

# ПРОБЛЕМЫ ПОСТАНОВКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТРАНЗИТНЫХ ЗОНАХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ВЛАДИСЛАВ КУЗНЕЦОВ  
Д.г.-м.н., профессор, генеральный директор  
ООО «НОВАТЭК НТЦ»

По мнению автора статьи, проведенные исследования и разработанная технология работ позволили повысить качество и достоверность получаемых в транзитных зонах материалов сейсморазведки, что, соответственно, повышает достоверность создаваемых с использованием этих данных геологических и гидродинамических моделей и, как следствие, экономическую эффективность деятельности компании.

Этот опыт может быть использован другими компаниями и распространен на другие участки. Например, при работах в акваториях многочисленных озер, находящихся на территории Западной Сибири.

На сегодня при использовании стандартных технологий сейсморазведочных работ на таких участках получают нерегулярность по характеристикам системы наблюдений (кратность накопления, спектр удалений, азимутов в бине), что приводит к понижению достоверности и качества окончательных материалов исследований...



**Г**еологические задачи, стоящие перед сейсморазведкой, постоянно усложняются. В связи с уменьшением фонда

вушки углеводородов по современным представлениям, как правило, являются неструктурными со сложным распределением свойств в пространстве.

Соответственно, для оптимизации процесса разведки и рентабельной разработки месторождений нефти и газа необходима как можно более достоверная информация. Основным источником этой информации в межскважинном пространстве на сегодня является сейсморазведка 2D, 3D, как наиболее детерминированный метод из всех геофизических методов.

Следует отметить, что и сейсморазведка имеет свои граничные условия применения и ограничения по разрешающей способности метода. Например, даже в благоприятных условиях мы не можем обеспечить разрешающую способность для глубин около 3 км в терригенном разрезе Западной Сибири менее 5–7 метров по вертикали и менее первых десятков метров по латерали.

Поэтому идет постоянная работа по повышению качества результатов работ за счет аппаратуры, программного обеспечения,

технологии работ, соблюдения технологической дисциплины. Дополнительные трудности возникают при работе в сложных поверхностных условиях, в частности, в данной статье речь пойдет об исследованиях нефтегазовых объектов с использованием сейсморазведки в транзитных зонах или зонах перехода суша–море. Решение этого вопроса позволит существенно повысить эффективность геофизических исследований для задач поиска, разведки и разработки месторождений.

## Проблема транзитных зон

Проблема исследования территорий с наличием водных акваторий стоит достаточно давно. Обычно имеются в виду мелководные акватории, прилегающие к побережью морей, перспективные на наличие углеводородов. Поэтому первые опыты по изучению так называемой транзитной зоны сейсмическими методами базировались исключительно на технологиях морской сейсморазведки (Дресвян-

**Основным источником информации в межскважинном пространстве является сейсморазведка 2D, 3D. Но и сейсморазведка имеет свои граничные условия применения и ограничения по разрешающей способности метода**

**Существенной методической проблемой, связанной с проведением сейсмических работ в транзитных зонах, является более детальное изучение неоднородностей верхней части разреза и определение статических поправок**

крупных месторождений требуется изучение малоразмерных

как по латерали, так и по вертикали геологических объектов. Ло-

ская площадь в Печорской губе, шельфовое продолжение Харасавейского месторождения). Хотя, по определению, технология работ должна включать в себя элементы как морских, так и сухопутных работ.

Применительно к условиям Западной Сибири к транзитным зонам можно отнести районы с наличием крупных озер, Обскую, Байдацкую и Тазовскую губы. Толщина водного слоя в этих водоемах не превышает первых метров, и, естественно, о применении элементов морской сейсморазведки не может быть и речи.

С позиций сейсморазведки транзитная зона — это акватория, где применение буксируемой морской сейсмокося невозможно из-за малых глубин; правильное согласование геофонов со средой значительно затруднено, использование взрывчатых веществ в качестве источника запрещено, применение пневмоисточника неэффективно, а обычный вибросейсмический источник не даст нужного эффекта из-за слабости грунта. Кроме того, это и зона, где повышаются требования к экологической безопасности работ и возрастает сложность их организации.

