

## Строение коры и нефтегазоносность шельфа Чукотского моря (США) по результатам интерпретации сейсмических данных 2D по большим удалениям с 9-километровой расстановкой, полученных в рамках программы ArcticSPAN™

**Менно Дж. Динкелман (Menno G. Dinkelmann)**

Главный геолог программ BasinSPAN,  
ION Solutions – GX Technology

**Джеймс Грэнат (James Granath),  
Нареш Кумар (Naresh Kumar)  
и Пит Эммет (Pete Emmet)**

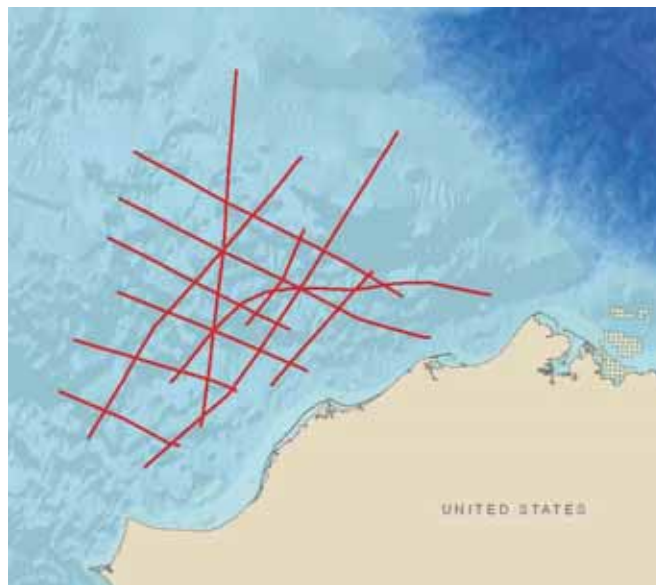
Консультанты, ION Solutions – GX Technology

### ОБЗОР

Американский сектор шельфа Чукотского моря является нефтегазоносной провинцией с высоким потенциалом, средний оценочный объем технически извлекаемых ресурсов в которой превышает 29 млрд. баррелей нефтяного эквивалента (Служба управления минеральными ресурсами США, 2006). Из-за удаленности этого района, расположенного у северо-западного побережья Аляски, и высокой стоимости работ был проведен лишь один раунд по лицензированию и получению прав на разбуривание, который состоялся почти 20 лет назад. Но высокие цены на нефть и новые технологии пробудили новый интерес к этому району.

В ответ на это в конце 2006 года компания ION Geophysical (GX Technology) осуществила сейсмосъемку 2D с большими удалениями общей протяженностью 3132 км (этап I). Эта программа предусматривала освещение разреза до корового основания с использованием 9-километровой косы при длине записи 18 секунд и финальной глубинной миграцией до суммирования до глубины 40 км. Интерпретация полученных данных позволила нам картировать региональную границу Мохо и кровлю кристаллического фундамента, а также выявить основные стратиграфические комплексы, простирающиеся от нефтегазоносного Северного склона Аляски. Мы также попытались проинтерпретировать по этим данным историю домиссисипского (до раскрытия Канадского бассейна) рифтообразования и компрессионных процессов.

Основные результаты интерпретации: 1) Шельф Чукотского моря подстилается «нормальной» континентальной корой (мощность 30-40 км) с некоторыми признаками растяжения или уменьшения мощности в северной и северо-западной частях этого региона; 2) Северо-Чукотский бассейн включает явную толщу меловых и третичных осадков мощностью до 12 км (40000 футов), и его можно считать достаточно пер-



Чукотское море (США)

спективным; 3) Часть шельфа подстилается умеренно деформированными домиссисипскими осадками, что может указывать на потенциал нефтегазоносности; 4) Проинтерпретированные данные говорят в пользу гипотезы о повороте Аляско-Чукотской плиты против часовой стрелки от Канадского Арктического архипелага, и по ним картирован участок «аномальной» коры, перекрытый самой мощной осадочной толщей в бассейне.

