления на грунт, длины свипа и количества свипов. См. раздел 6.2.1.
Exclusion area	Зона исключения	Недоступная территория из-за природных и созданных руками человека опасностей, а также земля, куда доступ запрещен.
Far offset	Дальний вынос	Самый дальний зарегистрированный вынос. Обычно используется для обозначения дальнего выноса в конкретной заплатке.
FD	ФД (ПП)	Пакет программ Полевое Проектирование, разработанное в Seismic Image Software (95) Ltd.
Final survey plan	Окончательный план исследования	Записывается план после исследования с указанием всех заносов и выносов. Часто его необходимо предоставлять регулирующим органам (уполномоченным).
Flexi-Bin® design	Проектирование Флекси-бин	Запатентованный метод 3D съемки, использующий фракционирование бинов. Свяжитесь с GEDCO для получения дальнейшей (полной) информации. См. раздел 5.6.
Fold	Кратность	Обозначает количество лучей, отражающихся в каждом бине. Кратность зависит от многих факторов, включая в частности рассматриваемый (принимаемый во внимание) тип отражения (ОСТ, ОГТ и т.д.). См. раздел 1.9 и 2.3
Fold taper zone	Зона уменьшения кратности (конус кратности)	Территория вокруг области проведения 3D съемки, в которой кратность увеличивается с 0 до проектной величины. См. раздел 3.8.
Fracture porosity	Разрывная пористость	Резервуарные пустоты, вызванные трещинами или переломами в породах, иногда увеличиваются за счет последующего разжижения. Обычно разыскиваются как потенциальные газовые резервуары, особенно в карбонатах (углеводородах). Ориентированные разломы будут поляризовать (придавать иное направление) сдвиговые волны в быстрых (параллельно разлому) или медленных (перпендикулярно разлому) участках.
Frequency	Частота	Число колебаний в секунду, выражается в Герцах. Единица измерения = сек ⁻¹
Fresnel Zone	Зона Френеля	Первая Зона Френеля – это территория, в пределах которой проявляется предполагаемая интерференция, она примерно представляет размер достигаемого разрешения. См. раздел 3.5.
Full fold area	Территория полной кратности	Зона кратности, где достигается полная кратность, без учета эффектов (влияния) DMO или миграции (см. область изображения)
Full swath roll	Переброс всей полосы	Технология проектирования для исследований больших объемов, в которых вся заплатка целиком передвигается на полную ширину заплатки (ширина полосы), когда x-line roll сделано. См. раздел 9.7
Geophone	Сейсмоприемник	Акселерометр, который регистрирует сейсмические волны.
Geophone group	Группа сейсмоприемников	Каждый ПП обычно представлен несколькими сейсмоприемниками, объединенными в группы, для того, чтобы улучшить отношение сигнал-помеха. Число сейсмоприемников в группе варьируется в зависимости от производителя оборудования. Четыре, шесть, девять и двенадцать сейсмоприемников в группе – наиболее часто встречающиеся комбинации в Северной Америке.

Geophysical trespass	Геофизическое правонарушение	В некоторых штатах США запрещено законом осуществлять геофизические измерения любого рода запасов минералов, принадлежащих другому владельцу, без получения разрешения от этого владельца. Это относительно новое положение, и весьма запутано (непонятно, трудно), как должны пониматься относящиеся к этому закону. Большинство операторов в настоящее время прилагают много усилий для получения разрешений на все соответствующие территории для того, чтобы защитить самих себя от возможной ответственности. Многие операторы 3D съемок приспособливают свои исследования для гарантии того, что ни одна суммируемая трасса не пройдет по землям, на которые не имеется разрешений. См. AAPG Explorer, июнь 1995 г., для обсуждения случая Burr Ranch и соответствующих проблем.
Geostatistics	Геостатистика	Математическая методика перекрестной корреляции ареально распределенных групп данных. Может быть использована для преобразования из времени в глубину путем корреляции контрольной скважины в сейсмоданные.
Global positioning system (GPS)	Глобальная система позиционирования	Спутниковая система позиционирования, базирующаяся (берущая основу) на расчете диапазона (ряда) по крайней мере, 4 спутников. Наиболее точный режим работы – это «дифференциальная GPS», в которой используется один стационарный приемник рядом с территорией исследования для расчета поправок для позиций (положений) спутников. Дифференциальная GPS может дать точность координат x, y до 1-2 м и координаты z до 5-10 м. Большая точность может быть достигнута путем повторения наблюдений. Растительный покров или грубая топография может, заглушать сигнал.
Ground force	Усилие на грунт	Количество силы, производимое вибратором. (См. максимальное усилие)
Ground roll		Поверхностная волна, создаваемая источником. Такие волны обладают высокой амплитудой и небольшой скоростью.
Halo	Ореол	Термин, иногда используемый для обозначения зоны уменьшения кратности.
Horizon	Горизонт	Конкретная отражающая поверхность
Horizon slice	Горизонтальный разрез	Экран интерпретации, на которой выводится изображение поверхности, следующей за обработанным (интерпретированным) горизонтом.
Hydrophone	Гидрофон	Сейсмоприемник, используемый под водой. Измеряет изменения давления вместо ускорения, как это делает геофон.
Image area	Площадь изображения	Часть 3D съемки, которая имеет данные с полной кратностью после DMO и миграции.
Impedance	Полное сопротивление (импеданс)	$Z = \text{Плотность} \times \text{скорость}$ Коэффициент отражения = $(Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2)$
In-line	Вдоль линии	Направление, параллельное линиям приема в 3D съемке. См. раздел 1.9.
In-line offset	Вынос вдоль линии	Вынос в направлении, параллельном линиям приема.
In-line roll	Продольный переброс	Перемещение заплатки приема в направлении, параллельном линиям приема. Обычно in-line rolls осуществляются только на небольшое количество пунктов и выполняются с помощью электроники.
Inversion	Инверсия	Сейсмическая инверсия – это математический процесс расчета полного сопротивления создаваемого наблюдаемым сейсмическим откликом
Isotropic IXL-SD	Изотропный ИХЛ-СД	Имеет одинаковую сейсмическую скорость во всех направлениях Пакет проектирования 3D съемок на основе PC, разработанный Mercury International Technology
Largest minimum offset (LMOS)	Наибольший минимальный вынос	$X_{\min}$ всех бинов в ячейке (или нескольких статистически полных поднаборов 3D съемки), максимальный самый короткий вынос. Этот термин используется чаще в Европе. Чем в Северной Америке. См. Разделы 1.9 и 2.9.
Lateral resolution	Латеральное разрешение	Минимальное расстояние, на котором две различных точки отражения могут быть обнаружены. Первоначально функция частоты. См. Раздел 2.8.3.
Least maximum offset	Наименьший минимальный вынос	В квадрате (ячейке) или другом статистически полном поднаборе съемки, наименьший максимальный вынос зарегистрированный для любого взрыва.
Low frequency phone	Низкочастотный геофон	Геофон, настроенный на реагирование на более низкий диапазон частот, чем нормальный. См. Таблицу 7.1
Marsh phone	Болотный геофон	Геофон, разработанный для использования в болотных условиях. Должен закапываться в дно, но может быть и погружен.

Maxi-bin	Макси-бин	Соседство бинов, используемых для скоростного анализа. См. Разделы 1.9 и 10.4
Maximum offset	Максимальный вынос	Наибольший вынос в определенном направлении.
Maximum recorded offset	Максимальный записанный вынос	Наибольший вынос, зарегистрированный в заплатке.
Maximum unaliased frequency	Максимальная неэлайсинговая частота	Наибольшая частота, которая может быть записана в 3Д съемке без создания аляйсинговой частоты, т.к. размер бина слишком велик. Эта функция падения (пласта) и частоты. См. Раздел 2.8.2.
Mesa Migration	Межа Миграция	Программное обеспечение от Green Mountain для проектирования 3Д Процесс в сейсмической обработке, при котором энергия перемещается в ее правильное положение во времени и пространстве. Процесс миграции переместит энергию в кривой дифракции назад на вершину кривой. Она также влияет на разрушение зоны Френеля, так что разрешение зависит только от длины волны, вместо глубины и длины волны. Поправки за наклон горизонта (DMO) должны применяться до миграции.
Migration aperture	Ореол миграции	Дополнительное расстояние, которое должно быть добавлено с каждой стороны 3Д съемки, чтобы гарантировать, что соответствующая дифрагированная энергия и отраженная энергия от понижающихся отражателей действительно записаны так, что может работать процесс миграции. См. Раздел 3.7 для получения полного объяснения.
Move-up	Переезд	Расстояние, на которое вибраторы должны передвинуться между последним свипом одного ПВ до первой посылки следующего свипа. См. Раздел 6.2.2.
Multiple	Кратные волны	Сейсмическая энергия, которая была отражена более одного раза
Multiple suppression	Подавление кратных	Любой процесс, разработанный для снижения энергии кратных волн
Mute pattern	Модель мьютинга	В сейсмограммах ПВ энергия некоторых выносов отбрасывается, потому что она искажается преломлением и другими эффектами. Выносы, которые остаются, увеличиваются с глубиной. Модель мьютинга – это увеличение расстояния выноса, как функция времени движения в двух направлениях.
Narrow azimuth design	Проектирование с узким азимутом	3Д проектирование, которое имеет маленький коэффициент сжатия (ширина уже длины). Это проектирование означает, что большинство регистрируемой энергии приходит из узкого конуса азимутов, ориентированных параллельно длинной оси съемки.
Near offset trace	Трасса ближнего выноса	Трасса, записанная на относительно коротком расстоянии ПВ – ПП.
NMO discrimination	Исключение NMO	Использование величины нормального перемещения (moveout), наблюдаемой для характеристики горизонтов по их скорости
NMO stretch	Растяжение NMO	Когда вынос увеличивается, кажущиеся длины волн в наблюдаемых отражениях увеличиваются из-за увеличивающегося времени прохождения, необходимого, чтобы охватить то же вертикальное расстояние, что и нулевая трасса выноса (трасса нулевого выноса)
No permit area	Запрещенная зона	Площадь 3Д съемки, которая исключается из-за того, что разрешение на доступ не может быть получено. В США запрещенными зонами могут также зоны, куда не может быть получено разрешение у держателей прав на природные ресурсы. (см. Геофизическое правонарушение).
Non-orthogonal design	Непрямоугольное проектирование	Любое 3Д проектирование, которое не использует прямолинейной сети профилей. Обычно используется для ссылки на прямоугольное проектирование, в котором линии ПВ не перпендикулярны линиям ПП. См. Раздел 5.4.
Normal moveout (NMO)	Кинематическая поправка	Вариант (отклонение) времени прихода (?) для определенного отражающего горизонта из-за увеличения расстояния м/у ПП и ПВ (вынос)
Odds and evens design	Четное и нечетное проектирование	3Д проектирование, в котором каждая линия ПВ использует каждый второй ПВ, так что шаблон чередуется между линиями. Это один вариант кирпичного проектирования. См. Раздел 5.5.
Offset	Вынос	а. Расстояние между любой группой источников и приемников на определенной трассе. б. Иногда используется для ссылки на источники или приемники, которые сдвигаются на короткое расстояние, перпендикулярно линии, обычно из-за труднодоступности.

