

Развитие технологии вибросейсмических исследований 3D в условиях рисовых чеков Кубани

Кострыгин Ю.П., ООО "Институт геолого-экологических технологий и исследований", г. Краснодар

Вибросейсмические исследования 3D на Кубани проводятся ежегодно в течение последних 9 лет. При этом основные объемы сейморазведочных работ 3D выполняются на площадях Славянского и Темрюкского районов, на участках, расположенных в пределах рисовых чеков. В первые годы постановку таких работ с полным основанием можно было рассматривать как значительный шаг в повышении геологической эффективности сейсмического метода. Однако за последнее десятилетие полевая технология сейсмических исследований в основных нефтегазодобывающих регионах России вышла на качественно новый уровень, в то время как при проведении сейморазведочных работ 3D на Кубани сформировались определенные штампы, которые в значительной степени не соответствовали современному уровню развития сейсмической разведки.

Учитывая сложившуюся ситуацию, руководство ОАО «Краснодарнефтегаз» предложило, начиная с 2004г, в соответствии с современными требованиями кардинально изменить технологию вибросейсмических исследований 3D при проведении работ на Кубани.

Один из основных недостатков ранее использованной технологии 3D при проведении сейморазведочных работ на Кубани заключался в применении относительно малоканальных телеметрических сейсмостанций (менее 400 активных каналов), оснащенных одним коммутационным модулем. При использовании таких сейсмостанций расстановка сейсмоприемников в условиях рисовых чеков состояла всего из одной ломаной линии, совмещенной с дамбами. Это позволяло конструировать лишь в значительной степени нерегулярные системы наблюдения 3D, которые отличаются, как известно, весьма неравномерной плотностью средних точек по площади исследований и экономически мало эффективны, т.к. требуют для своей реализации чрезмерно большого объема физических наблюдений.

Так, на рис. 1а приведена проектная карта кратности перекрытий, рассчитанная для нерегулярной системы наблюдений 3D, состоящей из 8 независимых расстановок сейсмоприемников. Система наблюдений была спроектирована для одной из площадей, расположенных в пределах рисовых чеков. В данном случае количество активных каналов сейсмостанции равнялось 395,

расстояние между ПВ 100 м и между ПП 50 м. При вычислении поля кратности бин вдоль границы принимался равным 50м×50м, а максимальное удаление ПВ-ПП 1400 м. Ограничение интервала ПВ-ПП расстоянием 1400 м для целевых границ в отложениях понта, расположенных в пределах исследуемой площади на глубине ~1200м, является достаточно мягким.

Из рис. 1а можно видеть, что при размере бина 50м×50м предложенная исполнителем нерегулярная система наблюдений 3D обеспечивала для ~40% изучаемой площади кратность перекрытий, не превышающую 1-5. При этом для значительной части площади средние точки вообще отсутствовали. Ранее, при использовании старой технологии, участки с нулевой кратностью преимущественно закрывались так называемым «гибким бинированием», т.е. за счет увеличения размеров бина на локальных участках до 100-200м. Обсуждая вопрос о правомерности подобного бинирования, можно согласиться с тем, что необходимые размеры бина зависят от горизонтальной разрешающей способности сейсмической разведки, т.е. фактически от радиуса первой зоны Френеля, который в обычных условиях составляет относительно большую величину. Однако после выполнения в процессе обработки процедуры миграции пространственная разрешающая способность сейсмического метода существенно повышается и может достигать от половины до четверти длины волны. Именно с учетом этого обстоятельства обычно и определяются параметры бина [1]. При $f_{max}=90$ Гц и средней скорости упругих колебаний равной, например, 3000 м/с, максимально допустимое значение бина для угла падения границы $\alpha=10^\circ$ равно 48 м, а для $\alpha=15^\circ$ равно 32 м. То есть повышение минимальной кратности перекрытий в условиях рисовых чеков должно осуществляться не за счет значительного увеличения размеров бина, а, прежде всего, за счет использования более регулярных систем наблюдения.

Вместе с тем для рисовых чеков линии приема и линии возбуждения могут быть совмещены лишь с дамбами, которые в общем случае не представляют собой регулярную систему. Поэтому в конкретных условиях речь может идти лишь о так называемых квазирегулярных системах.

