

## Методические результаты применения UNIQ – технологии МОВ-ОГТ 3D на севере Западной Сибири

■ Кузнецов В.И., Долгих Ю.Н., Санин С.С., ООО "НОВАТЭК НТЦ", г.Тюмень  
■ Мазниченко М.В., Грамматчиков С.Н., Смирнов В.А., ООО "СЖЖ ВОСТОК", Москва

### Введение

Сейсморазведка включает в себя различные методики изучения геологических особенностей строения земной коры и формирования перспективных объектов. Из всего многообразия метод отраженных волн общей глубинной точки (МОВ-ОГТ), предложенный еще в 1950-х гг., является наиболее распространенным и используется в качестве основного.

Однако стоит отметить серьезные изменения, которые данный метод претерпел в процессе эволюции полевых технологий, регистрирующего оборудования и методических подходов к обработке и интерпретации.

На данный момент основным инструментом сейсморазведки является МОВ-ОГТ 3D, позволяющий получать наиболее точное и детальное пространственное представление о геологическом строении изучаемого разреза.

В данной статье рассматривается самая современная модификация сейсмического метода, реализуемая по технологии UNIQ. Это, по существу, многоуровневая сейсморазведка МОВ-ОГТ 3D [1].

### Текущее состояние и перспективы развития UNIQ/Q технологий МОВ-ОГТ 3D

Тенденцией настоящего времени является увеличение плотности пространственных наблюдений как за счет уменьшения шага ПП/ПВ, так и сгущения сети ЛВ и ЛП [2].

Подобные системы наблюдений (Q-технологии), особенно широко используемые западными компаниями в работах на акваториях и в пилотных проектах на суше, обеспечивают качественный скачок точности и детальности сейсми-

ческих моделей, по сравнению с более традиционными системами.

Системы наблюдений 3D с шагом ПП 6.25 - 12.5 м, шагом ЛВ (ЛП) 100 - 150 м, шагом ПВ 12.5 - 25 м на современном уровне развития технологий не являются чем-то экзотическим – это совершенно обычные оптимальные полноазимутальные системы наблюдений.

Конечно, невозможно одномоментно перейти на оптимальные системы наблюдений, т.е. сразу уменьшить расстояния между ПП, ПВ, ЛВ, ЛП. Это приведет к объективному кратному удорожанию работ, даже при работе с невзрывными источниками.

Вполне логично, что для 3D работ с взрывными источниками начать необходимо именно с уменьшения шага ПП, т.к. это, при наличии у подрядчика соответствующего оборудования, является наименьшим фактором удорожания полевых работ. При уменьшении шага ПП и прочих одинаковых параметрах съемки, изменятся только бин, сеть ОГТ, а все остальные атрибуты (кратность, азимутальные и частотные характеристики системы ОГТ, распределение удалений) не изменятся совершенно.

Даже при кратном уменьшении только шага ПП эффект, особенно в северных районах Западной Сибири и для оптимальных условий возбуждения волн, будет весьма существенным.

Ниже перечислены только основные аргументы и причины необходимости перехода на съемки с кратным уменьшением расстояний между ПП.

Во-первых, кратное (4-5) уменьшение шага между ПП позволит отказаться от полевого группирования, этого "убийцы" высокочастотной составляющей спектра полезного сигнала, путем замены данного приема процедурой оптимального

суммирования сигналов, зарегистрированных одиночными цифровыми датчиками.

Во-вторых, кратное уменьшение шага ПП позволит минимизировать негативные эффекты многоканальных процедур выделения полезного сигнала или подавления разного рода регулярных помех за счет возможного уменьшения пространственных баз операторов подобных процедур и одновременно повысит эффективность их применения.

В-третьих, повысится точность определения  $V_{огт}$  за счет как минимум 2-кратного роста статистического эффекта процедур скоростного анализа - при неизменных пространственных размерах баз суммирования и эталонов.

В-четвертых, отпадет необходимость применения специализированных систем наблюдений для изучения и учета ВЧР. От дневной поверхности будет построена единая глубинно-скоростная модель, включающая ЗМС, мерзлоту и целевые горизонты.