Offset distribution	Распределение выносов	Группирование выносов, содержащихся в определенном возбуждении. Желательно равномерное распределение выносов для скоростного анализа и процесса миграции.
OMNI	ОМНИ	Самый новый пакет проектирования 3Д съемки, имеющийся у Seismic Image Software Ltd., Калгари, Канада
P-wave	P-волна	Тип волн в упругих телах, обычно рассматриваемых в сейсмических работах. Движение частиц – направление распространения волн.
Pad time		Длина свипа регулирует количество свипов для проектирования вибраторного источника. См. раздел 6.2.1.
Patch	Заплата	Все активные ПП, записанные для определенного ПВ. В прямолинейной съемке она обычно представляет собой прямоугольник из приемников, растянутый на несколько линий приема. Несколько взрывов могут иметь одну и ту же заплатку. Заплата передвигается по площади съемки для различных взрывов.
Peak force	Пиковое усилие	Максимальное количество силы, которое определенный вибратор должен применять для давления на грунт (по проекту).
Peg leg multiple	«Деревянная» расстановка	Кратные волны, вызванные тем, что горизонты расположены близко относительно друг друга. Короткая длина «деревянной» расстановки делает скорость ее кратных волн близкой к скорости предыдущих отражений, и, следовательно, ее труднее отделить и подавить.
Phase	Фаза	Аргумент функции волны. Если $y = \sin(wt)$, wt – это фаза, обычно выражается в градусах или радианах.
Poisson's Ratio	Коэффициент Пуассона	Отношение поперечного растяжения к продольному растяжению, обычно обозначаемое σ . Это одна из упругих констант, которая влияет на скорости p - и s – волн.
Porosity	Пористость	Объем пор на единицу объема, выражаемый в %
Pre-stack	До суммирования	Любой процесс, применяемый до того, как все трассы определенного взрыва суммируются вместе.
Pre-stack depth migration	Глубинная миграция до суммирования	Процесс миграции, применяемый в области глубин (вместо времени прохождения) к несуммированным трассам. Этот процесс часто применяется в сложных скоростных средах, где невозможно предположение гиперболического передвижения. Однако, чтобы получить хорошие результаты, необходимо иметь соответствующую скоростную модель.
Pre-stack time migration	Временная миграция до суммирования	Процесс миграции, применяемый во временной области к не суммированным трассам.
Ray trace modelling	Моделирование трассы луча	Моделирование, которое отображает пути прохождения луча, когда он проходит через каждый пласт. Если предполагается, что пласты имеют равномерную скорость, тогда лучи искривляются только на границах пластов. Если в пластах имеется вертикальный градиент, тогда лучи искривляются в каждом пласте, также как и на границах пластов.
Receiver	Приемник	Записывающее устройство в сейсмической съемке; в наземной съемке оно называется геофоном или группой геофонов.
Receiver interval	Интервал между приемниками	Расстояние между каждой группой приемников.
Receiver line	Линия ПП	Линия, вдоль которой расстилаются приемники в прямоугольной 3Д съемке. Линии приема лежат параллельно в направлении продольно.
Receiver line interval (RLI)	Интервал между линиями ПП	Расстояние между линиями приемников, отложенное перпендикулярно от линий приема.
Receiver station	ПП	Группа геофонов, соединенных проводом.
Running mix	Текущее смешение	Суммирование трасс, в котором число суммированных трасс более числа трасс, продвинутых между каждым расчетом.
Salvo	Залп	Количество взрывов, отстрелянных до того, как заплатка должна быть сдвинута, т.е. число ПВ в шаблоне.
Script file	Файл – скрипт	Записанный компьютерный файл, который описывает геометрию каждого шаблона в съемке для регистрирующей системы.
SEG-P1 format	Формат SEG-P1	Формат, одобренный SEG для регистрации топографических данных.
SEG-Y format	Формат SEG-Y	Формат, одобренный SEG для регистрации сейсмических данных. Есть много вариантов этого SEG-Y формата, так что зачастую необходимо тестировать совместимость между различными системами.
Semblance	Сходство	Измерение многоканальной когерентности, обычно измеренного как функция суммирования скорости. Правильная суммированная скорость должна произвести наибольшую когерентность и сходство.
SH wave		Горизонтальный компонент движения в волне сдвига.

Shear wave	Волна сдвига	Объемная волна, в которой движение волны поперек направлению распространения
Shot	Взрыв (ПВ)	Заряд динамита, используемый в качестве источника в сейсморазведке. Взрыв (ПВ) часто используется для определения любого сейсмического источника в целом.
Shot density	Плотность взрывов	Количество ПВ на единицу площади, обычно выражается в ПВ на км ²
Shot hole	Взрывная скважина	Скважина, пробуренная для помещения заряда ниже (желательно) уровня ЗМС.
Signal-to-noise ratio (S/N)	Коэффициент отношения Сигнал/помеха	Сила желаемой энергии (сигнал), разделенная на оставшуюся энергию (шум)
Similarity tests	Тесты идентичности	Проверка, чтобы гарантировать, что фазы всех вибраторов в расстановке совпадают.
Skids	Заносы (выносы)	Иногда используется для обозначения пунктов, перемещенных на короткое расстояние вдоль линии, обычно из-за трудностей доступа
Slowness	Медлительность	Инверсия скорости. Измеряется на требуемом диапазоне частот.
Sonic log	Акустический каротаж	Каротаж скважины на время прохождения сейсмического сигнала. Частоты, используемые в акустическом каротаже гораздо выше, чем частоты в сейсморазведке.
Source	Источник	Пункт возбуждения энергии в 3Д съемке. Обычные источники – динамит или вибратор.
Source interval (SI)	Интервал м/у ПВ	Расстояние между соседними источниками в 3Д съемке.
Source line	Линия ПВ	Линия, вдоль которой расположены пункты взрыва или вибрации, обычно на одинаковых расстояниях.
Source line interval (SLI)	Интервал между линиями ПВ	Расстояние между линиями ПВ, обычно отложенное перпендикулярно линиям ПВ. См. Рис. 1.8
Source-receiver pair	Пара источник – приемник	Записанный пункт приема и возбуждения, так, что записанная трасса образует пару источник – приемник.
Spider diagram	Паукообразная диаграмма	Диаграмма для вывода распределения азимутов в пакете 3Д проектирования. Каждая «лапка» указывает на направление от источника к приемнику, а длина «лапки» пропорциональна выносу. См. Рис 3.4.
SPOT imagery	СПОТ Имажери	Французская система спутникового изображения, которая выдает черно-белые изображения с наивысшим разрешением, доступные в данный момент.
Spread	Расстановка	Упорядочивание приемников, соответствующих одному приемнику. В 3Д расстановка и заплатка существенно синонимичны.
SPS format	Формат SPS	Формат, предложенный компанией Shell для записи файлов – скриптов, который содержит исчерпывающую информацию о геометрии съемки. См. Раздел 9.2.
Stack array	Расстановка суммы	Расстановка, которая производит ровное распределение выносов в сборе ОСТ.
Stack section	Разрез суммы	Временной разрез, полученный путем суммирования трасс без применения миграции.
Static coupling	Стыковка (сопряжение) статики	Статическая поправка для каждого приемника основана на многих путях источника, направленных к этому приемнику. Если из каждого ПП к СТ может быть нарисована прямая линия, и так с каждым вторым ПП, тогда статпоправки называются сопряженными. В стандартном прямолинейном проектировании есть обычно несколько комплектов соединенных приемников, которые не связаны друг с другом. Такое статическое решение называется не сопряженным. См. Раздел 10.5.
Statics	Статика	Поправки за время, применяемые для компенсации низких скоростей и разностей высот поверхностных ЗМС.
Straight line design	Прямолинейное проектирование	Любое проектирование 3Д, которое использует прямые линии для приемников и источников. Линии ПВ зачастую, но не обязательно, перпендикулярны линиям ПП.
Stroke	Ход	Один проход ПВ поперек площади съемки в проектировании кнопочной заплатки. Если ход предпринимается в продольном направлении, тогда есть поперечный переброс в конце хода. Аналогично – для полосы в прямолинейном проектировании.
Sub-bin	Под-бин	Методики разбиения бинов, наименьшая доля размера бина.
Super bin	Супер-бин	Соседство бинов при использовании в анализе скоростей. См. Рис. 10.2
Surface area	Площадь поверхности	Площадь, ограниченная наиболее удаленными ПП и ПВ в 3Д съемке.

SV wave		Вертикальный компонент движения волны сдвига
Swath	Полоса	Группа линий приема, записанных в одно время, зачастую со многими продольными перебросами в одной полосе. В конце полосы расположен поперечный переброс, чтобы установить новую полосу.
Swath survey	Полосовая съемка	В полосовой съемке линии ПВ совпадают с некоторыми линиями ПП. Когда параллельные линии ПП записываются одновременно от одной линии ПВ, полосовые линии создают половину пути между линиями ПВ и ПП. См. Раздел 5.1.
Sweep	Свип	Входной сигнал вибратора. Частоты точно меняются по нескольким секундам, производя свип-сигнал.
Sweep length	Длина свипа	Время, необходимое для прохождения через весь диапазон частот свипа.
Sweep rate		Частотный диапазон времени свип/свип. ЕИ – Гц/сек. (или точнее сек ⁻²).
Takeout	Выход	Электрическое соединение в принимающем кабеле, где присоединяется группа приемников.
Target depth	Целевая глубина	Глубина изучаемого горизонта, для которого разрабатывается 3Д съемка.
Target size	Размер целевой горизонта	Латеральные размеры изучаемого геологического резервуара
Telemetry system	Телеметрическая система	Регистрирующая система для 3Д, которая использует радиосистему, чтобы переложить записанную информацию с групп приемников на станцию.
TIFF file	Файл TIFF	Определенный компьютерный формат, обычно используемый для сканированных изображений.
Time-depth function	Временно-глубинная функция	Для заданной точки (особенно для скважины), набор двойного времени пробега и их эквивалентных глубин (истинных вертикальных глубин), или математическая функция, которая приближает такой набор пар.
Time slice	Временной срез	Карта сейсмического атрибута на одном и том же времени двойного пробега волны.
Time structure map	Временная структурная карта	Карта определенного отражателя в двойном времени пробега волны
Total nominal fold	Общая номинальная кратность	Кратность, рассчитанная для 3Д съемки, предполагая, что все возможные выносы записаны и использованы.
Transition zone	Транзитная зона	Площадь вокруг границы вода – суша, на которой ни наземные, ни морские методики не могут использоваться без специальных адаптаций. Примеры включают зону приобоя, огромные болота, маленькие озера, мангровые болота
Uncorrelated record	Некоррелированная запись	Записанная трасса при вибраторной съемке, на которой входная форма волны от вибратора еще не была скоррелирована со свипом
Vari-sweep		Методика для увеличения специфичных диапазонов частот посредством прохождения через узко частотные диапазоны и последующего суммирования.
Velocity control point	Точка контроля скорости	Точка в сейсмической съемке, где был сделан анализ скоростей
Vertical resolution	Вертикальное разрешение	Минимальное вертикальное разделение, которое может быть получено сейсмической съемкой, выраженное или во времени пробега или в расстоянии
Vibe		Сленговый термин для вибрационного сейсмического источника
Vibrator	Вибратор	Сейсмический источник, в котором вес специально разработанного тяжелого грузовика поддерживается центральной плитой и затем гидравлически сотрясается точно предписанным набором меняющихся частот. См. Рис. 6.3. часто используются несколько вибраторов вместе.
Wave length	Длина волны	Расстояние между двумя похожими точками на последовательных формах волны на серии волн единичной частоты.
Wavelet	Зыбь, небольшая волна	Сейсмический импульс только нескольких циклов. Для динамитного источника это должен быть начальный импульс высоко амплитудных волн, исходящих лучами из одного источника.
Well tie	Привязка скважины	Корреляция между сейсмической интерпретацией определенного горизонта и залегания того же горизонта в скважине, как обработано при каротаже.
Wide azimuth design	Проектирование с широким азимутом	3Д съемка, при которой используется широкий диапазон азимутов, записанных большинством приемников. Заплатки с большим коэффициентом сжатия (близкие к квадрату) дают диапазоны широких азимутов.