Одной из наиболее существенных методических проблем, связанных с проведением сейсмических работ в транзитных зонах, является более детальное изучение неоднородностей верхней части разреза и определение статических поправок. На суше информация о верхней части разреза обычно дают сейсмокаротажные исследования в неглубоких скважинах и специальные работы методом преломленных волн.

Используется также изучение параметров волн в начальной части обычных сейсмограмм. На мелководье ввиду отсутствия скважин основным методом изучения верхней части разреза является сейсморазведка отраженными и преломленными волнами, часто с привлечением дополнительных методик и технических средств.

Отличительной особенностью сейсморазведочных работ в переходных зонах является также многовариантность используемых технических средств: различные источники сейсмических сигналов —

пневмоисточники и динамит, различные сейсмические приемные устройства — группы геофонов и гидрофонов. Для взаимной увязки сейсмических данных, полученных разными техническими средствами, необходимо предусматривать перекрытие наблюдений и увязку данных, полученных при различных технических средствах.

### На примере Юрхаровского месторождения

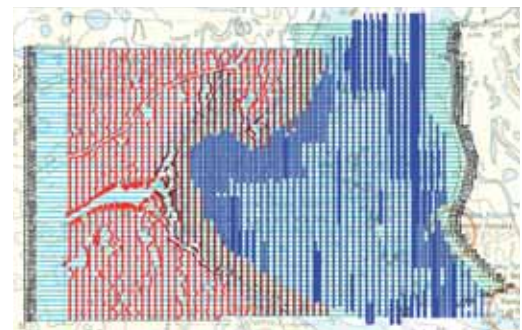
90% запасов Юрхаровского месторождения расположено в акватории Тазовской губы. При этом в сухопутной части месторождения развиты многолетнемерзлые породы (ММП) мощностью в сотни метров, а в акватории — зона растепления. Глубина меняется от 0,5 до 5 метров.

Для того чтобы построить связную геологическую модель, необходимо было применить технологии исследования транзитных зон как в летнем, так и в зимнем варианте с учетом специфики проведения работ в Заполярье. Отдельной проблемой являлась совместная обработка данных сухопутной и морской сейсморазведки, с тем чтобы исключить огромные вариации скоростей в верхней и глубинной части разреза, приводящие к существенным искажениям поля изохрон.

На первом этапе были выполнены летние полевые работы в акватории Тазовской губы по технологии отработки транзитных зон (исполнитель «Севморгео»). Поскольку часть приемной расстановки располагалась на берегу, то использованы двухкомпонентные (геофон + гидрофон) донные кося в варианте телеметрического приема.

Минимальная глубина, на которую могло заходить судно с источником сейсмических колебаний, составляла 1,5 метра, что обусловило наличие значительных зон набора кратности. Для уменьшения площади таких зон в прибрежной зоне проводилось сгущение линий пунктов возбуждения, что позволило, кроме этого, существенно повысить окончательную кратность накопления по ОГТ (местами — до двухсот) и,

Рис.1 Фактическое результирующее поле пунктов приема и возбуждения летне-зимних работ



Условные обозначения

Источники

- Взрывной источник
- Импульсный источник
- Пневмопушка

Приемники

- Геофон
- Гидрофон

соответственно, увеличить соотношение сигнал\помеха.

### Отличительной особенностью сейсморазведочных работ в переходных зонах является также многовариантность используемых технических средств

Следует отметить, что, несмотря на все предпринятые меры, качество материалов в акватории губы существенно уступает на-

