

# Разведка: горячие зоны, горячие породы, возникающие темы

# Exploration: Hot Spots, Hot Rocks, Emerging Themes

**Дэвид Бэмфорд,** bamford\_windward@hotmail.com

## Какую картину мы наблюдаем, рассматривая разведку в глобальном масштабе?

Едва ли не чаще, чем в любом другом секторе нефтегазового бизнеса, тема разведки полна молов и слухами, где много важной информации распространяется посредством "нетворкинга". К примеру, присутствуя намедни на одном из мероприятий издания *Finding Petroleum*, я узнал о недавнем открытии месторождения Johan Sverdrup в Норвегии больше, чем узнал бы, посещая формальные презентации в течение года!

Нельзя переоценить фактические данные, поэтому я был очень рад получить экземпляр отчета Richmond Energy Partners о показателях разведки для 32 компаний со средней и 8 компаний с крупной капитализацией, работающих в сфере разведки и добычи (за пределами Северной Америки) за 2008-2012 гг.

Некоторые из результатов мне показались особенно убедительными, и прежде, чем прояснить картину, мне следует сделать небольшое отступление на тему терминологии:

**David Bamford,** bamford\_windward@hotmail.com

## What do we see when we Examine the Global Exploration Picture?

Perhaps more than any other sector of the oil and gas business, exploration encourages rumour and anecdotes, with much important information being traded by 'networking'. For example, sitting at lunch at a recent *Finding Petroleum* event, I learned more about the reported 2.5 billion barrel Johan Sverdrup oil discovery in Norway than I could attending a year's worth of formal presentations!

Factual evidence is invaluable and so I was very pleased to get receive a copy of Richmond Energy Partners' report on the exploration performance of 32 mid-cap and 8 large-cap E & P companies (outside North America) from 2008 – 2012.

I found a couple of their results especially compelling – before saying what they are, I need to take a little detour into some terminology:

There is a "Life Cycle" of exploration plays – Frontier,

Для разведочных плеев существует т.н. "жизненный цикл", состоящий из четырех стадий, к которым можно отнести любой из них: **Начальный**, **Богатый**, **Зрелый**, **Исчерпанный**.

Плеи на ранней, **Начальной** стадии, отличаются только расходами, с упором на открытие одного или нескольких новых плеев.

На стадии **Богатого** плея, создание ценности находится на максимальном уровне, открытия крупны (обычно "гигантские" скопления свыше 250 миллионов баррелей в нефтяном эквиваленте), поэтому затраты на обнаружение и разработку месторождения распределяются на большое количество баррелей.

На стадии **Зрелого** плея, создание ценности по-прежнему может оставаться на должном уровне по мере уменьшения размеров открытий, но использование технологий и сокращение расходов становятся важными факторами для улучшения экономических показателей.

На стадии **Истощенного** плея, вероятна и иногда неизбежна потеря ценности, количество успешных проектов резко падает, открытия немногочисленны и невелики по размеру, а стоимость разработки возрастает. Разумеется, вероятность "выиграть" на этой стадии существует, но выигравших мало, а количество "проигравших" очень велико!

Для иллюстрации, можно привести (нефтяную) провинцию UKCS North Sea Brent с ее более чем 45-летней историей: в 1960-х – **Начальная** стадия, в начале 1970-х **Богатая**, в конце 1970-х и 1980-х гг. **Зрелая**, и сегодня – **Истощенная**.

Важно отметить, что определение стадии плея – важный фактор анализа. Так, было бы абсурдно предположить, что целый регион находится в стадии "Истощения"; и открытие месторождения Johan Sverdrup демонстрирует, что нацеленность на "новые плеи" может увенчаться успехом даже в бассейне с многолетней историей разведки.

### Три вывода из отчета Richmond

1. Вероятность обнаружения месторождения с запасами в 100 миллионов баррелей в пле на Начальной стадии значительно выше, нежели в Зрелом пле (фактически ~7.5 раз выше!)
2. В целом, разведка плеев на Начальной стадии успешна – 5 крупных "открытых плеев", все на глубоководье. В 2012 году, множество усилий было сконцентрировано на разведочном бурении в Южной Атлантике и в Восточной Африке (на суше и в море).