В-пятых - появится возможность постфактум-контроля условий возбуждения волн, в том числе и фактической глубины погружения заряда. Будет произведено зонирование площади работ по оптимальности поверхностных условий, что позволит, с одной стороны, более объективно подойти к приемке полевых работ, а с другой стороны, позволит качественно оценить достоверность динамических 3D-атрибутов, результатов инверсий.

Естественно, все перечисленное выше потребует кратного увеличения объема и мощности вычислительных ресурсов, разработки и апробации новых технологий обработки и кинематической интерпретации сейсмической информации, привлечения к работе наиболее квалифицированных специалистов и экспертов.

### Методические результаты применения UNIQ-технологии на севере Западной Сибири.

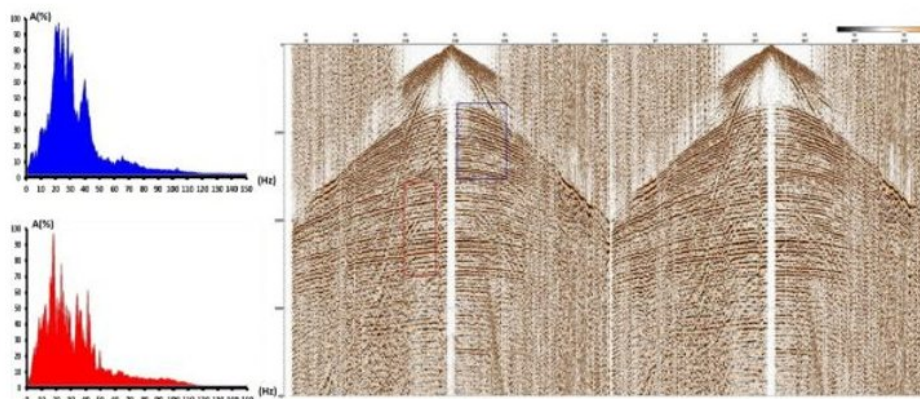
Впервые в Западной Сибири компанией ОАО «НОВАТЭК» были проведены полевые работы по инновационной технологии UNIQ с кратным (в четыре раза) уменьшением шага ПП и одиночными приемниками (цифровыми акселерометрами).

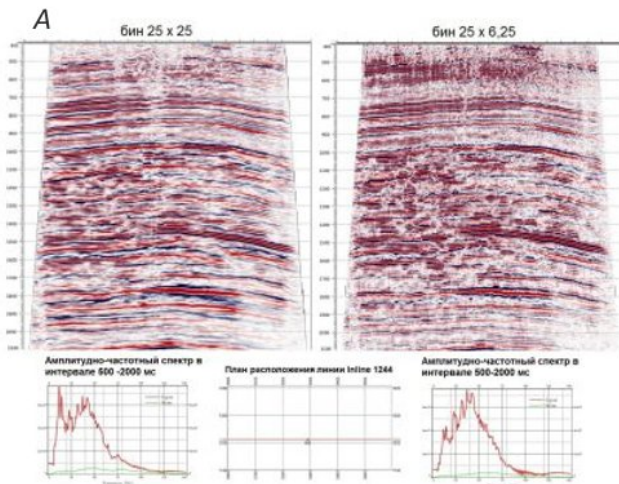
Характерные сейсмограммы ОПВ и их спектры приведены на рис.1.

Забегая вперед, следует отметить, что даже такой “облегченный вариант” Q-технологии в значительной степени решил проблему дефицита информации о ВЧР, дал возможность проконтролировать оптимальность условия возбуждения волн, обеспечил повышение качества и разрешающей способности результатов обработки при одновременном росте достоверности динамических атрибутов сейсмической модели.

В рамках данной работы выполнены количественные и качественные сравнения результатов обработки полноценной системы UNIQ (бин 25х6,25 м) с “приведенной к стандарту” (бин 25х25) версией

► Рис. 1. Характерные сейсмограммы ОПВ (UNIQ) и их спектры.





▲ Рис. 2.а. Сопоставление вертикальных срезов и спектров результатов обработки стандартной (слева) и UNIQ (справа) системы наблюдений в интервале 400-2100 мс.

полевого материала (объединение 5 каналов, переход к стандартному шагу ПП=50 м).

Для более корректного сопоставления модель длиннопериодной статики была оставлена без изменений, но обработка проведена по идентичным с точки зрения состава процедур графам.