### ВВЕДЕНИЕ

Целями программы ChukchiSPAN являлись адекватное распределение сейсмопрофилей по известным структурным и стратиграфическим провинциям, выявление новых перспективных объектов и выработка новых идей по их поиску. Эти программы нацелены на решение геологических вопросов, препятствующих разработке выявленных нефтегазоносных объектов, освоению новых залежей и выработке новых идей для поиска и разведки в будущем. Съёмка проводилась в октябре-ноябре 2006 года со следующими параметрами: расстояние между ПВ – 50 м, расстояние между ПП – 25 м, шаг дискретизации – 2 мс. Финальная обработка данных состояла в глубинной миграции до суммирования методом Кирхгофа до

глубины 40 км с кратностью 90. На рисунке 1 показана схема съемки и тектонические условия в ее районе. Полученные данные увязаны с данными по пяти пробуренным здесь скважинам. Результаты региональной стратиграфической и тектонической интерпретации служат основой для выводов в настоящей статье.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Стратиграфия шельфа Чукотского моря почти схожа со стратиграфией Северного склона Аляски. Пробуренные здесь скважины подтвердили наличие основных комплексов и пластов, выделенных и картированных на Северном склоне. На рисунке 2 показаны основные комплексы и горизонты, выявленные по нашим проинтерпретированным данным.

Как видно на рисунке 3, мощность осадочного клина существенно увеличивается к северу от структурного поднятия, которое может являться западным продолжением свода Бэрроу. Часть вмещающего пространства была создана глубинными литрическими разрывами, затрагивающими фундамент. Более древние толщи на северном конце профиля смяты сильнее и раньше. Цветовые коды горизонтов показаны на рисунке 2.

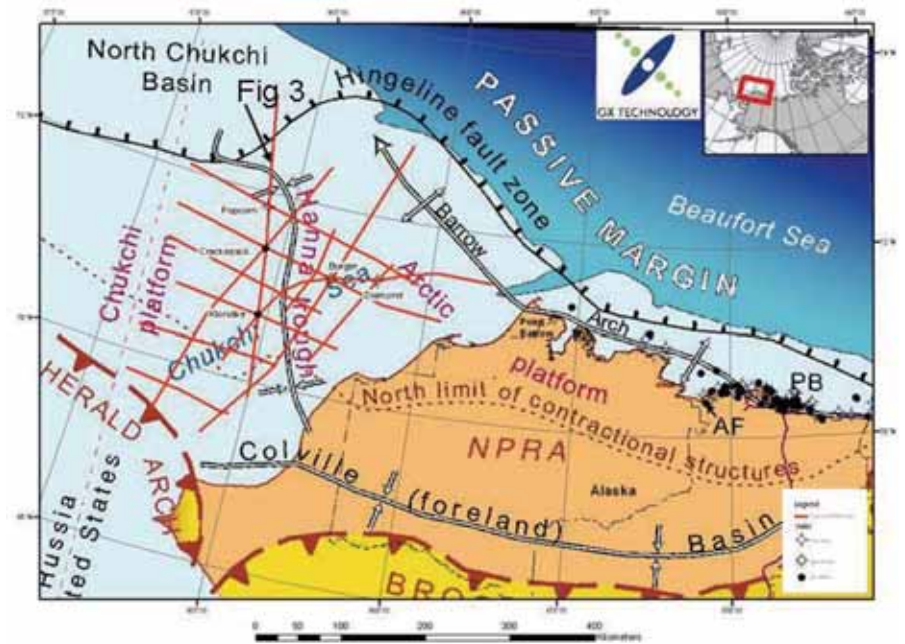


Рисунок 1: Тектонические элементы Северного склона Аляски и американского сектора Чукотского моря (изменено: Houseknecht and Bird, 2006).

Seismic Horizons Identified and Mapped in the US Chukchi Shelf

Horizon	Unconformity/Estimated Age (m.y.)	Approx. Sequence/Formation Boundaries	
	65 (mBU)	Upper Brookian Seq.	Sagavanirktok Fm.
Base Tertiary	97	Lower Brookian Sequence	Nanushuk Group/Colville Gp.?
Torok	125 (BU)		Torok Fm
Pebble Shale	136 (LCU)	Rift (Beaufortian) Seq.	Pebble Shale/HRZ
Lower Cretaceous Unconformity	148 (JU)		LCU/Upper Kingak?
Kingak	270(PU?)	Upper Ellesmerian Seq.	Lr. Kingak Fm./Sadlerochit Gp.
Lisburne	340	Lower Ellesmerian Seq.	Lisburne Group
Endicott	377 ? (TAB)		Endicott Group
Franklinian	?	Franklinian Seq.	Franklinian (Top Acoustic Basement) Note: In thrust terranes, when horizons repeat vertically, they have been named G1, G2 etc. on seismic lines. That just indicates a repeat section.
Intra-Franklinian A	?		
Intra-Franklinian B	?		
Intra-Franklinian C	?		
Intra-Franklinian D	?		
Intra-Franklinian E	?		
Intra-Franklinian F	?		
Intra-Franklinian G	?		
Intra-Franklinian H	?		
Crystalline Basement			

Рисунок 2: Сейсмические горизонты, картированные по данным ChukchiSPAN.