**Prolific, Mature, "Red"** - in which the status of any play can be considered.

In the early, **Frontier**, phase, there is only expenditure with the emphasis on making one or more 'play opening' discoveries.

In the **Prolific** phase, value creation is at a maximum, as discoveries are large (typically, "Giant" accumulations of >250mm boe gross), and therefore F&D costs are spread over a large number of barrels.

In the **Mature** phase, value creation can still be good as discovery sizes reduce but technology application and cost reduction become important in order to enhance economics.

In the "**Red**" phase, value destruction is probable, occasionally inevitable, as success rates plunge, the very few discoveries are small, and costs escalate. Of course, it remains possible for a company to "win" during this phase but the number of "winners" is small, the number of "losers" very high!

To illustrate, the movement of the UKCS North Sea Brent (oil) province can be positioned over its 45+ year history: **Frontier** - in the 1960's: **Prolific** – in the early 1970's: **Mature** – in the late 1970's and in the 1980's: "**Red**" – today.

It is important to emphasize that the right level of analysis is the play level. It would be absurd to pretend that a whole region lies in the "**Red**" zone for example; indeed the Johan Sverdrup discovery demonstrates the power of 'new play' thinking even in a basin with a long exploration history.

### Three Takeaways from the Richmond Report

1. There is a significantly higher probability of making a 100 mm barrel discovery in a Frontier play than a Mature play (in fact it is about 7.5 times more likely!)
2. Overall, Frontier Exploration has been successful, with the 5 big 'play openers' all in Deep Water. For 2012, there is a huge focus on exploration drilling in the South Atlantic and East Africa (onshore and offshore).
3. In Frontier Exploration, there has been relatively little effort, and no discoveries, in stratigraphy older than the Cretaceous, whereas in Mature provinces, effort and discoveries reach down to the Devonian and older.

The first of these conclusions is obviously not a surprise, although the degree of difference may be to some.

The second and third points speak to Hot Spots and Hot Rocks respectively – let's examine them in more detail.

3. Разведка Начальных плеев отличается сравнительно небольшой активностью разведочных работ – в стратиграфических зонах старше мела не было совершено открытий, в то время как в Зрелых провинциях проводилась разведка и были обнаружены углеводороды в породах девона и старше.

Первый из этих выводов, разумеется, не оказался сюрпризом, хотя степень различия некоторым покажется поразительной.

Второй и третий выводы определяют Горячие Точки и Горячие Породы, соответственно; давайте рассмотрим их детальнее.

### Горячие точки

Вместе, приведенные рисунки демонстрируют местонахождение разведки Начальной стадии, актуальность глубоководных участков и тенденцию разведочных компаний вести себя как куча восьмилетних, играющих в футбол – где мяч, туда и толпа!

Хоть это и несколько цинично, но возникает вопрос – действительно ли многие компании следуют собственной стратегии разведки, или же их подход мотивируется лишь позывом “и я туда же!”?

### Горячие породы

Эта иллюстрация поднимает интересный вопрос.

Довольно маловероятно, что перспективные породы в бассейнах ныне Начальных плеев ограничены породами мела и младше; как свидетельствуют приведенные на рисунке данные и история разведки в целом, по мере того, как бассейн становится Зрелым, практический опыт и инновации приведут к прорыву в понимании, а следовательно, и к открытию углеводородов в более старых породах.

**Разведочные скважины плеев на Начальной стадии за 2008-2012 гг. Доля результативности – 1 из 8**

Frontier play exploration wells 2008-12, 1 in 8 success rate



Разведочные скважины в плеях Начальной стадии пробуренные в 2008-2012 гг.; коэффициент успешности – 1 из 8, гигантские открытия на глубоководье, согласно отчету Richmond Energy Partners.