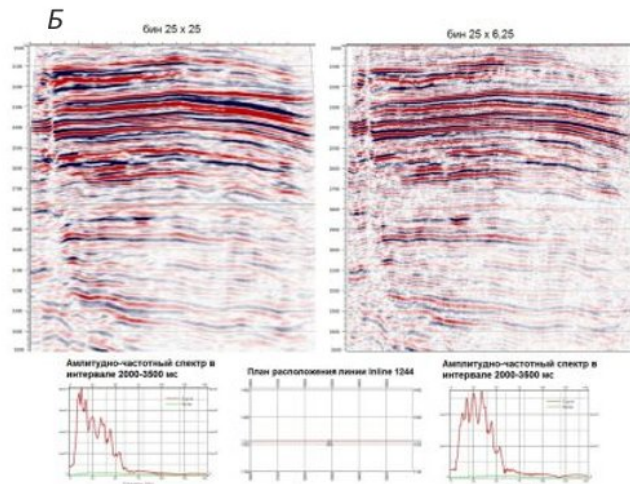
В рамках аналитической работы проводилось сопоставление:

1) Исходных полевых сейсмограмм - для демонстрации качества и помехоустойчивости данных UNIQ перед стандартной методикой.

2) Амплитудно-частотных характеристик.

Объективными показателями разрешающей способности сигнала являются ширина и/или площадь спектра, характеризующие длительность сигнала, а также соотношение между шириной и/или площадью спектра и центральной частотой, характеризующее затухание сигнала.

При равенстве или близости затухания сигналов более высокое значение центральной частоты при соответствующем увеличении ширины и/или площади спектра однозначно свидетельствует о росте разрешающей способности сей-



▲ Рис. 2.б. Сопоставление вертикальных срезов и спектров результатов обработки стандартной (слева) и UNIQ (справа) системы наблюдений в интервале 2000-3500 мс.

смической записи (см. рис.2.а, б).

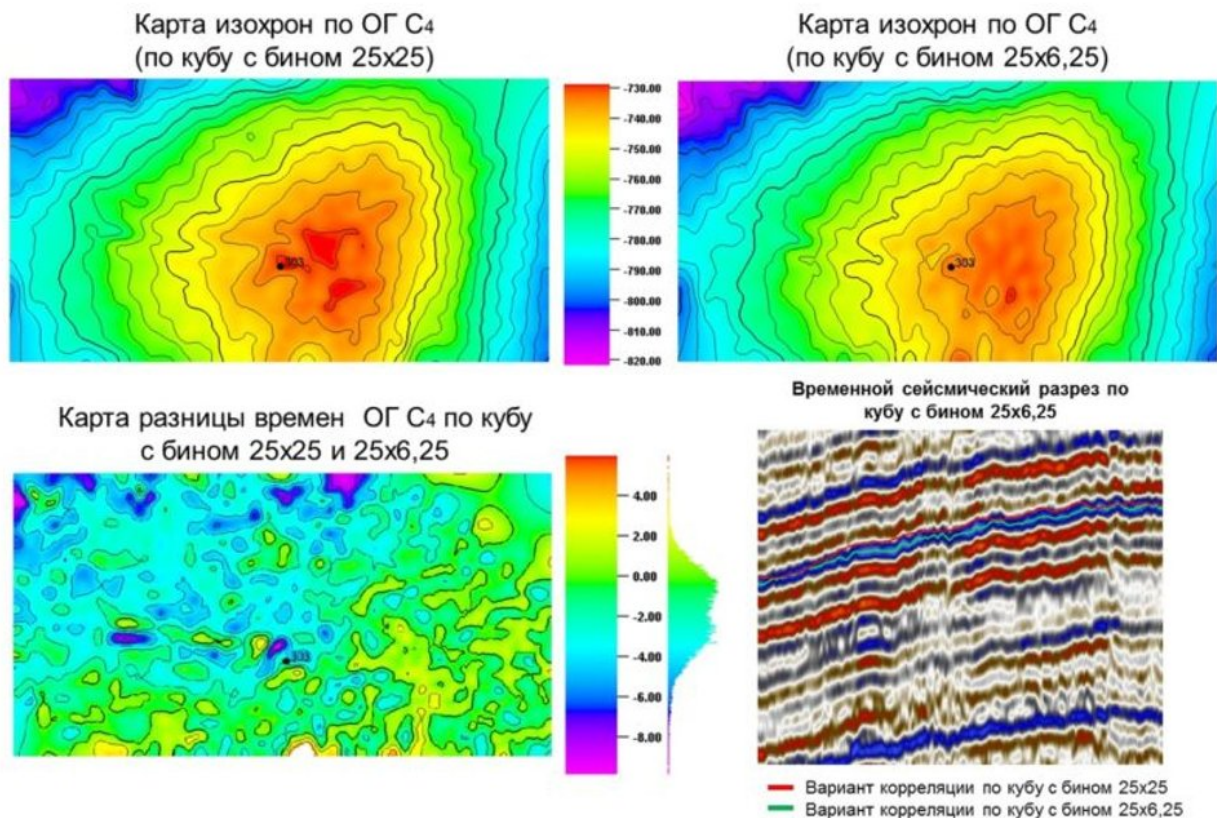
3) Когерентности и качества корреляции.