Wood gator		Большой рубщик леса, установленный на грузовик, используемый в Южном Техасе для расчистки сейсмических профилей.
x-line	Поперечно	В 3Д съемке это направление перпендикулярно линиям ПП. Оно совершенно необязательно то же, что и направление линий ПВ.
x-line offset	Поперечный вынос	Количество выносов, доступных в поперечном направлении. Часто используется в значении Максимальный поперечный вынос.
x-line roll	Поперечный переброс	Преброс заплата перпендикулярно линиям ПП.
X _{max}		Продолженный максимальный вынос, записанный в определенном 3Д проектировании. См. Раздел 2.10
X _{min}		Наибольший минимальный вынос, записанный для большинства шаблонов в определенном 3д проекте. См. Раздел 2.9. Магнитуда X _{min} прямо влияет на то, как будут изображены мелкие отражатели скважины.
Zero offset	Нулевой вынос	Когда ПП и ПВ совпадают, нет расстояния между ними, считается, что они имеют нулевой вынос.
Zigzag design	Зигзагообразное проектирование	Определенное 3д проектирование, в котором ПВ следуют по пересеченно диагональному образцу между каждой парой ЛПП. См. Рисунку 5.8a-f.
Zipper design	Проектирование в виде «молнии»	Стратегия 3Д съемки для больших съемок, которые используют полосы с перекрытием. См. Раздел 9.8.
Zone of interest	Интересующая зона	Диапазон хода времени, который охватывает исследуемые горизонты
- component Geophone	- компонентный геофон	Геофон с 3 ортогональными сенсорами. Геофон должен закапываться с известной ориентацией, обычно, один компонент продольно, один поперечно и один вертикально.
3-C 3D	3-компонентная 3Д	3Д съемка, отстрелянная со стандартным источником и 3-компонентными геофонами.
9-C 3D	9-компонентная 3Д	3Д съемка, отстрелянная тремя источниками, стандартным источником, продольным сдвинутым источником, поперечным сдвинутым источником, и 3-компонентными геофонами.

ВТОРОЙ ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ 3Д СЪЕМКИ

3-C 3D		3Д съемка, отстрелянная со стандартным источником и 3-компонентными геофонами.
3-component Geophone	3-компонентный геофон	Геофон с 3 ортогональными сенсорами. Геофон должен закапываться с известной ориентацией, обычно, один компонент продольно, один поперечно и один вертикально.
3D symmetric sampling	Симметричная дискретизация 3Д	3Д симметричная выборка
4C receiver station	4-компонентный ПП	Пункт приема с 3-компонентным геофоном плюс гидрофон
4D survey	4Д съемка	См. Цейтраферная съемка
9-C 3D		3д съемка, отстрелянная тремя источниками, стандартным источником, продольным сдвинутым источником, поперечным сдвинутым источником, и 3-компонентными геофонами.
Achievable resolution	Достижимое разрешение	Разрешение более низкое, чем потенциальное, вызванное нерегулярной или приближенной выборкой и шумом (кратные волны, волны от источника возбуждения, шумы окружающей среды) = отпечаток геометрии
Acquisition imprint	Отпечаток сбора данных	
Active receiver (station)	Активный приемник (пункт)	(Пункт) приемник, принадлежащий к группе приемников, «подслушивающих» взрыв
Actual resolution	Действительное разрешение	Разрешение более низкое, чем достигаемое разрешение, вызванное различными субоптимальными шагами обработки (ошибки в скоростной модели, фазовые ошибки и т.д.)
Air blast	Воздушная ударная волна	Волна сжатия, которая движется по воздуху от источника к геофону (сейсмоприемнику)
Airgun	Воздушная пушка	Морской источник энергии, использующий выпуск сжатого воздуха
Airgun array	Расстановка воздушных пушек	Набор воздушных пушек, оптимизированных для генерирования резкого импульса источника
Alias-free sampling	Безалийсинговая выборка	= истинная выборка
Ambient noise	Шумы окружающей среды	Шумы, производимые окружающей средой (моторы, люди, ветер) в противоположность шума, сгенерированного взрывом.
Amplitude striping		Отпечаток геометрии, типичный для съемки стримером, может быть вызван флюгированием, но также и шириной многоисточниковой многостриммеровой съемки
Amplitude vs. Offset (AVO)	Амплитуда к выносу (АКВ)	Отклонения амплитуды как функции расстояния выноса. Зависит от Коэффициента Пуассона пород на границе раздела. Используется для определения литологии или присутствия газа.
Anisotropy	Анизотропия	Отклонения в сейсмической скорости как функция направления движения
Antiparallel acquisition	Антипараллельный сбор данных	Навигация соседних кораблей в противоположных направлениях
Aperture	Ореол	Диапазон углов освещения, используемых в миграции
Areal geometry	Площадная геометрия	Геометрия сбора данных, в которой площадь съемки покрыта плотной площадной сеткой ПП и рассеянной площадной сеткой ПВ, или же другим методом (плотная сетка ПВ и рассеянная сетка ПП).
Array (or pattern)	Расстановка (или шаблон)	Геометрическое расположение источников и приемников (ПП/ПВ), используемых для подавления шума (помех) волн определенной длины
Array length	Длина расстановки	Для 2D расстановки, расстояние между первым и последним пунктом.
Array response	Отклик расстановки	Амплитудный ответ расстановки как функция длины и направления волны
Aspect ratio	Коэффициент сжатия	Отношение узкой стороны прямоугольника к широкой стороне
AVD	АКН	Амплитуда к направлению
Azimuth	Азимут	Направление в градусах, относительно севера
Basic sampling interval	Основной интервал дискретизации	Интервал дискретизации, требуемый для безалийсинговой дискретизации всех продолженных волновых полей (включая волны от источника).
Basic signal sampling interval	Основной интервал дискретизации сигнала	Интервал дискретизации, требуемый для безалийсинговой дискретизации желаемой части продолженных волновых полей.

Basic subset	Основной полукомплект	3Д полукомплект геометрии сбора данных, состоящий из трасс с мягко изменяющимися пространственными атрибутами внутри полукомплекта, напр., поперечная расстановка, сбор общего выноса, а также 2Д профиль.
Beylkin's formula	Формула Бейлкина	Формула для расчета пространственного разрешения
Bin	Бин	Территория, внутри которой точки отражения суммируются в одну суммируемую трассу. Обычно бины квадратные или прямоугольные, но это не обязательно.
Bin fractionation	Фракционирование бина	Проектирование, которое намеренно распределяет средние точки в пределах естественного (натурального) бина.
Bin interval	Расстояние между бинами	Расстояние между смежными (примыкающими) бинами. Если бины накладываются друг на друга, тогда интервал – это не то же самое, что и размер бина.
Bin size	Размер бина	Площадь бина. Обычно определяемая расстояниями пункта возбуждения и приемника
Binate	Двойной (парный)	Буквально: брать каждый второй дискрет. Зачастую используется для снижения количества трасс посредством выбора каждого n-ного дискрета, n – не обязательно 2. Т.к. это операция передискретизации, приводящая к большим интервалам дискретизации, пространственный аляйсинговый фильтр должен применяться перед бинированием. См. также decimate (подбирать десятого)
Bird-dog		Сленговый термин, обозначающий представителя заказчика по контролю качества следящего за работой партии по сбору данных
Boat pass		Единичное пересечение площади съемки сейсмическим судном в многоисточниковой много-стримеровой съемке.
Brick or brick-wall geometry	Кирпичная или кирпично-стенная геометрия	Прямоугольная геометрия, в которой линии ПВ расположены в шахматном порядке относительно линий ПП. Используется для снижения минимального выноса геометрии (лучше для картирования неглубоких горизонтов). Не рекомендуется для общего случая.
Button	Кнопка	Тесная расстановка групп приемников в проектировании заплатки методом “кнопка” (пуговица)
Button patch geometry	Проектирование кнопочной заплатки	Технология проектирования, запатентованная Асго, в которой приемники (ПП) располагаются вокруг кнопок (пуговиц). В отличие от плотной площадной сетки в площадной геометрии, эта геометрия имеет образец плотности и пустых трасс в виде шахматной доски.
Center-spread acquisition	Сбор данных с применением Центральной расстановки	Сбор данных, когда справа от ПВ столько же ПП, сколько и слева. То же может применяться и ПП: у каждого ПП равное количество ПВ в каждую сторону. Центрально расстановочная съемка создает симметрию в сборах общего взрыва и сборах общего приемника.
CMP fold	ОСТ кратность	Теоретическая кратность, рассчитываемая путем разбиения на бины ОСТ.
COCA gather		Сбор общего выноса с постоянным азимутом ПВ/ПП.
Common conversion point (CCP)	Общая точка конверсии	При сборе данных обращенной волной ОКТ – эквивалентна общей средней точке. Это точка между ПВ и ПП, где нисходящая волна Р – волна порождает восходящую S – волну. См. раздел 12.6.
Common midpoint (CMP)	Общая средняя точка	Теоретическая точка отражения, которая лежит между каждым ПП и ПВ, допуская, что нет никаких структурных и необычных отклонений в скорости
Common offset gather	Выборка общего выноса	Основной поднабор параллельной геометрии. Для совершенного поднабора азимут ПВ/ПП должен быть постоянным, но обычно это не так.
Common offset stack	Сумма общего выноса	Изображение на экране, в котором каждая трасса, относящаяся к ПВ, отображается со своим соответствующим выносом. Трассы выводятся после применения NMO. Этот вывод полезен для определения мьютинга, выявления кратных и начального анализа AVO.
Concentric circle shoot	Концентрический круговой отстрел	Геометрия сбора данных, направленно-ориентированная, используется для известных соляных куполов.
Continuous fold	Продолженная кратность	Покрытие в случае правильной выборки: точки отражения могут быть перестроены для любого положения в пределах набора данных, должным образом отобранных.
Conversion point	Точка обращения (преобразования)	Точка под поверхностью, где происходит обращение Р – волн в S – волны. Обычно это происходит где-то около 2/3 выноса, по сравнению с 1/2 для отражений Р-Р.
Converted wave	Обращенная волна	Р-SV или Р-SH волна, созданная при преобразовании Р-волны в поперечную волну на отражающей поверхности