Так, на рис. 1 б,в приведены карты кратности перекрытий для квазирегулярных систем

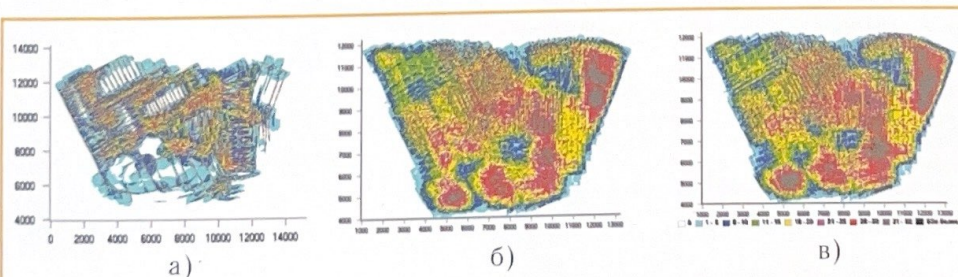
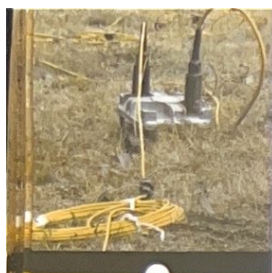


Рис. 1. Карта кратности перекрытий

(использована программа проектирования, составленная В.А. Невинным)

а - проектная нерегулярная система наблюдений; б - квазирегулярная система, в каждой полосе по 4 ЛП; в - квазирегулярная система, в каждой полосе по 8 ЛП.

ТЕЛЕМЕТРИЯ СЕГОДНЯ
ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ



наблюдения 3D, спроектированных для указанной выше площади. Здесь были использованы субширотные ломаные линии приема, совмещенные с дамбами. Расстояния между линиями приема равнялись 250-700 м. Линии возбуждения располагались приблизительно ортогонально линиям приема и также были совмещены с дамбами.

В первом случае каждая полоса включала по 4 линии приема (рис. 1б), во втором по 8 линий приема (рис. 1в). Размер бина при вычислении кратности принимался равным 50м×50м, максимальное удаление ПВ-ПП 1400 м. На основании сравнительного анализа представленных рисунков очевидно, что если для спроектированной нерегулярной системы для отражений, соответствующих отложениям понта формируются достаточно обширные участки с нулевой кратностью перекрытий, то для квазирегулярных систем минимальные значения кратности превышали 5-10. Очевиден также значительный экономический выигрыш от применения квазирегулярных систем. Так, если для нерегулярной системы объем физических наблюдений при площади исследований 60 кв. км составил в данном случае 4932 ф.н., то для квазирегулярных систем, включающих полосы с 4 и 8 линиями приема, объем наблюдений уменьшился соответственно до 3280 ф.н. и 1728 ф.н. С учетом рассмотренных обстоятельств при построении новой современной технологии 3D в условиях чеков Кубани использовались исключительно квазирегулярные системы.

Интересными представляются результаты сопоставления и других элементов технологии сейсмических исследований 3D при проведении работ в пределах рисовых чеков Кубани в 2004 г. и в предыдущие годы, а также результаты сравнительного анализа качества полученных при этом сейсмических материалов.

В 2004 г. на площадях, расположенных на рисовых чеках, впервые при наблюдениях 3D в условиях Краснодарского края была использована современная многоканальная телеметрическая система SERSEL-388, оснащенная 4 коммутационными модулями и позволяющая формировать квазирегулярные системы наблюдения, включающие полосы с 4 линиями приема. При проведении же работ в предыдущие годы применялась телеметрическая сеймостанция с числом активных каналов 395, оснащенная одним коммутационным модулем, т.е. расстановка сейсмоприемников в условиях чеков состояла всего из одной ломаной линии.

В отличие от ранее использованной сеймостанции система SERSEL-388 оснащена редактором шума типа «zeroing», эффективно подавляющим интенсивные транспортные помехи. В 2004 г. при регистрации колебаний редактор был постоянно включен, и это обеспечило дополнительную возможность ослабления части некогерентных помех, связанных с проведением сельскохозяйственных работ.

