

## Продвижение вперед: исследования океанических окраин в рамках программы Ocean Margins LINK

Pushing the margins: research in the Ocean Margins LINK Programme

**Д-р Алик Лесли,\* OML Научный координатор, отчет о программе LINK в Великобритании, стимулирующей сотрудничество между промышленниками и научными институтами, направленное на изучение континентальной окраины северо-запада Европы.**

Континентальные окраины являются областями повышенного интереса разведочных работ, как на северо-западе Европы, так и по всему миру. Изучение процессов, связанных с формированием краевой геологии, начиная с геометрии земной коры и заканчивая строением приповерхностных коллекторов, способствует более глубокому пониманию геологической структуры областей перехода континентальной коры в океаническую.

Ocean Margins LINK – это исследовательская программа, учрежденная National Environmental Research Council (NERC) и представителями нефтяной промышленности, направленная на изучение геологического развития океанических окраин. Проект LINK представляет собой правительственную программу сотрудничества в исследовательской области между промышленниками и научными институтами Великобритании. Первые небольшие гранты были выделены в 2000 году. С тех пор было осуществлено 14 полномасштабных проектов и учреждено

девять независимых студенческих стипендий в рамках программы LINK, окончание которой планируется в 2006.

16 ноября 2004 в Лондоне в Департаменте Торговли и Индустрии (Department of Trade and Industry (DTI)) был проведен семинар, на котором участники проекта имели возможность подвести итоги своей работы и обсудить будущее сотрудничество и темы для исследований. Программа семинара состояла из трех основных разделов: глубинное строение и рифтогенез, осадочные процессы и оползневая устойчивость склонов и движение флюидов.

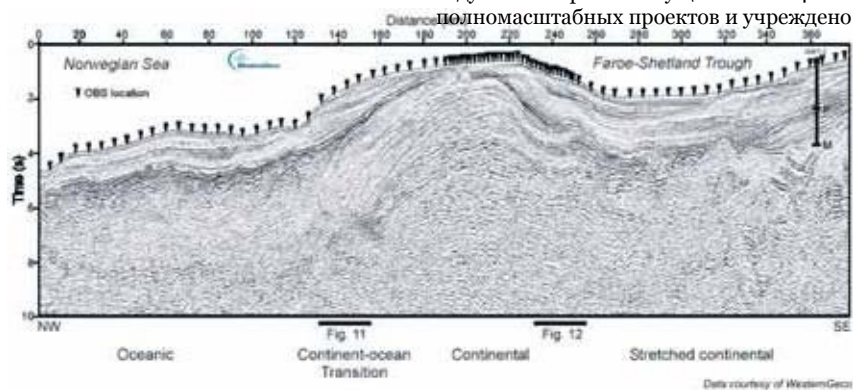
Представленные проекты затрагивали проблемы, как заявленных разделов, так и разделов, выходящих за их рамки, выполняя таким образом, одно из требований к программе LINK: многодисциплинарная исследовательская работа. Более подробная информация доступна на вебсайте программы (адрес смотрите ниже).

### Глубинное строение и рифтообразование

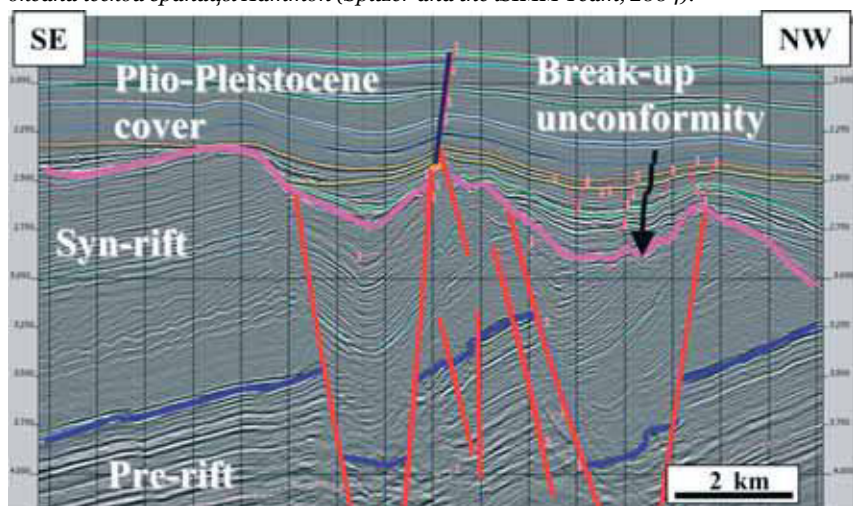
В разделе глубинного строения был сделан акцент на описание природы верхней литосферы в окраинных областях, включающих, к примеру, такие как северо-западную окраину Британских островов, связанную с вулканической активностью. Эти исследования должны были пролить свет на такие аспекты развития окраин, как тепловой поток и процесс погружения земной коры. Именно эти процессы оказывают значительное влияние на эффективность проведения нефтяных разведочных работ.

