

## Нефтяная геология

**Объединение наук о Земле и информационной технологии для углубления успеха разведки: пример работ в Перу. Merging geoscience and information technology to enhance exploration success: a case study from Peru**

Rick Schrynemeecker,<sup>1</sup> Craig Schiefelbein,<sup>2</sup> Suhas Talukdar,<sup>3</sup> Rick Requejo,<sup>2</sup> и Jennifer Poole<sup>1</sup> описывают процедуру получения доступной информации о перспективности на углеводороды для правительственного нефте-газового агентства Перу.

Для своевременной оценки возможностей разведки углеводородов, своевременный доступ к данным и информации критичны. Доступ к этой информации посредством традиционных информационных залов часто проблематично и вследствие чего они все чаще заменяются веб-порталами, которые позволяют осуществлять удаленный, надежный доступ к большому числу специализированных данных и информации. Будущие нужды в них и значение этих решений будут расти по мере необходимости информации при развитии деятельности по разработке углеводородов.

В этой статье описывается решение, разработанное для PERUPET-RO, правительственного агентства, ответственного за продвижение разведки и возможностей разработки в Перу. В качестве средства обновления интереса к добыче углеводородов в Перу была разработана специализированная нефтяная база данных и определены нефтеносные системы. Конечный результат позволяет потенциальным инвесторам в энергетику иметь доступ к ключевой информации по разведке посредством веб-портала.

Этот проект потребовал разработки новых технологий и подходов в целях обеспечения потенциальным инвесторам в энергетику доступа к ключевой информации по разведке углеводородов через веб-портал. Он также потребовал опытных ученых, способных оценивать и синтезировать большие объемы данных по геологии в информацию в целях принятия решений. Эти различные технические навыки и возможности были эффективно объединены для разработки аппарата в поддержку деятельности по разработке углеводородов.

Первой целью была разработка базы данных по нефтеносным системам на основе веба, которая могла бы связываться с данными по нефтедобыче разного типа, например каротажными кривыми (LAS), фото керна (JPEG, GIF), скважинными и региональными отчетами (PDF, Word), геологическими картами и картами данных, опорной геоинформацией, и исходными и интерпретированными геохимическими данными. Предпосылкой было то, что эффективная интеграция разнообразных данных из различных источников критично для профессионалов геологов для оценки перспективности бассейна или региона. Требования по дополнительной функциональности базы данных - мощные инструменты поиска на основе карты, инструменты визуализации графиков/схем, и способность

загрузки информации напрямую в стандартные промышленные программы. Ключевые геохимические и скважинные данные подверглись контролю качества, откартированы в соответствующих полях базы данных, и загружены в базы данных для возможности последующего поиска данных.

Второй целью было обеспечение описаний к нефтеносным системам для каждого из 17 крупнейших осадочных бассейнов в Перу. Описание нефтеносных систем в бассейне помогает идентифицировать наиболее обещающие коммерческие участки и таким образом, сокращает разведочный риск. Опытные геологи и геохимики ассимилировали и интерпретировали информацию, взятую из обширной нефтяной базы данных, которая стала доступна PERUPETRO. Эта информация была полностью интегрирована с геологическими, геофизическими, петрофизическими результатами и результатами моделирования. Поскольку данные были подвергнуты контролю качества и организованы в один архив, все нужные данные для построения детальных описаний нефтеносных систем как для зрелых областей, так и тех областей, которые будут предложены на будущих раундах лицензирования стали доступными.

**База данных нефтеносных систем**

Первым этапом создания информационного зала цифровых данных было оценка различных типов информационных данных и их форматов. Порядка 53 гигабайт данных состоящих из 16,900 файлов было предоставлено PERUPETRO. Получение однородных данных и оценка качества данных были ключевыми моментами в процедуре. Разные сочетания типов данных делали трудным построение системы, которая давала бы веб-доступ к информации разных типов. В свою очередь, была разработана технология функциональности для удовлетворения конечным целям проекта.