Convolution	Конволюция	Математический процесс для перемножения между собой двух временных серий
Critical reflection	Критическое отражение	Угол, при котором волны преломляются вместо того, чтобы отражаться.
Cross-line	Поперечно	См. x-line
Cross-line offset	Поперечный вынос	См. x-line offset
Cross-line roll	Поперечный переброс	См. x-line roll
Cross-spread	Поперечная расстановка	Основной поднабор прямоугольной геометрии состоит из всех трасс, которые имеют линии ПВ и линии ПП в общем.
Decimate		Буквально: брать каждый десятый дискрет. Зачастую используется для снижения количества трасс посредством выбора каждого n-ного дискрета, n – не обязательно 10. Т.к. это операция передискретизации, приводящая к большим интервалам дискретизации, пространственный аляйсинговый фильтр должен применяться перед decimation. См. также binate (подбирать пару)
Deconvolution (decon)	Деконволюция (декон)	Математический метод обработки для удаления следов небольших волн в отчетливых отражателях. Обычно используется в обработке для поднятия высоких частот, среди других явлений
Density	Плотность	Отношение массы к объему. Обычно измеряется в кг/м3 или г/см3. Плотность пород оказывает некоторое влияние на сейсмическую скорость.
Depth migration	Глубинная миграция	Сейсмическая миграция, выполняемая в области глубин, предпочтительнее, чем во временной. Это может быть сделано только при хорошем понимании скоростной модели.
Diffraction	Дифракция	Сейсмический случай, вызванный точкой рассеяния
Diffraction travel time surface	Поверхность времени хода дифракции	В основном подмножество: набор времен хода дифракции.
Dip move out (DMO)	ДМО	Изменение во времени отражения из-за изменения в отраженной точке для трасс ОСТ. Также: обрабатывающая процедура делает попытки, чтобы переместить отражения в общую отраженную точку. Также (скомбинировано с коррекцией NMO): построение трасс с нулевыми выносами из трасс выносов.
Dip shooting	Отстрел падения	Использование геометрии, ориентированной на направление основного падения
Dip/strike decision		Решение по поводу, выбирать ли направление падения или простирания, как направление отстрела в морских съемках и в полосовых съемках.
Direct wave	Прямая волна	Ход волны в поверхностном слое прямо от ПВ к ПП
Distributed system	Распределительная система	Система сбора информации 3D. Сигналы от нескольких групп ПП собираются на линии устройств и затем передаются на сейсмостанцию. (См. телеметрическая система)
Double zigzag design	Метод проектирования Двойной зигзаг	Технология проектирования, использующая траектории в виде двойного зигзага для линий возбуждения. При этом происходит лучшее распределение выносов и X_{min} меньше по сравнению с методом одинарного зигзага. Требуется две группы вибраторов. См. Рис 5.8.3.
Dual-sensor technique	Двухсенсорная технология	МИДК с геофоном (расстановкой) и гидрофоном (расстановка) на каждом ПП
Edge management	Управление границами	Оптимизация территории, ореола миграции, ореола уменьшения кратности (зоны уменьшения кратности), ДМО и затрат для достижения эффективного проектирования границ исследования.
Effective spread length	Полезная длина расстановки	Продукт количества пунктов и интервала между пунктами. Должна использоваться во всех расчетах 3D проектирования, а не длина расстановки. Похожее определение применяется к линейным расстановкам с равноудалёнными элементами
Exclusion area	Зона исключения	Недоступная территория из-за природных и созданных руками человека опасностей, а также земля, куда доступ запрещен.
Feathering	Флюгирование	Отклонение буксируемого стримера от курса, по которому следует судно и источник
Feathering angle	Угол флюгирования	(Средний) угол между курсом источника и направлением стримера
Flexi-Bin® geometry	Геометрия Флекси-Бина	Применение прямоугольной геометрии с созданием подгрупп СТ внутри натурального бина. Использует меняющиеся расстояния между линиями, чтобы создать эффект

Fold or fold-of-coverage	Кратность или покрытие кратности	Обычно: количество трасс в бине. Иногда: количество перекрывающихся основных подмножеств геометрии
Fold taper zone	Зона уменьшения кратности	Территория вокруг области проведения 3D съемки, в которой кратность увеличивается с 0 до проектной величины. См. раздел 3.8.
Fold-of-illumination		Обычно: количество ходов луча, упавших на отражатель. Лучше: количество перекрывающихся площадей освещения основных подмножеств
Footprint of geometry	Отпечаток геометрии	а) отпечаток геометрии б) образец освещения на отражателе, типичный для используемой геометрии.
Frequency	Частота	Число колебаний в секунду, выражается в Герцах. Единица измерения = сек ⁻¹
Fresnel Zone	Зона Френеля	Первая Зона Френеля – это территория, в пределах которой проявляется предполагаемая интерференция, она примерно представляет размер достигаемого разрешения. См. раздел 3.5.
Full fold area	Территория полной кратности	Зона кратности, где достигается полная кратность, без учета эффектов (влияния) DMO или миграции (см. область изображения)
Gather	Сбор	Сбор сейсмических трасс
Geometry imprint	Геометрический отпечаток	Бывает двух противоположных видов: периодичный, отражающий периодичность в геометрии сбора данных; и непериодичный, такой, как «полосатость» в морском сборе данных из-за флюгирования и из-за многоисточниковой многостримеровой съемки.
Geophone	Сейсмоприемник	Акселерометр, который регистрирует сейсмические волны.
Geophone group	Группа сейсмоприемников	Каждый ПП обычно представлен несколькими сейсмоприемниками, объединенных в группы, для того, чтобы улучшить отношение сигнал к помехе. Геофоны, расставленные в группу, формируют геофонную расстановку
Geostatistics	Геостатистика	Математическая методика перекрестной корреляции ареально распределенных групп данных. Может быть использовано для преобразования из времени в глубину путем корреляции между контрольной скважиной и сейсмоданным.
Global positioning system (GPS)	Глобальная система позиционирования	Спутниковая система позиционирования, базирующаяся на расчете диапазона (ряда) по крайней мере, 4 спутников. Наиболее точный режим работы – это «дифференциальная GPS»
Gravity coupling	Стыковка силы тяжести	Стыковка геофонов с морским дном, используя только силу тяжести (большинство методик МИДК используют стыковку силой тяжести)
Ground roll		Поверхностная волна, создаваемая источником. Такие волны обладают высокой амплитудой и небольшой скоростью.
Horizon	Горизонт	Конкретная отражающая поверхность
Horizon slice	Горизонтальный разрез	Экран интерпретации, на которой выводится изображение поверхности, следующей за обработанным (интерпретированным) горизонтом.
Hydrophone	Гидрофон	Сейсмоприемник, используемый под водой. Измеряет изменения давления вместо ускорения, как это делает геофон.
Illumination area	Площадь освещения	Площадь отражателя, покрытого всеми трассами в основном подмножестве
Image area	Площадь изображения	Часть 3D съемки, которая имеет данные с полной кратностью после DMO и миграции.
Impedance	Полное сопротивление (импеданс)	$Z = \text{Плотность} \cdot \text{скорость}$ Коэффициент отражения = $(Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2)$
In-line	Вдоль линии	Направление, параллельное линиям приема в 3D съемке. См. раздел 1.9.
In-line offset	Вынос вдоль линии	Вынос в направлении, параллельном линиям приема.
In-line roll	Продольный переброс	Перемещение заплатки приема в направлении, параллельном линиям приема. Обычно in-line rolls осуществляются только на небольшое количество пунктов и выполняются с помощью РС.
Interleaved acquisition		Методика, использующая перекрывающиеся проходы, чтобы компенсировать большие расстояния стримеров. Расстояния – большие, чтобы предотвратить запутывание стримеров
Inversion	Инверсия	Сейсмическая инверсия – это математический процесс расчета различия сопротивления наблюдаемого сейсмического отклика. Процесс и результаты неоднозначны.
Isotropic	Изотропный	Имеет одинаковую сейсмическую скорость во всех направлениях

Largest minimum offset (LMOS)	Наибольший минимальный вынос	X_{min} всех бинов в ячейке (или нескольких статистически полных поднаборов 3D съемки), максимальный самый короткий вынос. Этот термин используется чаще в Европе. Чем в Северной Америке. См. Разделы 1.9 и 2.9.
Lateral resolution	Латеральное разрешение	Минимальное расстояние, на котором могут быть обнаружены две различных точки отражения. Первоначально функция частоты. См. Раздел 2.8.3.
Line geometry	Линейная геометрия	Геометрия сбора данных, в которой ПВ и ПП располагаются вдоль прямой линии
Line turn	Поворот линии	Изменение направления сейсмического судна при подготовке прохода следующего судна.
Line receiver LMOS	Линейный приемник	= Активный приемник
Marsh phone	Болотный геофон	Наибольший минимальный вынос Геофон, разработанный для использования в болотных условиях. Должен закапываться в дно, но может быть и погружен.
Maxi-bin or macro-bin	Макси-бин	Соседство бинов, используемых для скоростного анализа или для пикирования времени в определении статики
Maximum in-line offset	Максимальный вынос	Наибольший вынос в определенном направлении.
Maximum recorded offset	Максимальный записанный вынос	Наибольший вынос, зарегистрированный в заплатке.
Maximum unaliased frequency	Максимальная неэляйсинговая частота	Наибольшая частота, которая может быть записана в 3D съемке без создания аляйсинговой частоты, т.к. размер бина слишком велик. Эта функция понижения и частоты. См. Раздел 2.8.2.
Maximum x-line offset	Максимальный поперечный вынос	Максимальный вынос в поперечном направлении
Midpoint	Средняя точка	Точка, расположенная на половине между ПВ и ПП
Midpoint scatter	Рассеивание СТ	Общая ситуация в сборе 3D данных, когда СТ трасс, принадлежащие бину расстелены поперек бина, а не сконцентрированы в центре бина
Midpoint/ offset coordinate system	Координатная система СТ/вынос	Система координат, основанная на координатах СТ и вектора выноса. Простая трансформация позволяет конвертировать в координатную систему ПВ/ПП
Migration	Миграция	Процесс в сейсмической обработке, при котором энергия передвигается в ее правильное положение во времени и пространстве.
Migration apron	Ореол миграции	Дополнительное расстояние, которое должно быть добавлено с каждой стороны 3D съемки, чтобы гарантировать корректный процесс миграции
Migration noise	Шум миграции	Шум, созданный процессом миграции из-за нерегулярной или рассеянной дискретизации
Migration stretch	Растяжка миграции	Вертикальное искажение сейсмического импульса, вызванное движением энергии отражения к потенциальной точке отражения, функция выноса (в миграции до суммы) и падения
Minimal data set	Минимальный набор данных	Набор однократных 3D данных, подходящих для миграции (=основное подмножество, исключая 2D профиль)
Minimum resolvable distance	Минимальное расстояние разрешимости	Наименьшее расстояние между двумя объектами, где они могут все еще быть разрешимы.
Multiple-component recording	Многокомпонентная запись	Методика сбора данных, которая записывает два или более компонентов сейсмического волнового поля
Multiple	Кратные	Сейсмическая энергия, которая была отражена более одного раза
Multiple suppression	Подавление кратных волн	Любой процесс, разработанный для снижения предпочтительно энергии кратных потоков
Multi-source multi-streamer acquisition	Многоисточниковый многостримеровый сбор	Использование одной или более расстановок источников в комбинации со множеством (4 – 12) стримеров
Mute function	Функция мьютинга	При регистрации ПВ энергия ниже некоторых выносов отбрасывается, потому что она искажается преломлением и другими эффектами. Выносы, которые остаются, увеличиваются с глубиной. Функция мьютинга – это увеличение расстояния выноса, как функция времени движения в двух направлениях.

