

**Это первая статья новой серии, посвященной образованию в области наук о Земле в учебных заведениях Европы и соседних стран. Серия приурочена к первым шагам, к которым призывал недавний конгресс «EAGE Ambassadors»: помочь в развитии сильных связей и осведомленности среди студентов и выпускников со степенью PhD о широких границах интересов EAGE, от нефтегазовой до приповерхностной геофизики и геологии.**

## Обучение и исследования в области наук о Земле в университете Бергена

Geoscience education and research at the University of Bergen

Профессор Rolf Mjelde\* описывает условия и учебные программы для студентов факультета наук о Земле университета Бергена, а также обрисовывает некоторые из самых значимых исследовательских проектов и достижений.

### Ф

акультет наук о Земле бергенского университета (UoB) образован в 2003 году путем объединения института физики твердых сред и геологического института, одного из главных институтов Норвегии среди академических институтов наук о Земле. Факультет занимает место среди главных учреждений центра интегрированных нефтяных исследований (CIPR), который имеет дело с исследованиями месторождений. До объединения эти две организации с 1960-х обеспечивали национальную и международную нефтяную индустрию высококвалифицированными геологами и геофизиками. Основным исследовательским направлением того периода было целенаправленное изучение углеводородных провинций и систем прибрежной зоны Норвегии. В этой статье освещаются сегодняшние учебные программы и приводятся примеры постоянных исследований в области нефтяной индустрии. Также будут обрисованы некоторые идеи будущих исследований.

### Обучение

В институте есть программы обучения бакалавров, магистров и PhD по всем геолого-геофизическим дисциплинам, ориентированным на нефтяную индустрию (см. таблицу). Программы охватывают теорию от региональных исследований до изучения резервуара. Большинство курсов по большей части использует модули электронного обучения (e-modules). За счет спонсорства со стороны государства и компании Statoil для членов EAGE на сайте [www.learningjournals.net](http://www.learningjournals.net) стали доступными более 100 учебных модулей, созданных на факультете наук о Земле. Предварительная оценка показывает, что модули электронного обучения улучшают учебный процесс и упрощают преподавание, а также что стандартные лекции должны оставаться основой курсов.

### Примеры исследований

Факультет имеет доступ на долгое время к двум исследовательским суднам, *GO Sars* и *Hakon Mosby*, которые принадлежат как UoB, так и институту морских исследований Бергена. Судна оснащены 3 км сейсмической цифровой косой от WesternGeco, группой настраиваемых воздушных пушек, гравиметром, магнитометром, а также обширным инструментарием малоглубинной сейсмики, драгирования и отбора кернов ([www2.geo.uib.no](http://www2.geo.uib.no)). Недавно в рамках проекта SVALEX, финансируемого компанией Statoil, была завершена многоканальная сейсмическая съемка методом отраженных волн в районе о-ва Шпицберген — полевой курс, в котором участвовало большинство студентов норвежского университета, обучающихся в области нефтяной геологии, геофизики и технологий изучения резервуаров.

Другими важными полевыми работами являются работы, приуроченные к проекту «Морской донный сейсмограф». С 1987 года до сего дня было получено 10000 км 2D профилей земной коры средней Норвегии и Баренцева моря. Большинство проектов было реализовано совместно с японским университетом Хоккайдо и различными нефтяными компаниями. Прибрежная зона Воринга была главным участком, где моделирование по данным сейсмографа, установленного на дне моря, давало большую возможность для понимания глубоких осадочных структур, распределения силловых интрузий в осадках, и структуру и природу как кристаллической коры, так и интрузивной нижней коры (рис. 1). Вдобавок, моделирование по S-волнам позволяет разобраться в распределении песчаных (резервуарных) слоев, а также в ориентации насыщенных флюидом трещин.

Другие результаты исследований в рамках проекта «Морской донный сейсмограф» (OBS): определение новых коровых линеаментов, слоистая модель литосферы и новая модель третичных куполов бассейна Воринга (Mjelde и др., 2005).

\*Профессор Rolf Mjelde, факультет наук о Земле, Бергенский университет, Allegt. 41, 5007 Берген, Норвегия  
E-mail: [Rolf.Mjelde@geo.uib.no](mailto:Rolf.Mjelde@geo.uib.no)

## Обучение и тренинг

Самая последняя съемка OBS была выполнена в 2003 году, как часть программы EUROMARGINS европейского фонда науки (ESF), которая завершится в 2005 году. Это программа полярных и морских исследований в районе порта Бремерхафен (перспективность которых не выяснена), которая проводится совместно факультетом наук о Земле, университетом Осло и институтом им. Альфреда Вегенера. Данные OBS были получены в центральных районах прибрежной зоны Норвегии и Гренландии. Основная цель — выявление тектономагматических процессов, ведущих к растяжению коры и континентальным разрушениям в сопряженных условиях. 2D сеть OBS для района Воринг сегодня настолько густая, что детализирован бассейн, тектоника и может быть реализовано термическое моделирование. Недавно был запущен большой проект совместно с советом научных исследований Норвегии (NRC) в рамках программы Petromaks. Проект хорошо финансируется компаниями Statoil и Shell, в нем задействованы ученые из Rogaland Research (ответственный член проекта), из Sintef и из института энерготехнологий (IFE).