Инструментарий вебсайта ([www.perupetro-db.com](http://www.perupetro-db.com)) дает много стандартных инструментов системы, основанной на картах с выбором пользовательского аппарата такого как увеличение, уменьшение изображения, увеличение на весь экран, фокусирование на активном слое, возврат к прежнему увеличению, панорамирование, настройка файлов для просмотра границ, рек, городов, а также бассейнов и блоков. Блоки для новых раундов были выделены контрастным цветом для более легкого узнавания. Начальное изображение дает обширный географический обзор, в котором пользователь может «бурить» для

<sup>1</sup>InfoLogic, E-mail: [RickS@infologic-us.com](mailto:RickS@infologic-us.com). <sup>2</sup>Geochemical Solutions International. <sup>3</sup>Baseline Resolution.  
© 2007 EAGE

## Нефтяная геология

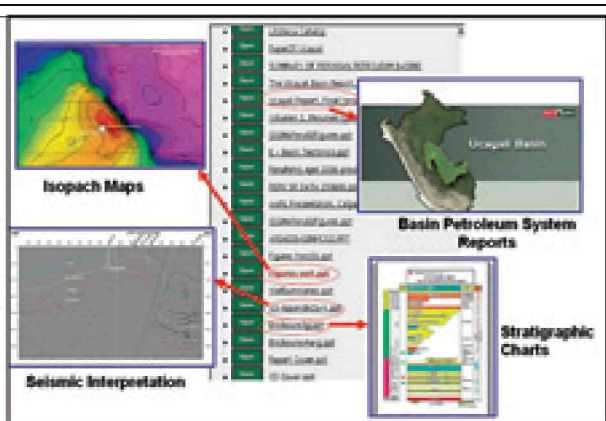


Рисунок 1 Хранилище информации в папке отчета по бассейну. Рисунок 3 Специальная информация по скважине.

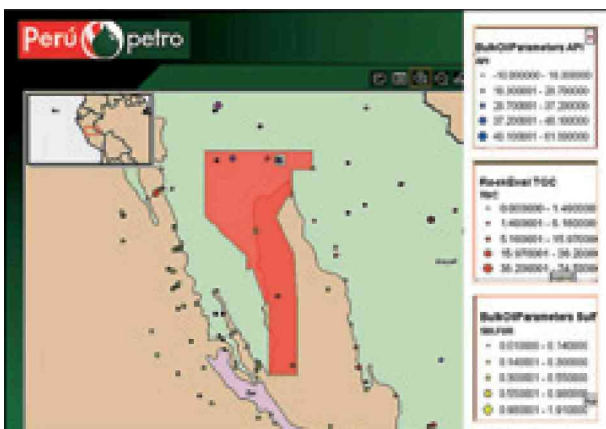


Рисунок 2 Отображение специализированных данных.

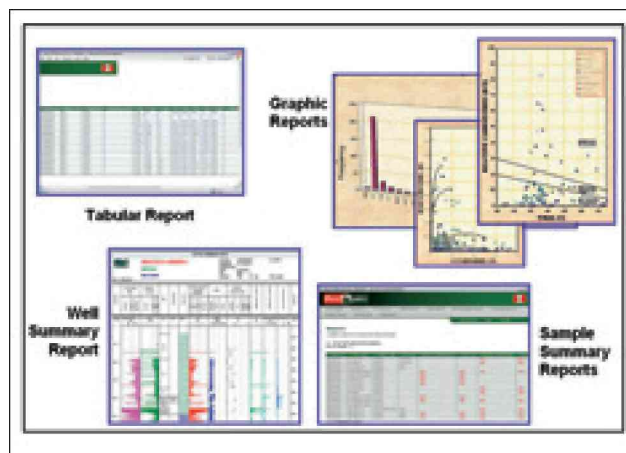


Рисунок 4 Опции формата отчета.

просмотра более детальной информации по определенному бассейну или блоку. Так пользователь может первоначально зайти в папку региональных отчетов и/или папку отчетов по бассейну для просмотра информации по потенциальным интересующим участкам (Рисунок 1).