Frontier play exploration wells drilled 2008-2012; there has been a 1 in 8 success rate with the giant finds all in Deep Water, courtesy of Richmond Energy Partners.

**Разведочные скважины Начальных плеев за 2012 год**

(В кругах указано общее количество скважин по странам)

Frontier play exploration wells 20012, circled area shows gross wells by country

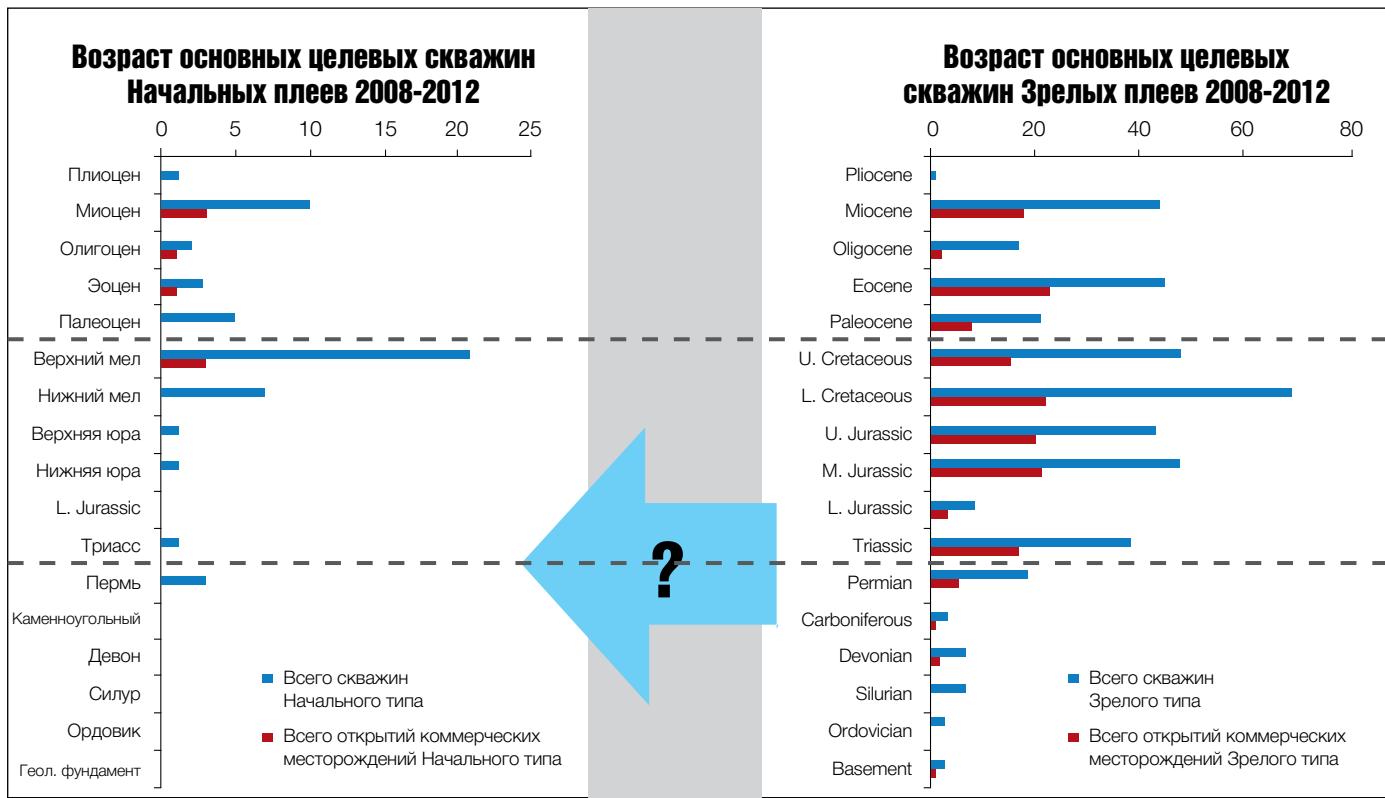


Разведочные скважины в плеях Начальной стадии, запланированные на 2012 год, согласно отчету Richmond Energy Partners.