Narrow azimuth geometry	Проектирование с узким азимутом	3Д проектирование, которое имеет маленький коэффициент сжатия (ширина уже длины). Это проектирование означает, что большинство регистрируемой энергии приходит из узкого конуса азимутов, ориентированных параллельно длинной оси съемки.
Natural bin	Натуральный бин	Размер бина, следующий из расстояния ПВ и ПП
Near offset trace	Трасса ближнего выноса	Трасса, записанная на относительно коротком расстоянии ПВ – ПП.
Near-trace cube		Набор данных 3Д, извлеченных из 3Д съемки, используя самые ближние выносы, используется для КК
NMO discrimination	Исключение NMO	Использование количества нормального перемещения (moveout), отнаблюденного, чтобы характеризовать события по их скорости
NMO stretch	Растяжение NMO	Вертикальное искажение сейсмического импульса, вызванное коррекцией НМО, функция выноса
No permit area	Запрещенная зона	Площадь 3Д съемки, которая исключается из-за того, что разрешение на доступ не может быть получено.
Non-orthogonal design	Непрямоугольное проектирование	Любое 3Д проектирование, которое не использует прямолинейной сети профилей. Обычно используется для ссылки на прямоугольное проектирование, в котором линии ПВ не перпендикулярны линиям ПП.
Normal moveout (NMO)	Кинематическая поправка	Вариант (отклонение) времени отражения, как функция расстояния м/у ПП и ПВ (вынос)
OBC		Методика использования донного кабеля
OBS		Сейсмометр для океанского дна
Ocean-bot-tom cable technique (OBC)	Методика использования донного кабеля (МИДК)	Методика сбора морских данных, используя кабели плюс ПП, расстеленные по дну моря. Приемники могут быть внутри или снаружи кабеля. Обычно с двумя сенсорами, но также доступна и 4-компонентная МИДК
Ocean-bottom seismometer (OBS)	Сейсмометр для океанского дна	Самосодержащий принимающее и записывающее устройство. Используется, главным образом, в академии, но также испытывается и в разведке
Offset	Вынос	а. Расстояние между любой группой источников и приемников на определенной трассе. б. Иногда используется для ссылки на пункты, которые сдвигаются на короткое расстояние, перпендикулярно линии, обычно из-за труднодоступности.
Offset distribution	Распределение выносов	Может означать две разные вещи: распределение выносов в ОСТ или бине (также называется дискретизацией выноса), или распределение выносов поперек бинов. Предпочтительно, чтобы оба распределения покрывали полный диапазон выносов, бывающих в геометрии, тогда как интервалы между выносами должны быть нерегулярными. Регулярность в ОСТ может привести к аляйсингу кратных волн для низко кратных данных, регулярность поперек бинов может привести к видимому периодическому отпечатку геометрии
Offset sampling	Дискретизация (выборка) выносов	Дискретизация (выборка) выносов в ОСТ или бине.
Orthogonal geometry	Прямоугольная геометрия	Геометрия сбора данных с параллельными линиями ПВ, лежащими перпендикулярно параллельным линиям ПП.
Pad time		Длина свипа регулирует количество свипов для проектирования вибраторного источника. См. раздел 6.2.1.
Parallel geometry	Параллельная геометрия	Геометрия сбора данных с параллельными линиями ПВ, лежащими параллельно параллельным линиям ПП.
Patch	Заплата	Заплата и полоса могут иметь одно и то же, но также и несколько различные значения: а) в проектировании съемки заплатка и полоса могут обе обозначать все активные ПП, записанные для определенного ПВ. В прямолинейной съемке это обычно прямоугольник приемников, расставленных на нескольких линиях ПП. Несколько взрывов могут иметь одну и ту же заплатку. Заплата передвигается по съемке для различных взрывов. б) Заплата может также означать сбор всех линий ПП, расстеленных в один момент времени. в) Отстрел заплатки по методу применения линий ПП: все линии собраны в один комплекс, подлежащий передвижению на следующее местоположение в типе сбора данных МИДК. г) В многоисточниковом многостримеровом сборе данных полоса может означать единичный проход лодки, или группу прилегающих проходов лодок, все взрывы в одном направлении.

Peak force	Максимальное усилие	Максимальное количество силы, которое определенный вибратор должен применять для давления на грунт.
Peg leg multiple	«Деревянная» расстановка	Кратные волны, вызванные тем, что горизонты расположены близко относительно друг друга. Короткая длина «деревянной» расстановки делает скорость ее кратных волн близкой к скорости предыдущих отражений, и, следовательно, ее труднее отделить и подавить.
Phase	Фаза	Аргумент функции волны. Если $y = \sin(wt)$, wt – это фаза, обычно выражается в градусах или радианах.
Poisson's Ratio	Коэффициент Пуассона	Отношение поперечного растяжения к продольному растяжению, обычно обозначаемое σ . Это одна из упругих констант, которая влияет на скорости p – и s – волн.
Porosity	Пористость	Объем пор на единицу объема, выражаемый в %
Potential resolution	Потенциальное разрешение	Теоретически наилучшее возможное разрешение. Может рассчитываться с использованием формулы Бейлкина.
Pre-stack depth migration	Глубинная миграция до суммирования	Процесс миграции, применяемый в области глубин (вместо временной) к несуммированным трассам. Этот процесс применяет трассирование луча для расчета времен хода дифракции, и может справляться со сложными скоростными моделями.
Pre-stack process	Процесс до суммирования	Любой процесс, применяемый до того, как все трассы определенного взрыва суммируются вместе.
Pre-stack time migration	Временная миграция до суммирования	Процесс миграции, применяемый во временной области к не суммированным трассам. Этот процесс использует уравнение удвоенного квадратного корня для расчета времен прохождения дифракции.
Prism wave	Призмическая (объемная) волна	Ход луча с двойным ударом (отражением) от отражателя и от боковой грани соляного купола перед возвращением к поверхности
Proper sampling	Надлежащая выборка	Набор данных, должным образом выбранных, если подстилающее продолженное волновое поле может быть достоверно реконструировано от отобранных значений
P-wave	P-волна	Тип волн в упругих телах, обычно рассматриваемых в сейсмических работах. Движение частиц – направление распространения волн.
Quasi-random sampling	Квази-случайная выборка	Метод нерегулярной выборки, чтобы снизить шум миграции, вызванный грубой выборкой.
Random geometry	Случайная геометрия	Геометрия со случайным распределением положений ПВ и ПП
Ray trace modelling	Моделирование трассы луча	Моделирование, которое рассчитывает путь движения луча, когда он проходит через каждый пласт.
Receiver	Приемник	Записывающее устройство в сейсмической съемке; в наземной съемке оно называется геофоном или группой геофонов.
Receiver interval	Интервал между приемниками	Расстояние между каждой группой приемников.
Receiver line	Линия ПП	Линия, вдоль которой расстилаются приемники в прямоугольной 3Д съемке. Линии приема лежат параллельно в направлении продольно.
Receiver line interval (RLI)	Интервал между линиями ПП	Расстояние между линиями приемников, отложенное перпендикулярно от линий приема.
Receiver station	ПП	Группа геофонов, соединенных проводом.
Reciprocity theorem	Теорема взаимности	При определенных обстоятельствах два сейсмических эксперимента, в которых положение ПВ и ПП переставлено, приводят к одной и той же записанной трассе
Regular sampling	Правильная дискретизация	Дискретизация с постоянным шагом дискретизации
Resolution	Разрешение	Способность различать между близкорасположенными приповерхностными объектами
ROV		Автомобиль, управляемый с расстояния, используется для подводных работ
Running mix	Текущее смешение	Суммирование трасс, в котором число суммированных трасс более числа трасс, продвинутых между каждым расчетом.
Salvo	Залп	Количество взрывов, стрелянных до того, как заплатка должна быть сдвинута, т.е. число ПВ в шаблоне.
Script file	Файл – скрипт	Записанный компьютерный файл, который описывает геометрию каждого шаблона в съемке для регистрирующей системы.
SEG-P1 format	Формат SEG-P1	Формат, одобренный SEG для регистрации топографических данных.