После просмотра региональных отчетов и/или информации по бассейну исследователь может пожелать определить какие именно специальные данные (например, общий органический углерод (TOC), данные пиролиза, плотность API, отражательная способность витринита или % серы) свойственны определенной интересующей зоне. На рисунке 2 показаны разнообразные аналитические данные, извлеченные из базы данных и отображенные на карте. Чем больше цветной символ, тем выше концентрация анализируемого вещества.

Это предоставляет пользователю возможность мгновенной визуализации доступных аналитических данных в окрестностях или внутри блока или интересующего участка. Дополнительно, пользователь может искать на скважинном уровне особую информацию, такую как каротажные диаграммы, которые можно открыть с помощью соответствующего ПО для просмотра. Как видно из Рисунка 3, при поиске можно получать специальную информацию по местности, такую как название места, бассейна, блок, UWI, и другие поля данных, а также присоединенные файлы.

Как только исследователь обозначил область интереса, можно применить окно ввода запроса для поиска любой комбинации критериев, таких как

название скважины, бассейн, формация, возраст, литология, или аналитические данные. Затем полученные данные можно разместить на простом графике. Пользователь может выбирать разные типы отчетов (например табличный отчет, графический, отчет по образцам, отчет по скважине, экспресс отчет) для начала работы с данными. Примеры некоторых форматов первичных представлены на Рисунке 4.

Веб-база данных позволяет исследователю вести поиск внутри обилия структурированных данных с помощью мощного поисковика и в результате генерировать необходимую информацию для оценки и описания нефтеносных систем на интересующей области. Эти данные и инструменты использовались для доступа к нефтеносным системам на фазе 2 этого проекта.

### Экспертиза нефтеносных систем

Понимание насыщенности углеводородных систем в Перу – ключевой вопрос доступа к разведочным участкам и проектам разработки пластов. Ловушка, содержащая коммерческие объемы нефти и газа, а также серию важных элементов и процессов, происходящих во времени и пространстве, собирательно называется

## Нефтяная геология

нефтеносной системой. Она включает в себя источник углеводородов, коллектор, покрывающую и непроницаемые породы, а также процессы генерирования-миграции-аккумуляции и образования ловушки, как это видно на Рисунке 5.

В областях, где на нефтеносные системы уже указывают известные месторождения нефти и газа, риск малой вероятности нефтенасыщения сокращается. Однако, для того, чтобы убедиться, что перспективный пласт не находится в зоне высокого риска бассейна или тени миграции, эффективным рентабельным техническим подходом является проверка насыщения до бурения с помощью тестирования нефтеносных систем. Некоторые из вопросов, на которые ищут ответы:

- Получал ли пласт коммерческие запасы нефти и газ?
- Если так, то каковы вероятные объемы?
- Имеется один или несколько материнских горизонтов?
- Где находится область 'кухни' (источника)?

Нефтеносные системы в регионе обычно оцениваются, прежде всего, при определении числа и типов фаций эффективных материнских пород. Геохимия нефти – критический аспект этой проверки. Обычно, материнские породы, отвечающие за аккумуляцию, глубоко погружены под целевой зоной бурения на локальной или региональной 'кухне', и таким образом их редко разбуривают. Однако, из-за того, что нефть – сложные модифицированные продукты материнских пород, они несут в себе важную информацию о природе их источника(ов), которую можно раскрыть посредством геохимического анализа, такого как анализ на биомаркеры или определение изотопов углерода. Сегодня, геохимия нефти – фундаментальная компонента успешных программ разведки и зрелых или пограничных областях. Это превосходный путь идентификации, оценки и сравнения различных нефтеносных систем, имеющихся в регионе.