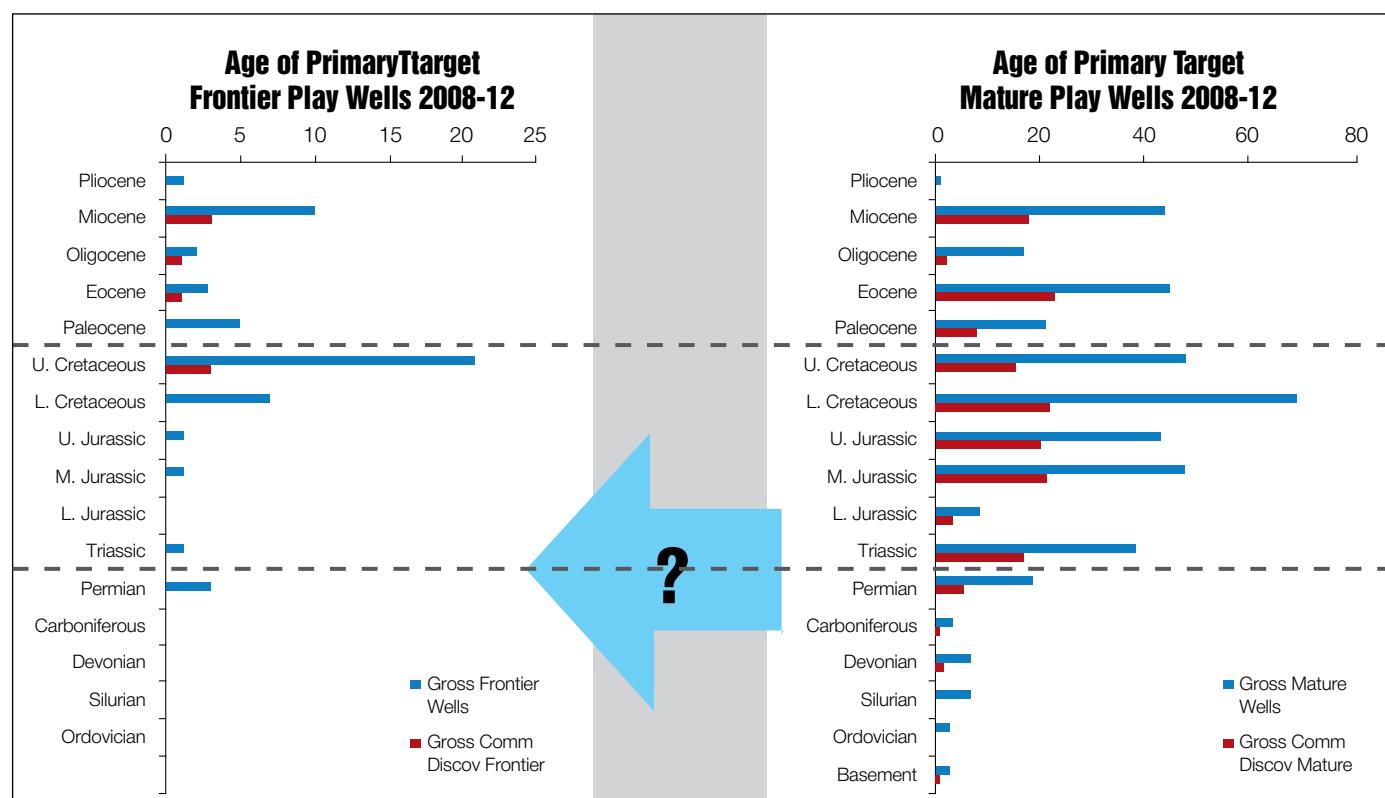
Frontier play exploration wells drilled 2008-2012; there has been a 1 in 8 success rate with the giant finds all in Deep Water, courtesy of Richmond Energy Partners.