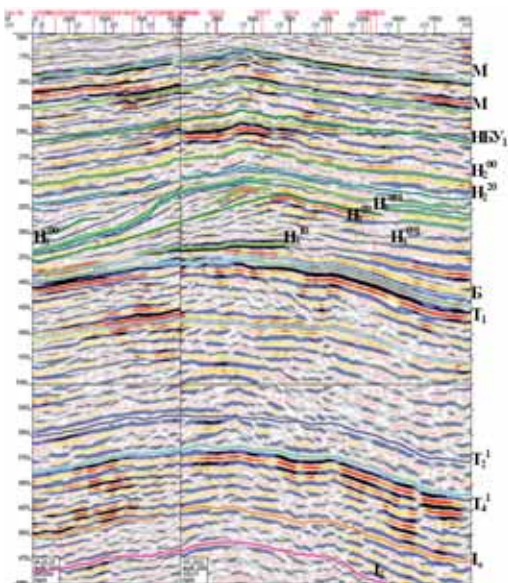
### Несмотря на все предпринятые меры, качество материалов существенно уступает наземным данным как по соотношению сигнал\помеха, так и по частотному составу и по уровню шумов

земным данным как по соотношению сигнал\помеха, так и по частотному составу и по уровню шу-

### Тем не менее, в результате проведенных зимних работ с максимальным выходом с приемной расстановкой на лед получен массив данных с номинальной кратностью 42 и размером бина 25x25 метров

мов. Связано это, по мнению автора, в первую очередь, с отсутствием специализированного

Рис.2 Пример временного разреза через наземную и морскую части Юрхаровского месторождения



сейсмического источника колебаний для условий мелководья.

Использовались группа достаточно хороших источников, но для стандартных морских работ с глубиной водной толщи не менее шести метров. В результате летних работ получено около 160 кв. км 3D-съемки с кратностью от 42 до 200 и размером бина 25x25 метров. Отмечается пониженное качество регистрации в наземной части расстановки, что связано с ветровой помехой и условиями «летней» установки приборов.

Специфические климатические условия района проведения работ позволили уже через три месяца реализовать «стыковочные» зимние работы по технологии транзитных зон. Технология включает в себя максимальный выход с приемной расстановкой на лед. В качестве источника использовались взрывы в скважине, что позволило получать данные высокого качества.

На участках водоохраных зон и охранных зон газопроводов, где запрещено использование взрыв-

ных источников сейсмических волн, применялись невзрывные импульсные электродинамические источники («Енисей»). Кроме того, эти источники выходили на лед в случае промерзания во-

**Результат достаточно уникальный, поскольку за счет комплекса методических приемов работы в транзитных зонах в условиях сложнейших поверхностных условий Заполярья удалось получить сплошной массив 3D-данных**

ды до дна. При наличии водного слоя работы не проводились из-за требований безопасности и резкого ухудшения соотношения сигнал/помеха.

ОАО "СУРГУТНЕФТЕГАЗ"

окружной выставочный центр

\* ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ \*



**22-24 СЕНТЯБРЯ**

XV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

**НЕФТЕГАЗ**

**СУРГУТ НЕФТЕГАЗ 2010**



(3462) 52-00-40, 32-34-53, 32-04-32,  
e-mail: expo@wsmail.ru, www.yugcont.ru

Приемные линии и линии возбуждения располагались с перекрытием или с продолжением по отношению к линиям приема и возбуждения летних работ, что позволило получить полное перекрытие по «ковру» кратности летних и зимних работ. Параметры возбуждения группы невзрывных источников определялись, естественно, опытным путем.

Отмечается закономерное ухудшение качества данных по сравнению с взрывным источником, а также наличие сильной волны — помехи при возбуждении и регистрации на льду. Очевидно, следует учесть опыт работ в канадской Арктике и рекомендовать на будущее делать распилы льда со стороны приемной расстановки, что существенно уменьшает амплитуду волны — помехи. Некоторое ухудшение качества данных сейсморазведки связано с техногенным фактором, поскольку работы проводились в условиях работающего промысла.

В результате проведенных зимних работ получен массив данных с номинальной кратностью 42 и размером бина также 25x25 метров. Фактическое результирующее поле пунктов приема и возбуждения летне-зимних работ приведено на рис.1. Разными цветами показаны различные типы приемников и источников, использованные при реализации проекта.

Результат достаточно уникальный, поскольку за счет комплекса методических приемов работы в транзитных зонах в условиях сложнейших поверхностных условий Заполярья удалось получить сплошной массив 3D-данных.