Региональные геохимические исследования нефти особенно полезны для этого подхода, поскольку геохимию различных аккумуляций можно рассматривать как 'средневзвешенное' углеводородов, исторгнутых из заданных участков материнской породы, которая может варьировать в широких пределах по вертикали и латерали. Ценность информации, получаемой из детального анализа большого числа представительных типов нефти увеличивается при ее интеграции в значимые геологические рамки

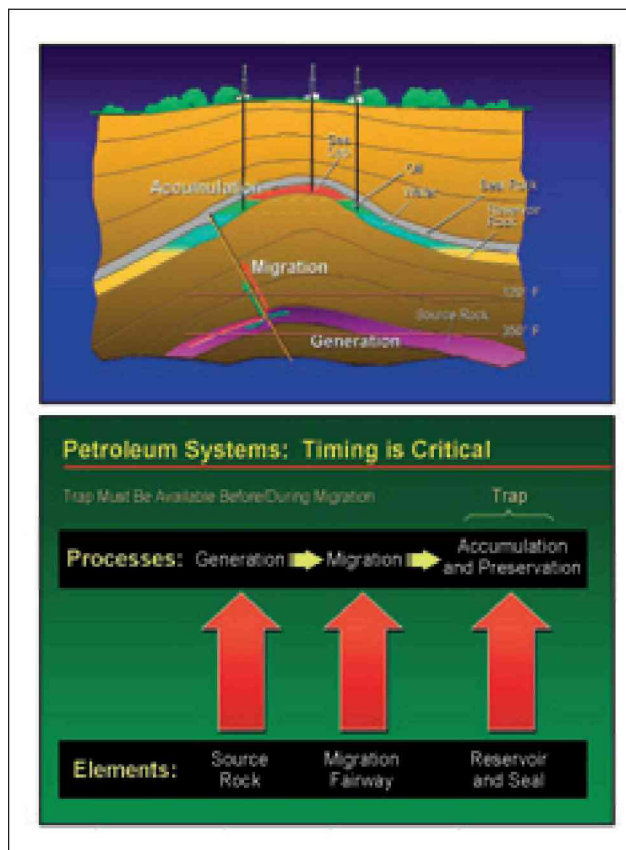


Рисунок 5 Модель нефтеносных систем. Элементы и процессы нефтеносных систем (по Armentrout, 2000).

- включая понимание региональных стратиграфических соотношений, элементов структуры, и эволюции этих элементов. Понимая эти взаимосвязи, можно идентифицировать факторы, влияющие и управляющие различными элементами, которые вносят вклад в активные нефтеносные системы.

Данные по геохимии нефти используются для определения непохожих по составу групп нефти с использованием метода многомерной статистики

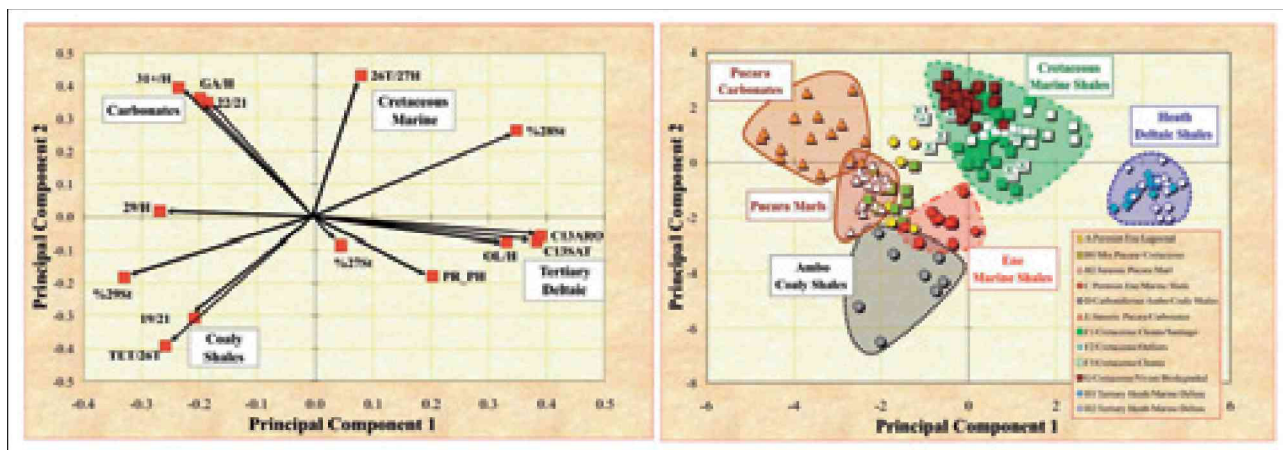


Рисунок 6 Графики основной компоненты нагрузки (слева) и множеств (справа).