Впервые на Кубани в 2004 г. при проведении работ в пределах рисовых чеков были использованы наиболее мощные современные виброрейсмические излучатели СВ27/150К с номинальным динамическим усилием на грунт, равным 270 кН, разработанные ЗАО «ГЕОСВИП». Это позволило существенно повысить помехоустойчивость виброрейсмического метода и заметно уменьшить влияние микросейсмических колебаний. В предыдущие годы в конкретных условиях применялись вибраторы СВ-10/180 с номинальным усилием 100 кН.

Одна из основных причин, способствовавших снижению общей эффективности виброрейсмического метода при проведении сейсмических исследований 3D на участках рисовых чеков до 2004 г., заключалась также в том, что исполь-

зуемый виброрейсмический комплекс не был укомплектован современной системой управления. Отсутствие такой системы неизбежно приводило к ухудшению динамических характеристик излучателей. Так, если для вибраторов СВ27/150К, укомплектованных системой управления PEETOX и использованных в 2004г., неравномерность силовых амплитудно-частотных характеристик в полосе частот 10-90 Гц не превышала 3 дБ, то в прошлые полевые сезоны аналогичный параметр равнялся 16-20 дБ.

Отрицательное влияние на качество получаемых виброрейсмических записей до 2004г. оказывали также нелинейные искажения сигнала, возникающие в системе вибратор-грунт. В низкочастотной части развертки коэффициенты нелинейных искажений при проведении работ превышали 100%, что приводило к росту уровня корреляционного фона, т.е. к дополнительному уменьшению отношения сигнал/помеха.

Использование в 2004 г. современной системы управления виброрейсмическими излучателями позволило не только улучшить динамические характеристики возбуждаемых колебаний, но и существенно расширило методические возможности исполнителей. И здесь в первую очередь следует отметить появившуюся возможность формирования широкого класса нелинейных и комбинированных разверток.

На основании выполненных опытно-методических исследований при проведении наблюдений 3D в 2004 г. было принято решение использовать комбинированный виброрейсмический сигнал, состоящий из трех сегментов длительностью $T = 16$ с с частотными диапазонами $\Delta F_1 = 8-90$ Гц, $\Delta F_2 = 34-90$ Гц, $\Delta F_3 = 43-90$ Гц [2]. Ранее возбуждение колебаний осуществлялось с применением относительно узкополосных ЛЧМ-разверток с частотным диапазоном $\Delta F = 10-60$ Гц. Указанные изменения в методике проведения работ дополни-

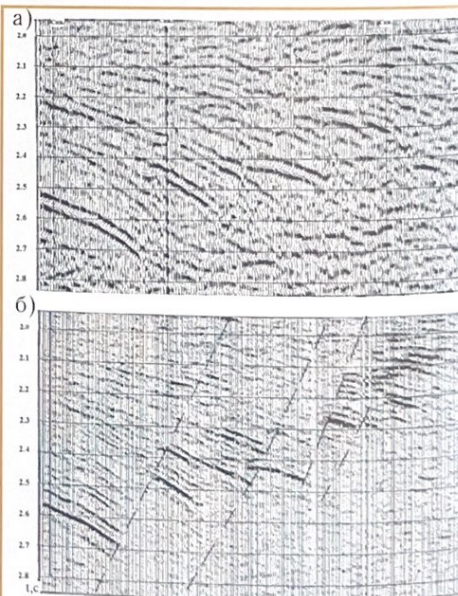


Рис. 1. Временные разрезы, соответствующие одноименным сечениям куба 3D, а) - полученного по материалам работ, проведенных до 2004 г. и б) - куба 3D, полученного на основании исследований, проведенных в 2004 г.

тельно способствовали улучшению динамики формируемых колебаний, повышению отношения сигнал/помеха в области высоких частот и в целом способствовали повышению эффективности сейсмических исследований 3D.

На основании изложенного очевидно, что в 2004г. при сейсмических исследованиях 3D в пределах рисовых чеков Кубани были весьма существенно изменены все основные элементы полевой технологии проведения работ. Поэтому чрезвычайно интересным представляется сравнительный анализ качества результирующих сейсмических материалов, полученных в условиях рисовых чеков в 2004 г. и в предыдущие годы, а также сравнительная оценка геологической эффективности сейсморазведочных работ, проведенных с использованием старой и новой технологии.