Когерентность и качество корреляции отраженных волн напрямую связано как с общим отношением сигнал/помеха, так и с отношением сигнал/помеха в области высоких частот. Для сравнения привлекались карты изохрон, амплитуд, кросс-корреляции по целевым горизонтам, временные разрезы.

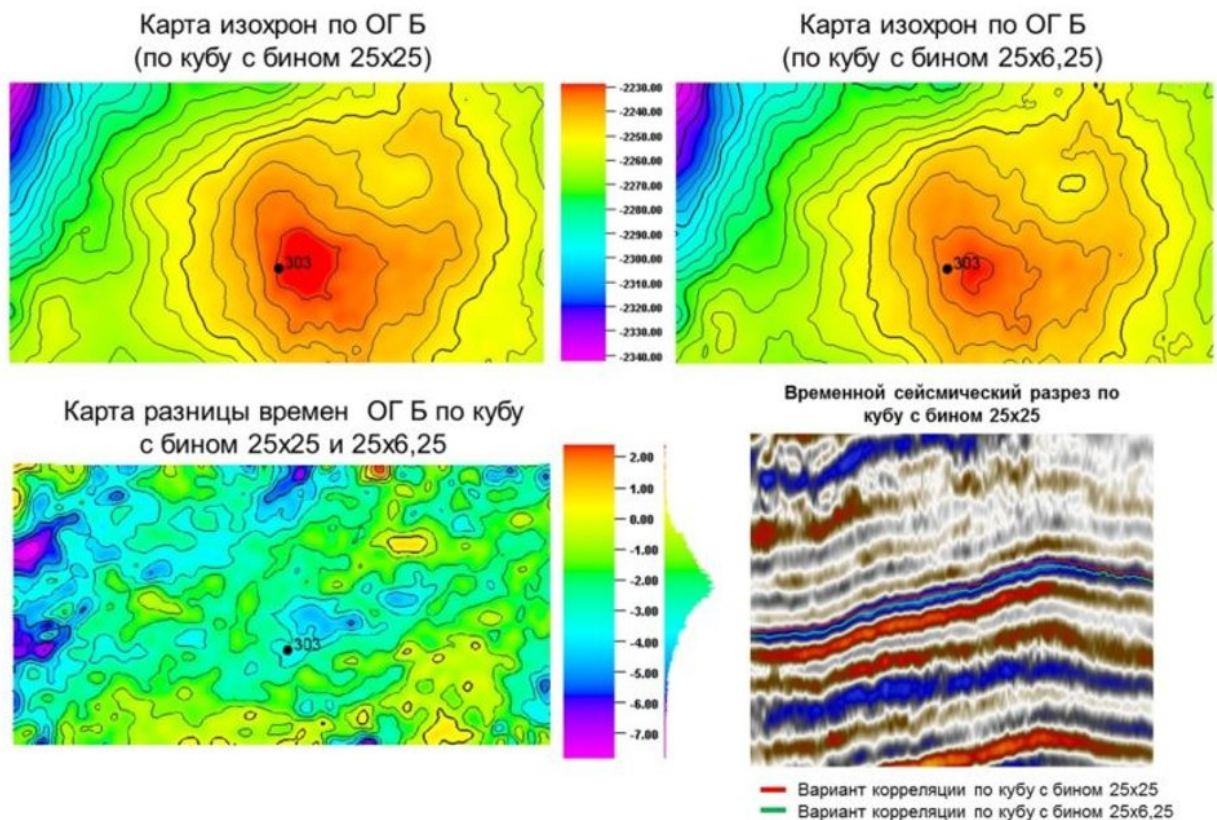
Установлено, что имеются значимые (в пределах до 10 мс) с точки зрения поиска малоразмерных объектов различия в корреляции отражающих горизонтов между стандартной и UNIQ версиями обработки (см. рис.3.а, б).