Проект OBS в основном был ориентирован на региональные съемки, однако были проведены внештатные работы по геофизике для изучения месторождений. Например, основное исследование, выполненное совместно со Statoil в начале 1990-х, привело к развитию первой коммерческой системы донных сейсмических наблюдений SUMIC (Geco). Детальная съемка OBS в районе Nyk High на поперечных волнах доказала наличие углеводородов (Berg и др., 2001), что в дальнейшем подтвердилось бурением. Более того, Mjelde и др. (2002) показали, что предположение того, что обмен P-S волн происходит на отражающей поверхности, как обычно считается в процессе обработки таких данных, наверно слишком упрощено и приводит к ошибкам и потерям информации.

Другие важные проекты, связанные с нефтяной индустрией, включают: сейсмическое описание резервуара; мониторинг давления, параметров пород и динамики флюида, который ведет Tor Arne Johansen (Johansen и др., 2004); сейсмологию по изучению естественных и вызванных катастроф, курируемую Kuvvet Atakan (Atakan и Ojeda, 2005; Ottemoller и др., в обзоре).

### Будущие исследования

Обширный неразведанный арктический регион, включающий Баренцево море, рассматривается как потенциальный регион с большими месторождениями углеводородов. Как ведущая научно-исследовательская организация, факультет планирует участвовать в разведке данной территории. Наша основная сила будет добывать информацию, которая позволит нам изучать геологические процессы, которые приводят к образованию провинций и систем нефти. Мы также будем участвовать в развитии технологий, которые позволят использовать записи поперечных волн как инструмент для интерпретации и моделирования. Наши исследования будут проводиться совместно с другими исследовательскими институтами, в стране и заграницей, а также с государственными органами и нефтяной индустрией.

В задачах, связанных с изучением месторождений, мы будем комплексировать две методики, которые могут выявить прямые признаки наличия углеводородов: OBS и электромагнитная визуализация.

Также будут сделаны попытки внедрения 4-х компонентных сейсмоприемников, желательно с двойным корпусом, как это сделано в донных электромагнитных приемниках для ослабления помех.

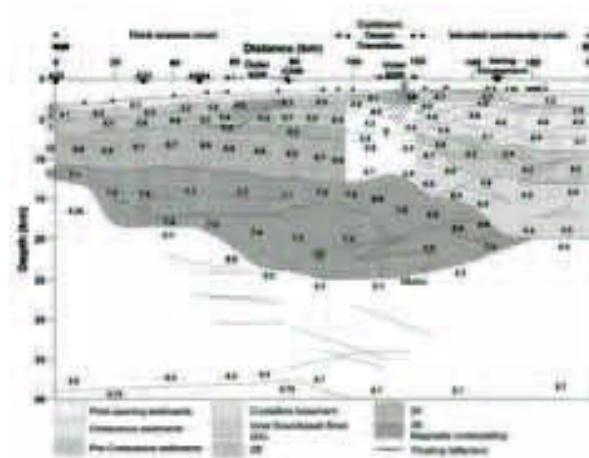
### Благодарности

Спасибо Kuvvet Atakan, Tor Arne Johansen, Jonny Hesthammer и Olav Eldholm за вклад в данную статью.

### Ссылки на литературу

- Atakan, K. and Ojeda, A. [2005] Stress transfer in the Storegga area, offshore mid-Norway. *Marine and Petroleum Geology*, 22, 1-2, 161-170.
- Ottemoller, L., Nielsen, H.H., Atakan, K., Braumiller, J., and Havskov, J. [2001] The May 7, 2001 induced seismic event in the Ekofisk Oil-field, North Sea. *Journal of Geophysical Research*, in review.
- Berg, E.W., Amundsen, L., Morton, A., Mjelde, R., Shimamura, H., Shiobara, H., Kanazawa, T., Kodaira, S., and Fjellanger, J.P. [2001] Three component OBS-data processing for lithology and fluid prediction in the mid-Norway margin, NE Atlantic. *Earth Planets Space*, 53, 75-89.
- Johansen, T.A., Ruud, B.O., and Jakobsen, M. [2004] Effect of grain scale alignment on seismic anisotropy and reflectivity of shales. *Geophysical Prospecting*, 52, 133-149.
- Mjelde, R., Fjellanger, J.P., Raum, T., Digranes, P., Kodaira, S., Breivik, A. and Shimamura, H. 2002. Where do P-S conversions occur? Analysis of OBS-data from the NE Atlantic Margin. *First Break*, 20, 3, 153-160.
- Mjelde, R., Raum, T., Breivik, A., Shimamura, H., Murai, Y., Takanami, T., Brekke, H., and Faleide, J.I. [2005] Crustal structure of the Voring Margin, NE Atlantic derived from OBS-data: geological implications. In press: *Proc. of the 6th Petr. Geol. Conf.*

**Рис. 1.** Геологическая интерпретация скоростной модели



построенной по данным OBS через плато Воринг (скорость P-волн указана в км/с). Заметьте, толщина осадочного разреза возрастает до 25 км к северо-западу от уступа Воринг.