### Hot Spots

Taken together these two pictures illustrate the location of Frontier exploration efforts, the continuing importance of



Сравнение основных целевых зон скважин в Начальных и Зрелых плеях в 2008-2012. По данным отчета Richmond Energy Partners



Comparison of primary target Frontier and Mature play wells 2008-2012. Courtesy of Richmond Energy Partners

Следом возникает другой вопрос – какой практический опыт и какие инновации необходимы? Как нам их получить?

## Горячие породы

Сегодня, разведочные компании в общем и целом заняты поиском новых плеев в известных бассейнах, плеев большей сложности и комплексности в бассейнах, которые были “открыты” уже долгое время и где раньше уже бывали другие.

Вот лишь четыре из вопросов, которыми задаются разведочные компании сегодня:

1. Большие объемы газа были обнаружены в море у берегов Восточной Африки. А куда двинуться, чтобы обнаружить нефть?
2. Где аналоги так широко обсуждаемых успешных Бразильских подсолевых месторождений? Есть ли такие в Южной Атлантике, кроме побережья Анголы?
3. Где могут скрываться крупные месторождения в глубоких водах Юго-Восточной Азии?
4. Северная Атлантика действительно лишь жалкое подобие Южной Атлантики?

И продолжая эти вопросы, где же достаточные, а иногда огромные, объемы данных, доступные для разведочных компаний.

С помощью спутников собраны батиметрические и топографические данные по всему миру; гравиметрические данные спутников показывают мощность земной коры по всей планете; за последние полвека пробурено около 200 000 разведочных скважин – то есть, поисковых, не говоря уже об оценочных и эксплуатационных ; существуют данные о коре морского дна; любое правительство, серьезно относящееся к природным ресурсам, имеет национальные банки данных; существуют данные Геологических Служб; опубликовано огромное количество литературы... и так далее.

Способность разведочных компаний решать все более трудные задачи открытия новых крупных плеев зависит от их способности отсеивать, организовывать и понимать этот “ниагарский водопад” доступной информации для решения того, что называют “большой проблемой данных” – но возможно, это не проблема, а удачная возможность?

Ключевым процессом для достижения этой цели является глубокое понимание тектоники плит и хроно-

Deep Water, and the tendency of exploration companies to behave like a swarm of 8 year olds' playing soccer – to be drawn magnetically to where the ball is!

Somewhat cynically, one might ask whether many companies are in fact pursuing their own exploration strategy or whether their approach is simply “Me too!”?

## Hot Rocks

This picture raises an interesting question. It is pretty unlikely that prospective rocks in basins that are currently Frontier are restricted to plays in the Cretaceous and younger – evidence from this picture and exploration history in general is that as a basin Matures, insight and innovation will lead to a breakthrough in understanding – and therefore discoveries - in older rocks.

The question which follows is – what insights and what innovations? How do we get to them?

Nowadays, explorers are by and large engaged in the search for new plays in known basins, plays of increasing subtlety and complexity in basins that have been ‘open’ for a long time, where somebody may well have gone before them.

Here are just four of the questions that explorers might be trying to answer today:

1. Massive amounts of gas have been found offshore East Africa. Is there anywhere to go to find oil?
2. Where are the analogues for the much-talked-about Brazilian sub-salt successes? Are there any in the South Atlantic other than offshore Angola?
3. Where might big fields be hiding in the Deep Waters of South East Asia?
4. Is the North Atlantic really a poor relation compared with the South Atlantic?

And where, to tackle these questions, plenty of - sometimes huge amounts of - data are now available to explorers.

Satellites have delivered global bathymetry and topography; satellite gravity data shows us crustal thickness globally; some 200,000 exploration wells – that’s 200,000 ‘wildcats’, never mind appraisal, development production wells – have been drilled in the last 50 years or so; there are sea-bed cores; any government that is serious about its resources has a national data repository; there’s data from Geological Surveys; there’s a huge published literature....and so on.