4) Динамической выразительности.

Данный показатель весьма сложно формализовать, поскольку он обусловлен значительным числом факторов. Как правило, имеет значение "контрастность" отображения в амплитудах локальных особенностей геологического строения. Если локальная контрастность по тем или иным причинам "смазывается", "стирается", искажается, то говорят о снижении динамической выразительности записи. Для сопоставления привлекались карты поверхностей динамических атрибутов (см. рис.4).

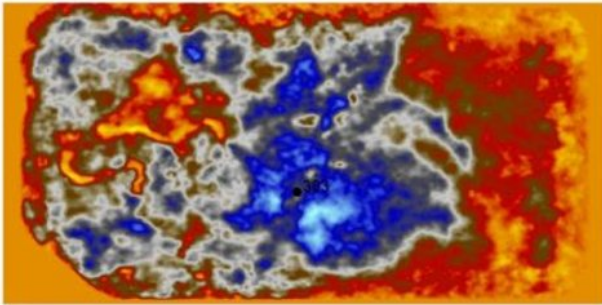


▲ Рис. 3.а. Сопоставление карт изохрон и корреляции по ОГ С4 для стандартной (бин 25х25 м) и UNIQ (бин 25х6,25 м) версии обработки.

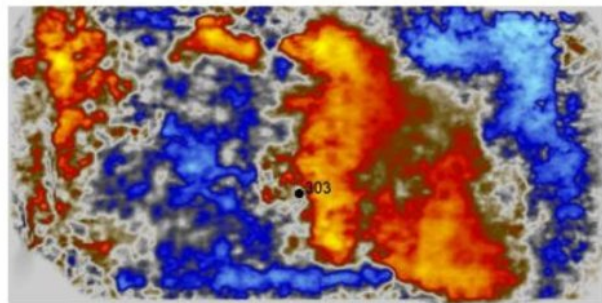


▲ Рис.3.б. Сопоставление карт изохрон и корреляции по ОГ Б для стандартной (бин 25х25 м) и UNIQ (бин 25х6,25 м) версии обработки.

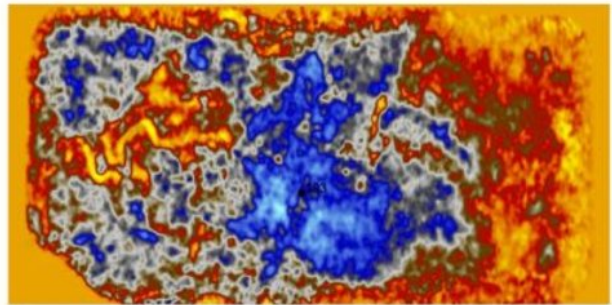
Карта амплитуд по горизонту БТ12-1  
(по кубу с бином 25x25)



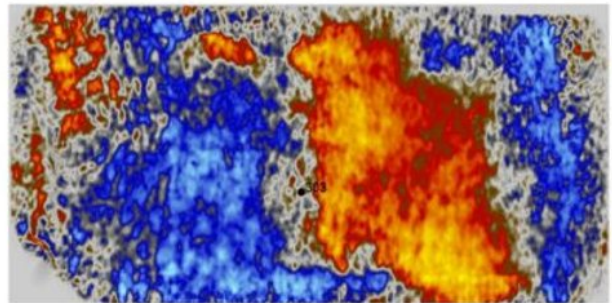
Горизонтальный временной срез в интервале пласта Ю2 (по кубу с бином 25x25)