Полученные данные включали в себя сейсмические профили по интересующему району, что позволило определить глубинное строение земной коры (ниже вулканических конусов на северо-западной европейской окраине (Рисунок 1)). Использование низкочастотной сеймики доказало свою состоятельность при определении особенностей волнового поля и мощности осадочных толщ, находящихся ниже магматических пород, обладающих высокой отражающей способностью.

Построение сейсмического изображения проводилось совместно с моделированием движения флюидов в литосфере. Эта модель создается из предположения о том, что расширение не постоянно с глубиной, и предсказывает погружение, а не расширение верхней коры на протяжении раннего периода континентальной дезинтеграции, что подтверждается данными наблюдений.



**Рисунок 1** Глубинное сейсмическое изображение вдоль континентально-океанической границы Хаммон (Spitzer and the iSIMM Team, 2004).



**Рисунок 2** 3D сейсмические данные по Норвежской окраине, содержащие тектонические нарушения внутри плиоценовых и плейстоценовых отложений, возникших под влиянием структур, возникших до образования нарушений. Права на схему принадлежат BP. (Holdsworth et al., 2004).

\*E-mail: aleslie@bgs.ac.uk

Объединение предсказанной модели с данными по гравитации, тепловому потоку и толщине осадочного слоя показало хорошие результаты при составлении картины строения окраин.

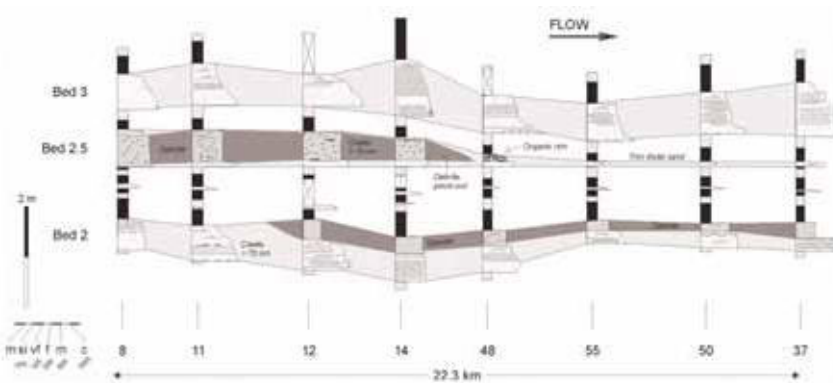
Тесно связан с изучением глубинного строения и анализ тектонической активности. Многие из представленных разломов в некоторой мере контролируются предшествующими структурами (Рисунок 2). Это приводит к усложнению системы разломов, связанному с дезинтеграцией и раздвижением. Эти явления могут быть изучены на разных масштабах: от масштаба бассейна до масштаба обнажения, структуризация же имеет большое значение для развития бассейна и свойств коллектора.