SEG-Y format	Формат SEG-Y	Формат, одобренный SEG для регистрации сейсмических данных. Есть много вариантов этого SEG-Y формата, так что зачастую необходимо тестировать совместимость между различными системами.
Seismic reservoir monitoring	Мониторинг сейсмического резервуара	Использование сейсмических методик вслед за добычей углеводородов (повторные съемки или сейсмотраферные съемки)
Semblance	Сходство	Измерение многоканальной когерентности, обычно измеренного как функция суммирования скорости. Правильная суммированная скорость должна произвести наибольшую когерентность и сходство.
Shear wave	Волна сдвига	Объемная волна, в которой движение волны поперек направлению распространения
Shot	Взрыв (ПВ)	Заряд динамита, используемый в качестве источника в сейсморазведке. Взрыв (ПВ) часто используется для определения любого сейсмического источника в целом.
Shot density	Плотность взрывов	Количество ПВ на единицу площади, обычно выражается в ПВ на км ²
Shot hole	Взрывная скважина	Скважина, пробуренная для помещения динамитного заряда. Мелкие скважины должны быть ниже уровня ЗМС и достаточно глубокими, чтобы избежать выброса. Глубокие скважины предназначены для уменьшения уровня поверхностных волн.
Shot/receiver coordinate system	Координатная система взрыв/прием	Система координат, основанная на координатах ПП и ПВ. Простая трансформация позволяет конвертировать в координатную систему СТ / вынос.
Shot-generated noise	Шум, сгенерированный взрывом	Та часть сейсмического волнового поля, которую необходимо удалить при обработке.
Signal-to-noise ratio (S/N)	Коэффициент Сигнал/шум	Сила желаемой энергии (сигнал), разделенная на оставшуюся энергию (шум)
Similarity tests	Тесты идентичности	Проверка, чтобы гарантировать, что фазы всех вибраторов в расстановке совпадают.
Skids	Заносы (выносы)	Иногда используется для обозначения пунктов, перемещенных на короткое расстояние вдоль линии, обычно из-за трудностей доступа
Slowness	Медлительность	Инверсия скорости
Sonic log	Акустический каротаж	Каротаж скважины на время прохождения сейсмического сигнала. Частоты, используемые в акустическом каротаже гораздо выше, чем частоты в сейсморазведке.
Source	Источник	Пункт выделения энергии в 3Д съемке. Обычные источники – динамит или вибратор – в наземных и воздушные пушки – в морских работах.
Source interval (SI)	Интервал м/у ПВ	Расстояние между соседними источниками в 3Д съемке.
Source line (shotline)	Линия ПВ	Линия, вдоль которой расположены пункты взрыва или вибрации, обычно на одинаковых расстояниях.
Source line interval (SLI)	Интервал между линиями ПВ	Расстояние между линиями ПВ, обычно отложенное перпендикулярно линиям ПВ.
Source-receiver pair	Пара источник – приемник	Записанный пункт приема и возбуждения, так, что записанная трасса образует пару источник – приемник.
Spatial continuity	Пространственная непрерывность	Отсутствие пространственных неравномерностей, таких, как края, пропущенные ПВ, ПП. Медленное изменение пространственных атрибутов всех трасс в наборе данных
Spatial frequency	Пространственная частота	Волновое число
Spider diagram	Паукообразная диаграмма	Диаграмма для вывода распределения азимутов в пакете 3Д проектирования. Каждая «лапка» указывает на направление от источника к приемнику, а длина «лапки» пропорциональна выносу.
SPOT imagery	СПОТ Имажери	Французская система спутникового изображения, которая выдает черно-белые изображения с наивысшим разрешением, доступные в данный момент.
Spread	Расстановка	Упорядочивание приемников, соответствующих одному приемнику. В поперечной расстановке линия ПП, относящаяся к поперечной расстановке, формирует расстановку приемников, а линия ПВ формирует расстановку взрывов.
Spread length	Длина расстановки	Расстояние между концами расстановки
SPS format	Формат SPS	Формат, предложенный компанией Shell для записи файлов – скриптов, который содержит исчерпывающую информацию о геометрии съемки.

Stack array	Расстановка суммы	Расстановка, которая производит ровное распределение выносов в сборе ОСТ. В 3Д принцип расстановки суммы может применяться только в параллельной геометрии
Stack response	Реагирование (отклик) суммы	Отклик (реагирование) как функция волнового числа, рассчитанная из всех выносов относящихся к суммированию в ОСТ или бине
Stack section	Разрез суммы	Временной разрез, полученный путем суммирования трасс без применения миграции.
Static coupling	Стыковка (сопряжение) статики	Статическая поправка для каждого приемника основана на многих дорожках источника, направленных к этому приемнику. Если из каждого ПП к СТ может быть нарисована прямая линия, и так с каждым вторым ПП, тогда статпоправки называются сопряженными. В стандартном прямолинейном проектировании есть обычно несколько комплектов соединенных приемников, которые не связаны друг с другом, что приводит к нескольким независимым статическим решениям, если только не используются макро-бины.
Statics	Статика	Поправки за время, применяемые для компенсации для медленных скоростей и разностей высот поверхностных ЗМС.
Stationary-receiver system	Система стационарного приемника	Морская система сбора данных, когда приемники находятся в фиксированном положении во время приема
Straight line geometry	Прямолинейная геометрия	Любая 3Д геометрия, которая использует прямые линии для приемников и источников. Линии ПВ зачастую, но не обязательно, перпендикулярны линиям ПП.
Streamer acquisition	Сбор данных с использованием стримеров	Методика сбора морских данных, использующая буксируемые сейсмические кабели
Strike shooting	Отстрел простирания	Использование геометрии, ориентированной в направлении главного простирания
Sub-bin SUMIC	Под-бин	Методики разбиения бинов, наименьшая доля размера бина. Подводная сейсмика. 4-компонентная методика, разработанная Статойлом.
Surface area	Площадь поверхности	Площадь, ограниченная наиболее удаленными ПП и ПВ в 3Д съемке.
Swath	Полоса	Группа линий приема, записанных в одно время, зачастую со многими продольными перебросами в одной полосе. В конце полосы расположен поперечный переброс, чтобы установить новую полосу (см. также «заплата»).
Swath survey	Полосовая съемка	В полосовой съемке линии ПВ параллельны некоторым линиям ПП (= параллельная геометрия). Когда параллельные линии ПП записываются одновременно от одной линии ПВ, полосовые линии создают половину пути между линиями ПВ и ПП (терминология используется для наземных и морских съемок для попытки описания многостримеровой съемки).
S-wave		= волна сдвига
Sweep	Свип	Входной сигнал вибратора. Частоты точно меняются («качаются») по нескольким секундам
Sweep length	Длина свипа	Время, необходимое для прохождения через весь диапазон частот свипа.
Sweep rate		Частотный диапазон времени свип/свип. ЕИ – Гц/сек. (или точнее сек ²).
Symmetric sampling	Симметричная выборка	Методика сейсмического отбора, которая применяет тот отбор для ПВ, что и для ПП (т.к. свойства сейсмических волновых полей те же, что и в сборах общего ПВ и в сборах общего ПП).
Takeout	Выход	Электрическое соединение в принимающем кабеле, где присоединяется группа приемников.
Target depth	Целевая глубина	Глубина изучаемого горизонта, для которого разрабатывается 3Д съемка.
Target size	Целевой размер	Латеральные размеры изучаемого геологического резервуара
Target-oriented acquisition geometry	Геометрия целенаправленного сбора данных	Геометрия сбора данных, оптимизированная для известной геометрической структуры, напр., концентрический круговой отстрел вокруг соляных куполов.
Telemetry system	Телеметрическая система	Регистрирующая система для 3Д, которая использует радиосистему, чтобы переложить записанную информацию с групп приемников на станцию.
Template	Шаблон	Набор активных ПП плюс соответствующие ПВ

Time-depth function	Временно-глубинная функция	Для заданной точки (особенно для скважины), набор двойных времен пробега волны и их эквивалентных глубин (истинных вертикальных глубин), или математическая функция, которая приближает такой набор пар.
Time slice	Временной срез	Карта сейсмического атрибута на одном и том же двойном времени пробега.
Time structure map	Временная структурная карта	Карта определенного отражателя в двойном времени пробега
Time-lapse survey	Цейтраферная съемка	Повторенный сбор данных одной и той же площади съемки, как инструмент мониторинга сейсмического резервуара, так называемая съемка 4Д
Total nominal fold or full fold	Общая номинальная (полная) кратность	Кратность, рассчитанная для 3Д съемки, предполагая, что все возможные выносы записаны и использованы.
Transition zone	Транзитная зона	Площадь вокруг границы вода – суша, на которой ни наземные, ни морские методики не могут использоваться без специальных адаптаций. Примеры включают зону приобья, огромные болота, маленькие озера, мангровые болота
Umbilical	«Пуповинный»	Шланг под давлением, соединяющий компрессор на судне с расстановкой воздушных пушек
Uncorrelated record	Некоррелированная запись	Записанная трасса при вибраторной съемке, на которой входная форма волны от вибратора еще не была удалена из данных
Undershooting		Морской сбор данных со стримером: использование двух лодок для получения подстрела ниже препятствия
Unit cell	Единичная ячейка	Площадь, определенная двумя соседними линиями ПВ и двумя соседними линиями ПП в прямоугольной геометрии
Vari-sweep		Методика для увеличения специфичных диапазонов частот посредством прохождения через узко частотные диапазоны и последующего суммирования.
Velocity control point	Точка контроля скорости	Точка в сейсмической съемке, где был сделан анализ скоростей
Vertical resolution	Вертикальное разрешение	Минимальное вертикальное разделение, которое может быть разрешено в сейсмической съемке, выраженное или в сроках времени прохождения или в расстоянии
Velocity model	Скоростная модель	Описание подповерхностных свойств в условиях скоростей и скоростных границ
Vertical hydrophone cable	Вертикальный гидрофонный кабель	Упорядоченный набор из 12 (примерно) гидрофонов, растянутых вдоль вертикального кабеля, закрепленный к дну моря и поддерживаемый буйком в вертикальном положении
VNC		= Вертикальный гидрофонный кабель
Vibe		Сленговый термин для вибрационного сейсмического источника
Vibrator	Вибратор	Сейсмический источник, в котором вес специально разработанного тяжелого грузовика поддерживается центральной плитой и затем гидравлически сотрясается точно предписанным набором меняющихся частот. Часто используются несколько вибраторов вместе.
VSP	ВСП	Вертикальный сейсмический профиль. Сейсмическая съемка, которая комбинирует поверхностный источник и приемники, опущенные в скважину. Правильное название: WSP (ССП)
Walkway VSP		ВСП со скважинными приемниками и источниками, расположенными на различных расстояниях от скважины
WARP		= Профилирование преломления и отражения под широким углом
Wave length	Длина волны	Расстояние между двумя похожими точками на последовательных формах волны на серии волн единичной частоты.
Wavelet	Импульс, небольшая волна	Сейсмический импульс только нескольких циклов. Для динамитного источника это должен быть начальный импульс высоко амплитудных волн, исходящих лучами из одного источника.
Wavenumber	Волновое число	Число длин волн на единицу расстояния
Weathering layer	Зона выветривания (ЗМС)	Зона малых скоростей вдоль поверхности
Well tie	Привязка скважины	Корреляция между сейсмической интерпретацией определенного горизонта и залегания того же горизонта в скважине, как обработано при каротаже.