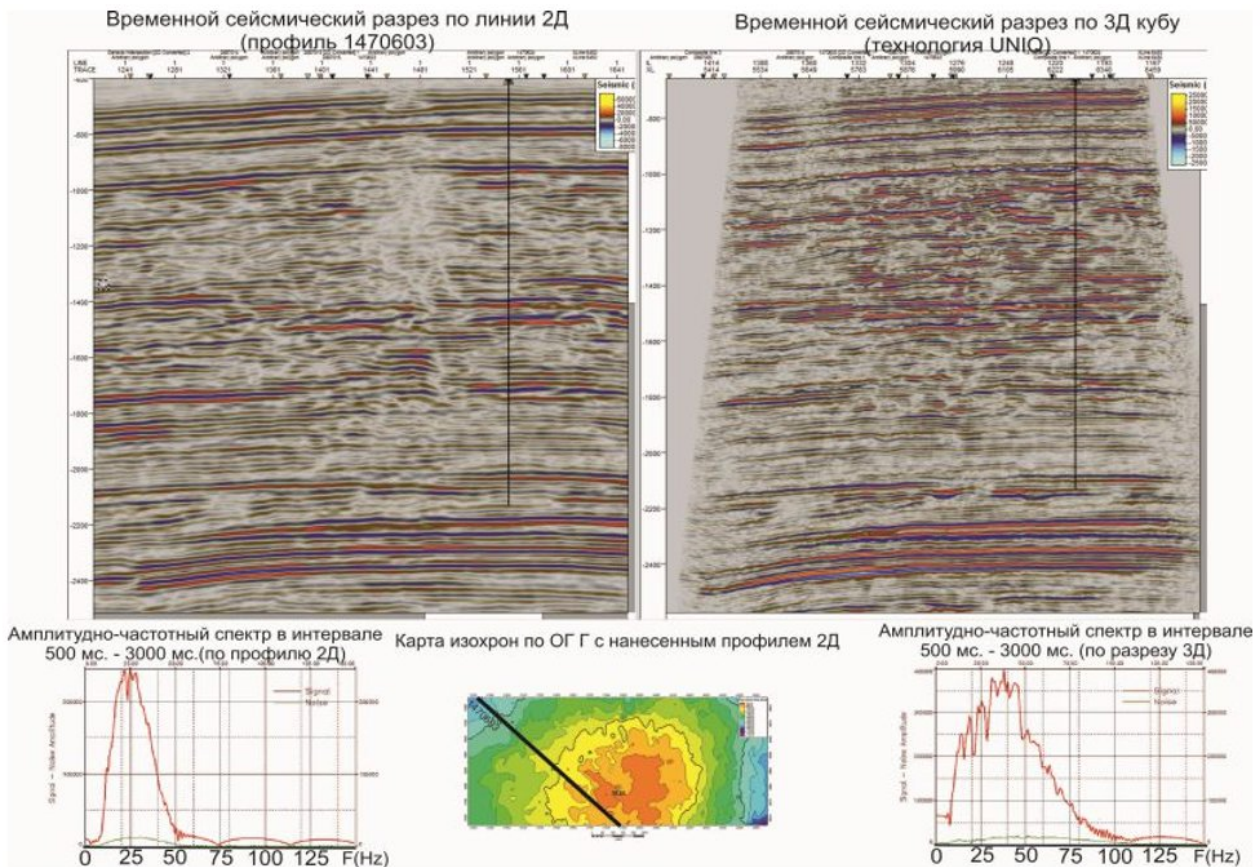
Карта амплитуд по горизонту БТ12-1  
(по кубу с бином 25x6,25)