Границы комплексов/пластов и их абсолютный возраст приведены по данным MMS (2006). Отдельные горизонты в пределах франклинской толщи картированы только в северо-восточной части Чукотской площади.

В качестве базовой модели в этой статье мы использовали реконструкцию Ловера, Гэхена и Грантца (Lawver, Gahagan and Grantz, 2004). В соответствии с ней, Арктическая платформа наложена на о. Бэнкс, а ось прогиба Ханна (рис. 1) совпадает с осью бассейна Свердруп (Miller and Toro, 2006). Мы провели предварительное сравнение стратиграфии недеформированного франклинского комплекса, показанного на рисунке 4, с известной стратиграфией палеозойской толщи, характерной для Канадского Арктического архипелага. Но в дальнейшем мы хотим провести более точное сравнение с использованием новых данных, полученных у побережья о. Бэнкс в 2007 году (Dinkelman and others, 2008).

## ВЫВОДЫ

- По полученным данным выделены франклинская, элсмирская, бофортская и брукская толщи.
- Почти по всей площади съемки выделена граница Мохо.
- Вдоль западного крыла прогиба Ханна может находиться раннепалеозойский (?) магматический свод.
- Северо-Чукотский бассейн сложен осадками бофортского и брукского возраста мощностью почти 12 км.
- Домиссисипская (франклинская) толща подверглась действию процессов рифтообразования, опрокидывания, затронувшего фундамент надвигообразования, поднятия и эрозии.
- Франклинская толща частично сложена умеренно деформированными палеозойскими породами, имеющими потенциал нефтегазоносности.
- Данные SPAN позволяют идентифицировать участки, где наблюдения по загущающей сети могут дать более подробную информацию о структурных и стратиграфических ловушках.

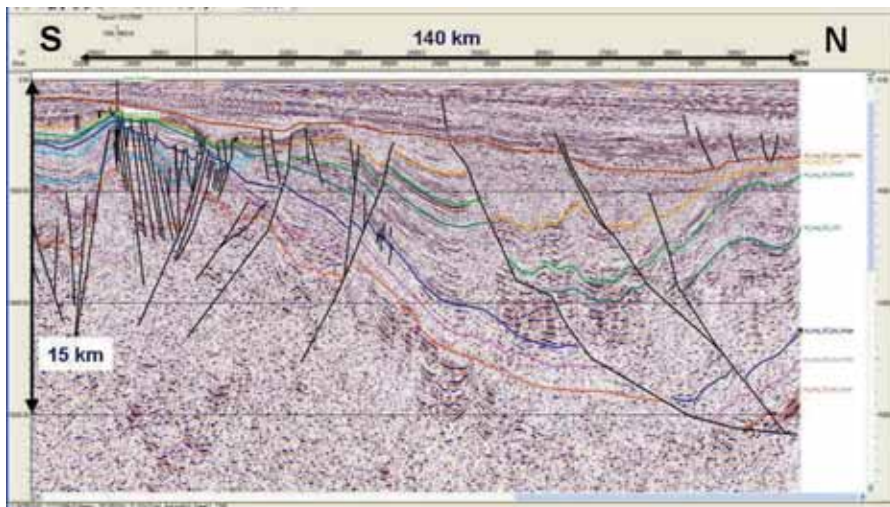


Рисунок 3: Проинтерпретированный сейсмический разрез на северном окончании профиля 7300 (его положение показано на рис. 1). Элсмирский комплекс подвергся эрозии непосредственно к северу от структурного поднятия, которое может оказаться продолжением свода Бэрроу (рис. 1). Как видно на рисунке, мощность кингакских и более молодых осадков в этой части бассейна может достигать 12 км.