### Обработка информации

Не менее сложная задача состоит в обработке таких материалов, так как кроме разнородности из-за различных параметров источников, условий возбуждения, регистрирующей аппаратуры, условий приема существует трудно решаемая задача учета неоднородностей в верхней части разреза в случае развития многолетнемерзлых пород.

После применения комплекса методических приемов обработки (исполнитель «Пургеофизика»), включающего в себя фазо-частотные коррекции, обработку с сохранением истинных соотношений амплитуд, учет дефицита скоростей за счет отсутствия зоны ММП под акваторией Тазовской губы, компенсацию средне- и высокочастотных аномалий в ВЧР, удается получить временные разрезы достаточно высокого качества.

На рис.2 дан пример временного разреза через наземную и морскую части Юрхаровского месторождения. Как видно из рисунка, практически незаметна линия перехода суша-море (показана вертикальной линией), т.е. удается скомпенсировать значительную часть неоднородности полевого материала и добиться динамической выразительности. Отмечается некоторое понижение частоты записи в глубоких интервалах разреза в морской части разреза.

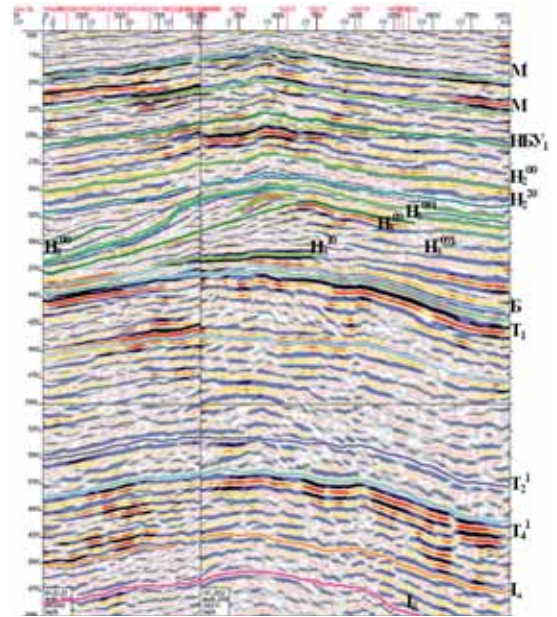
Наиболее яркий «структурный» элемент на сейсмическом временном разрезе — это так называемая инверсионная структура в нижнемеловом и юрском интервалах (время  $T_0 = 2300-4700$  мс). На самом деле, этот элемент волновой картины связан с низкоскоростными аномалиями, которые, в свою очередь, обусловлены наличием залежи углеводородов и зон аномально высоких пластовых давлений (АВПД) в нижнемеловом интервале геологического разреза.

После скоростного анализа и корректного пересчета временного сейсмического разреза в глубинный, получают более «правильные» разрезы (см. рис.3), подлежащие интерпретации и позволяющие решать сложные геологические задачи.

По мнению автора, разработанный и примененный на Тазовской губе комплекс летне-зимних работ для условий транзитных зон севера Западной Сибири позволяет решать проблемы транзитных зон для этого региона с получением материалов 3D-сейсморазведки высокого качества.

Это дает возможность решать стоящие перед геофизиками

Рис.3 Пример временного разреза через наземную и морскую части Юрхаровского месторождения (после скоростного анализа и корректного пересчета временного сейсмического разреза в глубинный)



важные задачи прогноза свойств сложнопостроенных ловушек

### После скоростного анализа и корректного пересчета временного сейсмического разреза в глубинный получают более «правильные» разрезы, подлежащие интерпретации и позволяющие решать сложные геологические задачи

нефти и газа, расположенных в районах со сложными поверхностными условиями. Накопленный опыт будет применен, в частности, на еще одном объекте компании НОВАТЭК — Южно-Тамбейском месторождении, которое залегает под акваторией Обской губы.

Работы предполагаются с использованием многокомпонентных донных кос, т.е. по технологии 3D-4C. Также в компании НОВАТЭК планируются работы по технологии многоволновой сейсморазведки в транзитной зоне участка Эль Ариш средиземноморского шельфа Египта.