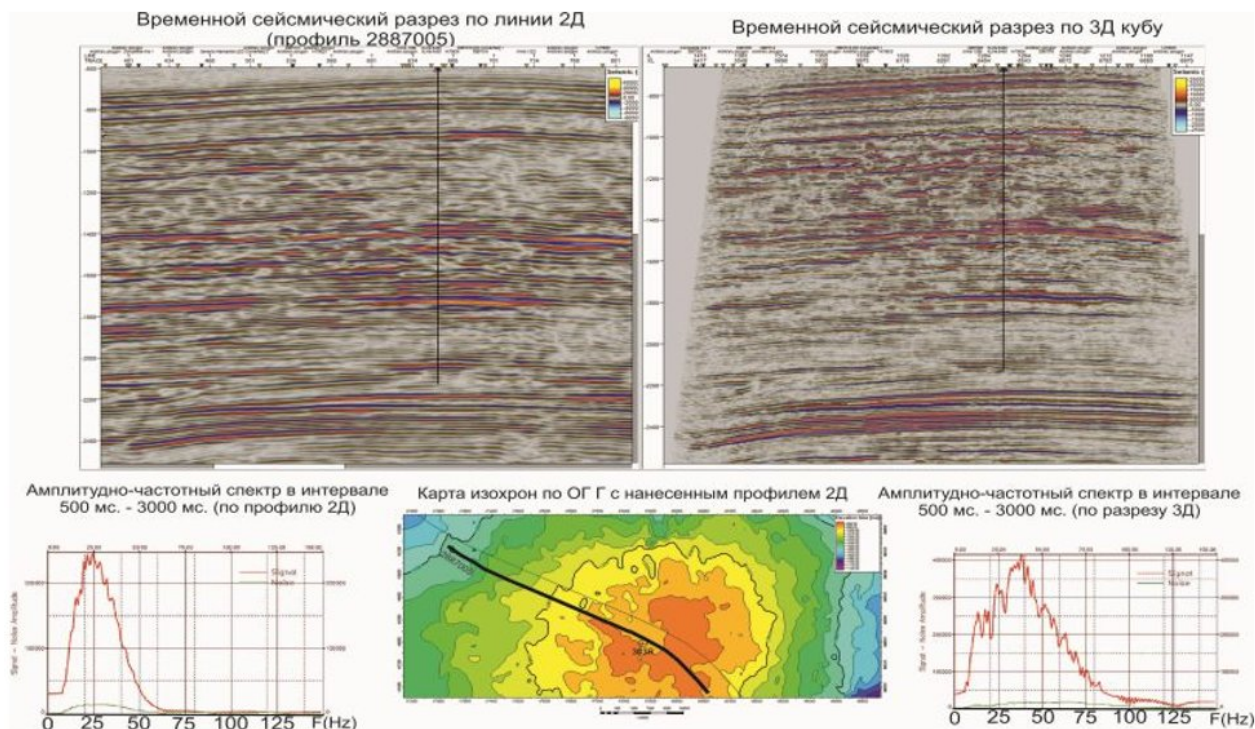
Горизонтальный временной срез в интервале пласта Ю2 (по кубу с бином 25x6,25)



▲ Рис. 4. Сопоставление поверхностей динамических атрибутов стандартной (слева) и UNIQ(справа) версии обработки.



▲ Рис. 5. (ч.1). Сопоставление временных разрезов 2Д, композиционных линии 3DUNIQ и амплитудно-частотных спектров.



▲ Рис. 5. (ч.2). Сопоставление временных разрезов 2D, композиционных линии 3DUNIQ и амплитудно-частотных спектров.

Установлено, что для данных UNIQ характерна большая детальность и контрастность отображения динамических атрибутов, что имеет важное значение с точки зрения поиска малоразмерных объектов, построения геологической модели, прогноза ФЭС.

Кроме того, к сравнению привлекались расположенные в пределах куба профили 2D, временные разрезы, композиционные линии 3D и спектры которых приведены на рис.5.

#### Выводы

В ходе проведения первых производственных работ МОВ-ОГТ 3D по технологии UNIQ получен уникальный полевой сейсмический материал, позволяющий объективно оценить методический потенциал новой технологии по сравнению со стандартными системами наблюдений 3D.

За счет перехода на одиночный прием и кратное уменьшения шага ПП удалось получить более точную и объективную информацию о модели самого верхнего (ЗМС+ЗПС) слоя, провести зонирование

участка работ по условиям возбуждения волн (оптимальные/неоптимальные), оценить фактическую глубину погружения заряда.

Установлен заметно более высокий потенциал результатов обработки данных технологии UNIQ в части оптимального соотношения разрешающей способности и динамической выразительности записи, что имеет прямое отношение к задачам прогнозирования свойств геологического разреза.

Полученные методические результаты заложили основу для дальнейшего развития и распространения технологии UNIQ в Западной Сибири.

#### Литература

1. Долгих Ю.Н. Многоуровневая сейсморазведка и кинематическая инверсия данных МОВ-ОГТ в условиях неоднородной ВЧР. Москва, ЕАГЕ-Геомодель, 2014 г.
2. Череповский А.В. Сейсморазведка с одиночными приёмниками и источниками: обзор современных технологий и проектирование съёмки, Москва, 2012 г.