Wide azimuth design	Проектирование с широким азимутом	ЗД съемка, при которой используется широкий диапазон азимутов, записанных большинством приемников. Заплатки с большим коэффициентом сжатия (близкие к квадрату) дают диапазоны широких азимутов.
Wide-angle profiling (WARP) WSP	Профилирование под широким углом ССП	Методика, использующая очень большой диапазон выносов источников от приемников МИДК. Оборудование анализа бассейна. Скважинный сейсмический профиль. Лучшее альтернативное название для ВСП, т.к. скважины не всегда вертикальны, и ВСП – противоречие в терминах
x-line	Поперечно	В ЗД съемке это направление перпендикулярно линиям ПП. Оно совершенно необязательно то же, что и направление линий ПВ.
x-line offset	Поперечный вынос	Количество выносов, доступных в поперечном направлении. Часто используется в значении Максимальный поперечный вынос.
x-line roll	Поперечный переброс	Преброс заплатки перпендикулярно линиям ПП.
Zero offset	Нулевой вынос	Когда ПП и ПВ совпадают, нет расстояния между ними, считается, что они имеют нулевой вынос.
Zigzag geometry	Зигзагообразная геометрия	Определенная ЗД геометрия, в которой ПВ следуют по пересеченно диагональному образцу между каждой парой ЛПП.
Zipper design	Проектирование в виде «молнии»	Геометрия ЗД съемки для больших съемок, которые используют перенахлестывающиеся полосы.
Zone of influence	Зона влияния	Площадь вокруг точки отражения, на которой происходит интерференция. Размер такой площади зависит от длины импульса источника. Не путать с (первой) зоной Френеля
Zone of interest	Интересующая зона	Диапазон хода времени, который охватывает исследуемые горизонты

REFERENCES

- Ak, M. A., Eiken, O., and Fatti, J. L., 1987, Discussion of the stack-array concept continues: *The Leading Edge*, 6, no. 8, 28–32. (See also Anstey, N., 1987, Reply: *The Leading Edge*, 6, no. 8, 32, 48.)
- Allen, K. P., Johnson, M. L., and May, J. S., 1998, High fidelity vibratory seismic (HFVS) method for acquiring seismic data: 68th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 140–146.
- Anstey, N., 1986a, Whatever happened to ground roll?: *The Leading Edge*, 5, no. 3, 40–45. (with letters in Signals section: *The Leading Edge*, 5, no. 6, 10.)
- 1986b, Field techniques for high resolution: *The Leading Edge*, 5, no. 4, 26–34.
- 1986c, A reply by Nigel Anstey: *The Leading Edge*, 5, no. 12, 19–21.
- 1987, Reply: *The Leading Edge*, 6, no. 7, 32, 48. (See also Ak, M. A., Eiken, O., and Fatti, J. L., 1987, Discussion of the stack-array concept continues: *The Leading Edge*, 6, no. 7, 28–32.)
- 1989, Stack-array discussion continues: *The Leading Edge*, 8, no. 3, 24–31.
- Aylor, W. K., 1995, Business performance and value of exploitation 3-D seismic: *The Leading Edge*, 14, 797–801.
- 1997, The role of 3-D seismic in a world-class turnaround: 67th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 725–729.
- Bancroft, J. C., and Geiger, H. D., 1994, Equivalent offsets and CRP gathers for prestack migration: 64th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 672–675.
- Bardan, V., 1997, A hexagonal sampling grid for 3D recording and processing of 3D seismic data: *Geophys. Prosp.*, 45, 819–830.
- Barr, F. J., and Sanders, J. L., 1989, Attenuation of water-column reverberations using pressure and velocity detectors in a water-bottom cable: 59th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 653–656.
- Beasley, C. J., 1993, Quality assurance of spatial sampling for DMO: 63rd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 544–547.
- Beasley, C. J., and Klotz, R., 1992, Equalization of DMO for irregular spatial sampling: 62nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 970–973.
- Beasley, C. J., and Mobley, E., 1998, Spatial aliasing of 3-D DMO: *The Leading Edge*, 17, 1590–1594.
- Bee, M. F., Bearden, J. M., Herkenhoff, E. F., Supiyanto, H., and Koestoe, B., 1994, Efficient 3D seismic surveys in a jungle environment: *First Break*, 12, no. 5, 253–259.
- Beylkin, G., 1985, Imaging of discontinuities in the inverse scattering problem by inversion of a causal generalized Radon transform: *J. Math. Phys.*, 26, 99–108.
- Biegert, E. K., and Millegan, P. S., 1998, Beyond recon: The new world of gravity and magnetics: *The Leading Edge*, 17, 41–42.
- Bouska, J., 1995, Cut to the quick: investigating the effects of reduced surface sampling in 3D data acquisition: Ann. Mtg. of the Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 181–182.
- 1998a, The other side of fold: *The Leading Edge*, 17, 31–35.
- 1998b, Double vision for interpreters: Case histories showing the value of dual processing for 3-D surveys: *The Leading Edge*, 17, 1520–1540.
- Bremner, D. L., Crews, G. A., and Musser, J. A., 1990, Method for conducting three-dimensional subsurface seismic surveys: United States Patent 4 930 110.
- Brown, A. R., 1991, Interpretation of three-dimensional seismic data, third edition: AAPG Memoir 42, Am. Assn. Petr. Geol.
- Brühl, M., Vermeer, G. J. O., and Kiehn, M., 1996, Fresnel zones for broadband data: *Geophysics*, 61, 600–604.
- Cain, G., Cambois, G., Géhin, M., and Hall, R., 1998, Reducing risk in seismic acquisition and interpretation of complex targets using a Gocad-based 3D modeling tool: Presented at 68th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys.
- Canning, A., and Gardner, G. H. F., 1993, Two-pass 3-D pre-stack depth migration: 63rd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 892–894.
- Chen, Q., and Sidney, S., 1997, Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring: *The Leading Edge*, 16, 445–450.
- Claerbout, J. F., 1985, *Imaging the earth's interior*: Blackwell Publications, 18.
- Connelly, D. L., and Galbraith, J. M., 1995, 3-D design with DMO modelling: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 98–99.
- Cordson, A., 1993a, Flexi-Bin™ 3D seismic acquisition method: Presented at the Ann. Mtg. of the Can. Soc. Expl. Geoph.
- 1993b, Flexi-Bin™ 3D seismic acquisition in Southern Alberta: Presented at the Ann. Mtg. of the Can. Soc. Expl. Geoph.
- 1995a, Arrangement of source and receiver lines for three-dimensional seismic data acquisition: United States Patent 5 402 391.
- 1995b, How to find the optimum 3D fold: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 96–97.
- 1999, How much randomness is good for 3-D design?: 69th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts.
- Cordson, A., and Lawton, D.C., 1996, Designing 3-component 3D seismic surveys: 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 81–83.
- Crouzy, E., and Pion, J., 1993a, Total petroleum land 3D seismic survey simulation: Presented at the SEG Summer Workshop.
- 1993b, 3-D DMO simulation in land survey design using 2-D seismic data: 63rd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 548–551.

- Crow, B., 1994, Integrating acquisition of digital orthomaps (DOMS) into the E & P planning cycle: Presented at the MESA Technology Conference.
- Denham, L. R., 1980, What is horizontal resolution?: Presented at the Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geophys.
- Deregowski, S. M., 1982, Dip moveout and reflection point dispersal: *Geophys. Prosp.* **30**, no. 3, 318–322.
- Donze, T. W., Crews, J., 2000, Moving shots on a 3-D seismic survey: the good, the bad, and the ugly (or how to shoot seismic without shooting yourself in the foot!): *The Leading Edge*, **19**, No. 5, 480–483.
- Dorn, G. A., 1998, Modern 3-D seismic interpretation: *The Leading Edge*, **17**, 1262–1272.
- Duboz, P., Lafet, Y., and Mougenot, D., 1998, Moving to a layered impedance cube: Advantages of 3D stratigraphic inversion: *First Break*, **16**, no. 9, 311–318.
- Duncan, P. M., Gardner, E. B., and Nester, D. C., 1996, Real-time 3-D seismic imaging—A real world case history: 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 313–315.
- Ebrom, D., Li, X., McDonald, J., and Lu, L., 1995, Bin spacing in land 3-D seismic surveys and horizontal resolution in time slices: *The Leading Edge*, **14**, 37–40.
- Embree, P., 1985, Resolutions and rules of thumb: Seismic Field Techniques Workshop
- Flentge, D. M., 1996, Method of performing high resolution crossed-away seismic surveys: United States Patent 5 511 039.
- Freeland, J. M., and Hogg, J. E., 1990, What does migration do to seismic resolution?: *Can. Soc. Expl. Geophys., Recorder*, Sept.
- Goodway, W. N., and Ragan B., 1995, Focused 3D: Consequences of mid-point scatter and spatial sampling in acquisition design, processing and interpretation: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 177–178.
- Hale, D., 1984, Dip-moveout by Fourier transform: *Geophysics*, **49**, 741–757.
- Harris, C., and Longaker, H. L., 1994, Real time GPS surveying: Recommendations for ensuring a quality survey: Trimble Navigation, internal seminar notes.
- Hauser, E. C., 1991, Full waveform recording: An overview of the acquisition, processing, interpretation and practical applications of 3-component seismic for oil and gas exploration: Talisman Energy Inc., internal report.
- Head, K., 1998, How could you possibly predict the value of 3-D seismic before you shoot it? Presented at the Geo-Triad Convention.
- Hesthammer, J., and Løkkebø, S. M., 1997, Combining seismic surveys to improve data quality: *First Break*, **14**, no. 2, 103–115.
- Hirsche, K., Boerner, S., Kalkomey, C., and Gastaldi, C., 1998, Avoiding pitfalls in geostatistical reservoir characterization: A survival guide: *The Leading Edge*, **17**, 493–504.
- Jack, I., 1997, Time-lapse seismic in reservoir management: 1998 Distinguished Instructor Short Course, Soc. Expl. Geophys.
- Jakubowicz, H., 1990, A simple efficient method of dip-moveout correction: *Geophys. Prosp.*, **38**, no. 3, 221–246.
- Kallweit, R. S., and Wood, L. C., 1982, The limits of resolution of zero-phase wavelets: *Geophysics*, **47**, 1035–1046.
- Kerekes, A. K., 1998, Shots in the dark . . . : *The Leading Edge*, **17**, 197–198.
- Knapp, R. W., 1991, Fresnel zones in light of broadband data: *Geophysics*, **56**, 354–359.
- Koen, A. D., 1995, Independents step up use of on-shore 3D seismic surveys: *Oil & Gas Journal*, (January 2), 16–20.
- Krey, Th. C., 1987, Attenuation of random noise by 2-D and 3-D CDP stacking and Kirchhoff migration: *Geophys. Prosp.*, **35**, 135–147.
- La Bella, G., Loinger, E., and Savini, L., 1998, The cross-shooting methodology: design, acquisition, and processing: *The Leading Edge*, **17**, 1549–1553.
- Lansley, R. M., 1994, The question of azimuths: Presented at the SEG Workshop.
- Lawton, D. C., 1993, Optimum bin size for converted-wave 3-D asymptotic mapping: *CREWES Research Report*, **5**, no. 28, 1–14.
- Lewis, C., 1997, Seismic attributes for reservoir monitoring: A feasibility study using forward modeling: *The Leading Edge*, **5**, 459–469.
- Ligtendag, M. H. P., 1999, A 3-D data management concept for seismic, workstation support, and interpretation: *The Leading Edge*, **18**, 330–337.
- Lindsey, J. P., 1989, The Fresnel zone and its interpretive significance: *The Leading Edge*, **8**, 33–39.
- Liner, C. L., and Gobeli, R., 1997, 3-D seismic survey design and linear $v(z)$: 67th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 43–46.
- Lumley, D. E., Behrens, R. A., and Wang, Z., 1997, Assessing the technical risk of a 4-D seismic project: *The Leading Edge*, **16**, 1287–1291.
- Margrave, G. F., 1997, Seismic acquisition parameter considerations for a linear velocity medium: 67th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 47–50.
- Meinardus, H., and Schleicher, K., 1991, 3-D time-variant dip-moveout by the FK method: 61st Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 1208–1210.
- Neff, W. H., and Rigdon, H. K., 1994, Incorporating structure into 3D seismic survey preplanning: A mid-continent example: Presented at the MESA Technology Conference.
- Ongkiehong, L., and Askin, H. J., 1988, Towards the universal acquisition technique: *First Break*, **6**, no. 2, 46–63.
- Padhi, T., and Holley, T. K., 1997, Wide azimuths—why not?: *The Leading Edge*, **16**, 175–177.
- Partyka, G., Gridley, J., and Lopez, J., 1999, Interpretational applications of spectral decomposition in reservoir characterization: *The Leading Edge*, **18**, 353–360.
- Pearce, J. W., Goussev, S. A., Charters, R. A., Abercrombie, H. J., and DePaoli, G. R., 1998, Intrasedimentary magnetization by vertical fluid flow and exotic geochemistry: *The Leading Edge*, **17**, 89–92.