стратиграфии, понимание что становится залежью, где и когда, именно таким образом появляется “ноу-хай”, позволяющее применить эту возможность.

А что действительно не подходит для решения задачи – это запуск очередной региональной 3D съемки в надежде на то, что все более сложные системы интерпретации сейсмических данных позволят найти ответы на все вопросы.

Кроме того, возникает еще один вопрос – можно ли ожидать начало конца эпохи глубоководной разведки и если да, куда дальше двинутся разведочные компании?

### **Возникающие темы**

Несомненно, Арктика будет оставаться актуальной в отрасли в течение некоторого времени, но по моему скромному мнению, мы увидим возвращение разведки на сушу, осознав, что сегодня у нас действительно есть технологии, позволяющие превратить открытые ресурсы в запасы, вне зависимости от глубины их залегания и типа вмещающих пород. Благодаря методам 3D и 4D сейсморазведки, горизонтального бурения и ГРП, многие нетфегазовые пласты – от угольных и сланцевых до сильно пористых песчаников, а также учитывая различные качественные типы нефти и газа – от высокосернистого газа до легкой нефти – все это в принципе добываемо, вопрос лишь в том, какой ценой?

Но главное – найти искомое, и здесь и возникает проблема, или по меньшей мере, вопрос. Современные разведчики потеряли тонкие навыки своих предшественников? Они полагаются лишь на данные региональной 3D сейсморазведки?

В целом, на суше (и в переходной зоне) это невозможно из-за высокой стоимости 3D сейсморазведочных данных, и разведочные компании вынуждены использовать более традиционный подход “фокусирования”, при котором используется целый спектр методов – в том числе и просто пешеходные маршруты. Этапы такого “фокусирующего” подхода можно характеризовать таким образом: существуют ли признаки жизнеспособных нефтеносных систем в изучаемом регионе; существуют ли фактические доказательства наличия углеводородов – например, выходы углеводородов, которые можно опробовать; можно ли ожидать наличие подходящих, а лучше крупных структур или прогнозировать “лакомый кусок” в плее сланцевого газа или сланцевой нефти; затем, и только затем, можно определить перспективность площади с помощью 2D, а лучше 3D сейсморазведки.

The ability of explorers to deliver the increasingly difficult job of spotting the next big play depends on their ability to sift, organise and understand this ‘Niagara Falls’ of available data, to solve what some have referred to as the “Big Data” problem – or opportunity, perhaps?

Deploying a deep understanding of plate tectonics and chrono-stratigraphy – understanding what gets deposited where and when – is the key process by which this is achieved, the “Know How” whereby opportunity is accessed.

What it is not about is simply banging in (yet another) regional 3D survey and believing that more and more sophisticated seismic interpretation can deliver all the answers.

In addition, there is an emerging question – can we anticipate the beginning of the end of the era of Deep Water exploration and, if Yes, where will explorers head for next?

### **Emerging Themes**

Undoubtedly, the Arctic will occupy industry’s efforts for some time but in my humble opinion, we will see a return to Onshore exploration, as we realise that we truly do have the technology to turn any discovered resources into reserves, no matter at what depth and in what rock they are found. With the help of 3D and 4D seismic, horizontal drilling and hydraulic ‘fracking’, the many reservoirs where we find oil & gas – from coal beds and shales through to high poroperm sandstones - and the many different qualities of oil & gas – from ‘sour’ gas through to light oil - can in principle be developed and produced - the question is simply at what cost?

But the finding is the key! And here we have an issue or at least a question? Have modern-day explorers lost the subtle exploration skills of their predecessors? Have they come to rely on regional 3D surveys?

Generally speaking, this is not possible onshore due to the prohibitive cost of land (and transition zone) 3D seismic data, and explorers have to recourse to a more traditional ‘focussing’ approach, in which a range of technologies – including the boot on human feet – come into play. The steps in this ‘focussing’ approach can be characterised as: is there any evidence of the components of a viable petroleum system in the region under study; is there any evidence at all of actual hydrocarbons – seeps that can be sampled for example; can suitable, preferably large, structures be envisaged or a ‘sweet spot’ prognosed in a shale gas or shale oil play; then, and only then, can 2D, or preferably 3D, seismic delineate prospects?