С этой целью на рис. 2 сопоставлены временные разрезы, соответствующие одноименным сечениям куба 3D, полученного по материалам работ, проведенных до 2004 г. (а) и куба 3D, полученного на основании исследований, проведенных в 2004 г. (б). В данном случае при сопоставлении разрезов наибольший интерес представлял вопрос о достоверности картирования разломов в караган-чокракских отложениях ($t_0=2-2,7$ с). Из рис. 2 видно, что использование в 2004 г. современной технологии 3D позволило зарегистрировать в условиях конкретной площади динамически выраженные хорошо разрешенные целевые отражения с эффективной полосой амплитудного спектра 10-83 Гц. В отличие от материалов 2004 г. ранее полученные материалы отличались значительно более узкополосным спектром (рис.3), пониженными значениями отношения сигнал/помеха и худшими динамическими характеристиками сейсмической записи. В конечном счете, указанные обстоятельства существенно снижали достоверность картирования разломов, т.е. не позволяли в полной мере решить геологические задачи, поставленные перед исполнителем.

Таким образом, переход в 2004 г. на использование современных технологий, аппаратуры и оборудования в условиях рисовых чеков Кубани, явился весьма значимым прецедентом, показав-

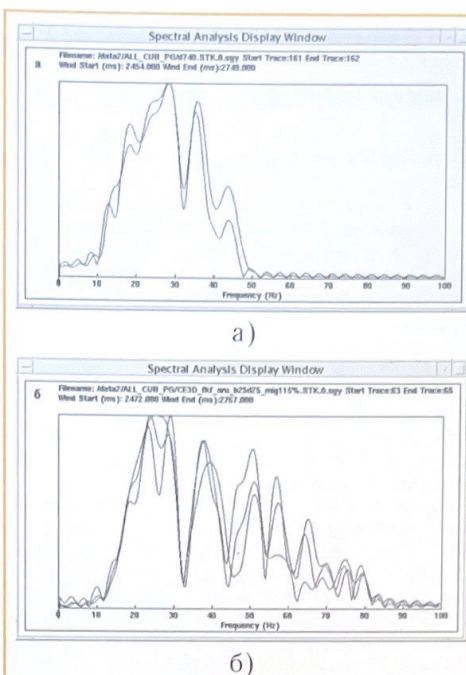


Рис. 1. Амплитудные спектры сейсмических записей, соответствующих одноименным сечениям куба 3D, а) - полученного по материалам работ, проведенных до 2004 г. и б) - куба 3D, полученного на основании исследований, проведенных в 2004 г.

шим на практике существенные возможности повышения эффективности вибросейсмических исследований 3D на территории Краснодарского края.

Литература

1. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки: 2000. Учебник для вузов. Часть 1. - Екатеринбург: Изд-во УГГА. 252 с.
2. Кострыгин Ю.П., Барулин Д.А. О целесообразности применения комбинированных сигналов в современной вибросейсморазведке. Приборы и системы разведочной геофизики, №03 (09)/2004, с. 36-38.

ПОДПИШИСЬ

Персональная информация о подписчике/Почтовый адрес организации

ФАМИЛИЯ		ИМЯ		ОТЧЕСТВО	
ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ					
ОТДЕЛ/ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ				ДОЛЖНОСТЬ	
ИНДЕКС	СТРАНА	ГОРОД	ОБЛАСТЬ/РАЙОН		
АДРЕС					
КОД ГОРОДА	ТЕЛЕФОН	ФАКС	E-MAIL		

Россия, 410019, г. Саратов, ул. Крайняя 129, СО "ЕАГО" - в редакцию "Приборы и системы разведочной геофизики"

Стоимость годовой подписки (с почтовой пересылкой и НДС - 10%)

Наименование издания	1 комплект	2 комплекта	3 комплекта	4 комплекта
Журнал "Приборы и системы разведочной геофизики"	1760 руб.	3520 руб.	5280 руб.	7040 руб.