- Pritchett, W. C., 1994, Why waste money with linear sweeps?: The Leading Edge, **13**, 943–948. (With letters in *Signals* section: The Leading Edge, **14**, 66–67.)
- Regone, C. J., 1994, Measuring the effect of 3-D coherent noise on seismic data quality: Presented at the 64th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys.
- 1998, Suppression of coherent noise in 3-D seismology: The Leading Edge, **17**, 1584–1589.
- Rhodes, J. A. and Peirce, J. W., 1999, MaFIC—Magnetic interpretation in 3-D using a seismic workstation: 69th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 335–338.
- Rozemond, J., 1996, Slip-sweep acquisition: 66th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 64–67.
- Russell, B., 1998, A simple seismic imaging exercise: The Leading Edge, **17**, 885–889.
- Schroeder, F. W., and Farrington, R. G., 1998, How fold and bin size can impact data interpretability: The Leading Edge, **17**, 1274–1284.
- Schultz, P. S., 1997, The changing economics of 3-D prestack seismic imaging in depth. The Leading Edge, **16**, 471–472.
- Schuster, G. T., and Zhou, C., 1996, Is a quasi-Monte Carlo seismic experiment practical?: Presented at the 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys.
- Servodio, R., Piccoli, F., Loinger, E., Pompucci, A. and Schioli, A., 1997, On the spot 3D—A cost effective seismic tool: Presented at the 59th Ann. Mtg. of the EAGE, Expanded Abstracts.
- Sheriff, R. E., 1991, Encyclopedic dictionary of exploration geophysics, 3rd ed.: Soc. Expl. Geophys.
- Sheriff, R. E., ed., 1992, Reservoir geophysics: Soc. Expl. Geophys.
- Society of Exploration Geophysicists, 1983, Special report on SEG standard exchange formats for positional data: Geophysics, **48**, 488–503.
- Steenland, N., 1998, Reflecting on exploration in the North Sea in the 1960s: The Leading Edge, **17**, 479–482.
- Trappe, H., and Hellmich, C., 1998, Seismic characterization of Rotliegend reservoirs: From bright spots to stochastic simulation: First Break, **16**, no. 3, 79–87.
- Vermeer, G. J. O., 1990, Seismic wavefield sampling: Soc. Expl. Geophys.
- 1996, Signals: The Leading Edge, **15**, 10.
- 1997, Factors affecting spatial resolution: 67th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 27–30.
- 1998a, 3-D symmetric sampling: Geophysics, **63**, 1629–1647.
- 1998b, 3-D symmetric sampling in theory and practice: The Leading Edge, **17**, 1514–1519.
- 1999a, Factors affecting spatial resolution: Geophysics, **64**, 942–953.
- 1999b, Converted waves: Properties and 3D survey design: Presented at the 69th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 645–648.
- Wiggins, R. A., Lerner, K. L., and Wisecup, R. D., 1976, Residual statics as a general linear inverse problem: Geophysics, **41**, 922–938.
- Wilkinson, K., Habiak, R., Siewert, A., and Millington, G., 1998, Seismic data acquisition and processing using measured motion signals on vibrators: 68th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 144–146.
- Wisecup, R. D., 1994, The relationship between 3-D acquisition geometry and 3-D static corrections. 64th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 930–933.
- Wiskel, B., 1995, Oilman, spare that tree: The Pegg (Feb.).
- Wittick, T. R., 1998, Using 3-D seismic data to find new reserves in Quitman Field: The Leading Edge, **17**, 450–456.
- Yilmaz, O., 1987, Seismic data processing: Soc. Expl. Geophys.

REFERENCES FOR GENERAL READING

- Anderson, N. L., Hills, L. V., and Cederwall, D. A., Eds., 1989, Geophysical atlas of western Canadian hydrocarbon pools: Can. Soc. Expl. Geophys. and Can. Soc. Petr. Geol.
- Anderson, R. N., Boulanger, A., He, W., Sun, Y. F., Xu, L., Sibley, D., Austin, J., Woodhams, R., Andre, R., and Rinehart, K., 1995, 4D seismic helps track drainage, pressure compartmentalization: Oil & Gas Journal (March 27), 55–58.
- Bednar, J. B., 1996, Coarse is coarse of course unless . . . : The Leading Edge, **15**, 763–764.
- Canning, A., and Gardner, G. H. F., 1996, Another look at the question of azimuth: The Leading Edge, **15**, 821–823.
- Cheadle, S., 1995, Introduction to the 1995 CSEG. 3D wavefield sampling workshop: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 167–168.
- Cooper, N. M., 1995, 3-D design—A systematic approach: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 171–172.
- Dilay, A., and Eastwood, J., 1995, Spectral analysis applied to seismic monitoring of thermal recovery: The Leading Edge, **14**, 1117–1122.
- Duncan, P. M., Nester, D. C., Martin, J. A., and Moles, J. R., 1995, 3-D seismic over the Fausse Pointe field: A case history of acquisition in a harsh environment: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 966–968.
- Durham, L. S. 1995a, Seismic spending can lower costs: AAPG Explorer, **16**, no. 6, 12, 14.
- 1995b, By the numbers, 3-D reduces risk: AAPG Explorer, **16**, no. 6, 13.
- Eiken, O., and Meldahl, P., 1996, Effects of spatial sampling of marine 3-D seismic data: A case study: The Leading Edge, **15**, 825–830.
- Esso Resources Research Company, 1964, 3-D seismic system: In-house pamphlet.
- Evans, B. J., 1997, A handbook for seismic data acquisition in exploration: Soc. Expl. Geoph.
- Galbraith, J. M., 1995, Seismic processing issues in the design of 3D surveys: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 175–176.
- Goodway, W. N., and Ragan B., 1996, “Mega-Bin” land 3D seismic: Presented at the Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph.

- Gordon, I. S., and Voskuyl, J. B., 1995, 3-D planning: Practical design, execution, and economics: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 173-174.
- Gray, S. H., and Etgen J., 1995, 3D prestack migration of overthrust model data: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 179-180.
- Gas Research Institute, 1994, Staggered-line 3D seismic recording: A technical summary of research conducted for Gas Research Institute, the U.S. Department of Energy, and the State of Texas by the Bureau of Economic Geology, The University of Texas at Austin.
- Hope, C., Kong, P., and Flentge, D., 1995, 3-D geometry for overthrust areas: The Leading Edge, 14, 715-719.
- Kendall, R. R., and Davis, T. L., 1996, The cost of acquiring shear waves: The Leading Edge, 15, 943-944.
- La Bella, G., Bertelli, L., and Savini, L., 1996, Monti Alpi 3D, A challenging 3D survey in the Appennine range, southern Italy: First Break, 14, no. 7, 285-294.
- Larner, K., Beasley, C. J., and Lynn, W., 1989, In quest of the flank: Geophysics, 54, 701-717.
- Lawton, D. C., 1995, Converted-wave 3-D surveys: Design strategies and pitfalls: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 69-70.
- Lindsey, J. P., 1996, 3-D stack fold: Migration's hidden boost: The Leading Edge, 15, 847-850.
- Liner, C. L., and Gobeli, R., 1996, Bin size and linear $v(z)$: 66th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 47-50.
- Liner, C. L., and Underwood, W. D., 1999, 3-D seismic survey design for linear $v(z)$ media: Geophysics, 64, 486-493.
- Luzietti, E. A., Moore, D. E., Smith, G. E., Moldoveanu, N., Spradley, M., Brooks, T., and Chang, M., 1995, Innovation and flexibility: Keys to a successful 3-D survey in the transition zone of West Bay field, Louisiana: The Leading Edge, 14, 763-772.
- Meunier, J., and Garotta, R., 1990, Design of land 3-D surveys for stratigraphic purposes: 60th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 906-910.
- Meunier, J. J., Musser, J. A., Corre, P. M., and Johnson, P. C., 1995, Two bottom cable 3-D seismic surveys in Indonesia: Presented at the 65th Ann. Mtg., Soc. Expl. Geophys., 976-979.
- Neidell, N. S., 1997, Perceptions in seismic imaging. Part 1: Kirchhoff migration operators in space and offset time, An appreciation: The Leading Edge, 16, 1005-1006.
- O'Connell, J. K., Kohli, M., and Amos, S., 1993, Bullwinkle: A unique 3-D experiment: Geophysics, 58, 167-176.
- Ongkiehong, L., 1988, A changing philosophy in seismic data acquisition: First Break, 6, no. 9, 281-284.
- Oortmann, K. A., and Wood, L. J., 1995, Successful application of 3-D seismic coherency models to predict stratigraphy, offshore eastern Trinidad: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 101-103.
- Reilly, R. M., 1995, Comparison of circular "strike" and linear "dip" acquisition geometries for salt diapir imaging: The Leading Edge, 14, 314-322.
- Rigo, F., 1995, Overlooked Tunisia reef play may have giant field potential: Oil & Gas Journal, (January 2), 56-61.
- Shirley, K., 1995, 3-D now has new mountains to climb: AAPG Explorer, 16, no. 6, 8, 10 and 16.
- Sriram, K. P., and Gilbreth, M., 1995, Intellectual property: Geophysics, 60, 925-926.
- Stark, T. J., 1996, Surface slice generation and interpretation: A review: The Leading Edge, 15, 818-819.
- Stone, D. S., 1994, Designing seismic surveys in two and three dimensions: Geophysical References 5, Soc. Expl. Geophys.
- Thompson, S. D., and Bligh, R. P., 1995, Wytch Farm oilfield, England: Reducing 3-D cycle time and quantifying the benefit for a mature field: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 973-975.
- Vermeer, G. J. O., 1995, 3D symmetric sampling in land data acquisition: Ann. Mtg., Can. Soc. Expl. Geoph., Expanded Abstracts, 169-170.
- Vermeer, G. J. O., den Rooijen, H. P. G. M., and Douma, J., 1995, DMO in arbitrary 3D geometries: 65th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 1445-1448.
- Walton, G.G., 1972, Three-dimensional seismic method: Geophysics, 37, 417-430.
- Zonati, M., 1996, 3D seismic in the Sirt basin of Libya: First Break, 14, no. 5, 169-175.