Surprising as it might be to modern geoscientists, our predecessors in countries such as Iran, Iraq, Kuwait,

Каким бы удивительным это не показалось современным геологам и геофизикам, наши предшественники в таких странах, как Иран, Ирак, Кувейт, Саудовская Аравия, Россия и в континентальной части США, на самом деле отправлялись в поле и проводили большую часть своего времени там, били молотками породу, проводили мензульную съемку, рисовали разрезы и да – они могли внешне опознать признаки просочившихся углеводородов и опробовать их.

Они проводили жизнь не у экранов компьютеров!

Обширные полевые работы по-прежнему могут дать ответы на значимые вопросы на этапе рекогносировки в процессе разведочных работ: можем ли мы определить потенциальный источник, продуктивные и покрышечные породы; есть ли активные зоны просачивания; используя законные принципы структурной геологии, включая увязку разрезов, можно ли ожидать ловушечные структуры на глубине?

И, разумеется, технология идет своим темпом.

Многие районы суши давно не видели разведки с использованием современных технологий, в частности такого набора технологий, которые можно было бы интегрировать и для понимания геологической ситуации, и для выбора мест бурения скважин с точностью.

Все эти технологии существуют: ключевым фактором в решении поставленной задачи станет пошаговое изменение в нашей способности получать данные 3D сейсморазведки на суше.

## **Кто преуспеет на суше?**

История учит, что для успешной разведки на суше, разведочным компаниям понадобится сочетание предпримчивого лидерства и глубоких технических знаний. Мое личное предубеждение, сформировавшееся в процессе работы сначала в BP, а затем в Tullow Oil, заключается в том, что для достижения указанной цели, компании необходимо иметь свою собственную команду штатных специалистов в области геологии и геофизики.

Однако, наблюдаемый сегодня бум так называемых “нетрадиционных” месторождений в США, указывает на то, что это не совсем так, ведь предпримчивые управленцы могут найти консалтинговую фирму, располагающую командами экспертов с глубокими знаниями, “видавших немало пород”.

Saudi Arabia, Russia, the onshore USA did actually get out in the field, in fact they spent most of their time there, they hit rocks with hammers, they plan-tabled, they drew cross sections, and yes, they knew a seep when they saw one and sampled it.

They didn't spend their life looking at computer screens!

Extensive field work can still answer significant questions during the reconnaissance phase of exploration: can we identify potential source, reservoir and seal rocks; are there any active seeps; following sound principles of structural geology including section balancing, can trapping structures be envisaged at depth?

And technology of course has its pace.

Many onshore areas have not seen recent exploration using modern technologies, in particular a suite of technologies that can be integrated both to understand geological setting and to choose well locations with precision.

These technologies all exist: the key to unlock the whole will be a step change in our ability to obtain onshore 3D seismic.

## **Who Will Succeed Onshore?**

The lesson of history is that successful onshore explorers will combine entrepreneurial leadership with deep technical skills. My personal prejudice – cultivated firstly in BP and latterly in Tullow Oil – has always been that a company needs its own, dedicated, team of full-time petro-technical employees to achieve this.

However, examining the so-called ‘unconventionals’ boom in the USA indicates that this isn't necessarily so, provided that entrepreneurial management can find a firm of consultants who can bring into play deep, broad, technical teams of experts who have ‘seen a lot of rocks’.

I have not yet seen evidence that such consultants exist in Europe. And for this reason, I find it difficult to highlight which European Hot Spots and Hot Rocks might be reported on in say 2 years' time.

Мне пока не довелось встретить такого рода консультантов в Европе. И по этой причине, мне сложно отметить, о каких европейских горячих точках и горячих породах будет сообщаться года этак через два.