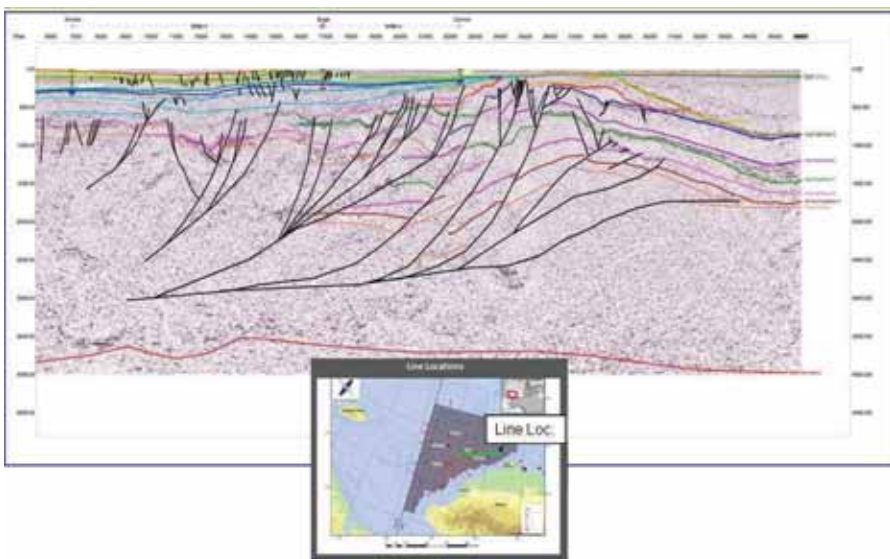


Рисунок 4: Проинтерпретированный сейсмический разрез поперек Арктической платформы (рис. 1, расположение профиля показано на врезке). Мощность осадков моложе франклинского возраста (рис. 2) на восточном окончании профиля составляет менее 1 км. Показанная здесь структура проинтерпретирована как опрокинутый рифтовый грабен, подвергшийся глубинному надвигу. Однако франклинские отложения на верхней правой части профиля характеризуются пологим падением и сейсмически выраженной стратиграфией.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Мы выражаем большую благодарность исследователям Службы управления минеральными ресурсами (MMS) и Геологической службы США (USGS) за оказанную помощь. В частности, мы благодарим Кирка Шервуда (Kirk Sherwood) из MMS, а также Дэйва Хаускнехта (Dave Houseknecht) и Кена Берда (Ken Bird) из USGS за предоставление доступа к опубликованным и некоторым неопубликованным данным. Кроме того, дискуссии со специалистами Геологической службы Канады, в частности, с Томом Брентом (Tom Brent), Крисом Харрисоном (Chris Harrison), Эштоном Эмбри (Ashton Embry) и Лэрри Лейном (Larry Lane), помогли нам в сравнении геологического строения шельфа Чукотского моря и Канадского Арктического архипелага.

## ССЫЛКИ

Dinkelman, M. G., Kumar, N, Helwig, J.A., Emmet, P, and Granath, J., 2008, Crustal and petroleum framework of Beaufort-Mackenzie basin, Arctic Canada from 9 km, long-offset ArcticSPAN 2-D seismic data: abstract submitted to CSPG-CSEG-CWLS Convention, Calgary, May 12-15, 2008.

Houseknecht, D.W. and Bird, K.J., 2006, Oil and Gas Resources of the Arctic Alaska Petroleum Province; Studies by the U.S. Geological Survey in Alaska, Professional Paper 1732-A, 12p. В интернете:

<http://pubs.usgs.gov/pp/pp1732/pp1732a/>

Lawver, L., Gahagan, L.M., and Grantz, A., 2004, Ordovician to recent reconstructions of the Arctic: A set of animations, Presentation to Parvenov symposium, Stanford, CA, Dec. 10, 2004, 479 slides, :  
В интернете:

<http://pangea.stanford.edu/research/structure/nerussia/presentations.html>

Miller, E.L. and Toro, J., 2006, Re-Evaluation of Plate Tectonic Models for Formation of the Amerisian Basin of the Arctic Ocean: Geologic Constraints from the Russian Arctic, American Geophysical Union, Fall Meeting, abstract #T53B-1598, 1p.

Mineral Management Service, 2006, Chukchi Sea Province Summary, 2006 Assessment- Alaska Region, в интернете:

<http://www.mms.gov/alaska/re/reports/2006Asmt/CHGA/chga.HTM>

## О BasinSPAN™

Интерпретационные пакеты BasinSPAN™ группы комплексных сейсмических решений (ISS) дают возможность нефтегазовым компаниям получить лучшее представление о нефтегазоносных системах в регионах, представляющих интерес. BasinSPAN – это библиотеки сверхглубинных сейсмических и геологически осмысленных данных в масштабе бассейна, полученных и обработанных с использованием самых передовых геофизических технологий. С их помощью нефтегазовые компании могут прояснить геологическую эволюцию, глубинное строение бассейна и историю осадконакопления и формирования всех нефтегазоносных систем в регионе.

В отличие от обычных неэксклюзивных сейсмических съемок, все программы SPAN проектируются индивидуально компанией GXT (подразделение ION), региональными экспертами и специалистами нефтегазовых компаний. Когда задачи программы согласованы, компания GXT берет на себя руководство проектом и выбирает систему наблюдений, методики регистрации и технологии обработки данных, обеспечивающие получение наилучших результатов. Такие исчерпывающие данные и средства их интерпретации помогают операторам в управлении портфелем своих активов и позволяют существенно снизить риски благодаря разработке программ разведки и оценки с большей достоверностью.