#### Процесс осадконакопления и оползневая устойчивость склонов

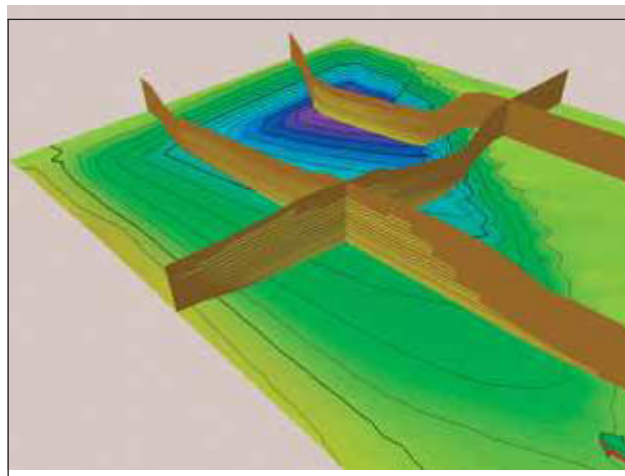
Изучение осадконакопления помогает описать движение гравитационных потоков, включая также те процессы, которые относятся к разделению потоков и распределению осадконакопления внутри каналов. Наблюдения, как на обнажениях, так и в лаборатории позволяет получить информацию о природе осадочных потоков. Комплексирование экспериментальной модели потоков и результатов анализа распределения осадконакопления с данными каротажа донных отложений на обнажениях (Рисунок 3) является ключевым для прогнозирования местонахождения песчаников с хорошими коллекторскими свойствами. Изучение изображений морского дна, полученных локатором бокового обзора, помогают контролировать процесс переноса осадков. Они также имеют большую ценность, когда используются совместно с сейсмическими данными для выявления геологических опасностей на шельфе и на склонах.

#### Движение флюидов

Изучение различных аспектов процесса движения флюидов внутри окраинных бассейнов является очень важным при описании ловушек, оползневой устойчивости склонов и общей оценке резервуара. Моделируется присутствие газ гидратов и их влияния на нестабильность склонов при возбуждении сейсмического импульса; сведения по термальной истории северо-западной окраины Англии помогают получать информацию о времени миграции углеводородов. Эти данные позволяют провести более детальную диагностику размытых углеводородов для установления их происхождения. Моделирование движения флюидов внутри глубинных бассейнов происходит совместно с данными по осадконакоплению и структурному строению, что позволяет прогнозировать свойства покрышек в глубоководных бассейнах (Рисунок 4).



**Рисунок 3** Латеральные изменения характера движения осадков. (Talling et al., 2004.)



**Рисунок 4** Модель глубинного бассейна, содержащего песчаные тела (желтые) внутри мелкозернистых осадков (коричневые).

Тектонические нарушения в этой осадочной толще составляют основу для 3D модели нарушенной сбросами ловушки турбидитов. (Knipe et al., 2004)

Обобщая, можно сказать, что программа LINK доказала эффективность многодисциплинарной работы в области исследования окраин. Совместное использование информации о движении флюидов, геометрии разломов и осадочных телах оказывает значительное влияние на прогнозирование нефтегазовых месторождений. Моделирование окраин, совместно с качественным сейсмическим изучением, поможет определить геометрию области максимального отложения осадков как до, так и после континентальной дезинтеграции.

Три раздела программы совместно образуют объединенную модель возникновения и развития океанических окраин, которая позволяет более глубоко изучать и прогнозировать потенциальные нефтегазовые месторождения, стабильность оползней на склонах и другие геологические опасности.

Детальное описание каждого из проектов в рамках программы Ocean Margin LINK, включая тезисы и презентации, находится на следующем вебсайте: <http://www.nerc.ac.uk/funding/thematics/oceanmargins/>

#### Ссылки

(с семинара OML)

Talling, P., Amy, L., Wynn, R., and Peakall, J. [2004] *Stratified submarine flow events and surprising down-flow transformations from turbidity current to debris flow: implications for reservoir geometries.* Holdsworth, R.E., McCaffrey, K.J.W., Imber, J., Wilson, R.W., Jones, R.R., England, R.W., Gjeldvik, G., Dore, A.G., and Freeman, S. [2004] *Reactivation and the structural evolution of ocean margins: an onshore-offshore study of the Norwegian margin.* Knipe, R.J., McCaffrey, W.D., Baas, J.H., Bradbury, W., Freeman, S., Harris, S.D., and Lewis, G. [2004] *Fault seal processes and trap development in deep marine reservoirs.* Spitzer, R. and the iSIMM team. [2004] *iSIMM looks beneath the Faroes basalt using low-frequency, long-offset seismic from the Ocean Bottom Seismometers and Q-Marine streamers.*