## Нефтяная геология

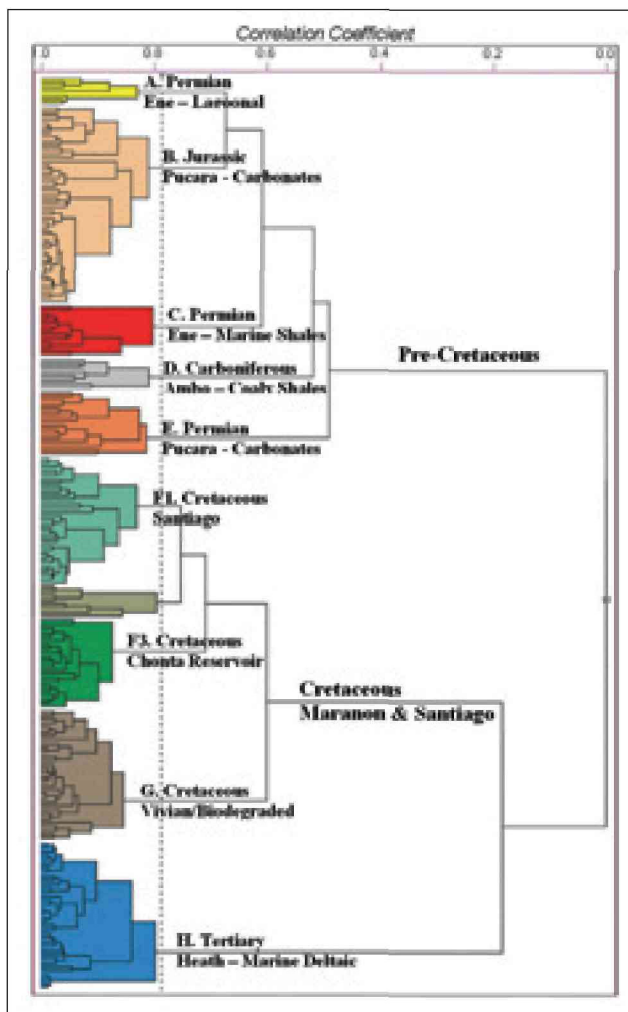


Рисунок 7 Дендрограмма кластерного анализа.

метод основной компоненты и иерархический кластерный анализ. Комбинированные химические атрибуты, которые характеризуют эти нефтяные группы служат отпечатками пальцев в той же манере, что и DNA, и могут использоваться для получения возраста материнской породы, литологии, органической составляющей термальной зрелости, обстановки осадконакопления и в конце концов, стратиграфического распределения источника (ов). Вдобавок, географическая протяженность нефтеносных систем можно аппроксимировать, поскольку его границы задаются географическим распределением ассоциированных нефтяных групп. Области с наложением нефтеносных систем можно отнести к возможным смесям нефти из одного и более источников. Процессы, происходящие в бассейнах, действующие на исходное строение нефти также можно оценить. Из-за того, что качество нефти часто влияет на экономику разведки в масштабе пласт-за-пластом и/или в масштабе бассейна, необходимо знать основные свойства нефти и их потенциальное влияние до получения лицензии на разведку или бурения.

В Перу, этот подход применялся в региональном масштабе к вопросам об эффективных материнских породах



Рисунок 8 Распределение различных типов нефти в осадочных бассейнах Перу.

таких как: каковы географические пределы распространения нефти кайнозойского, мезозойского и/или палеозойского типов? В масштабе бассейна, вопросы о том, как много различных типов нефти присутствует в бассейне Ucau-ali и где их наложение? можно решить. Путем сравнения и определения различий в детальной информации из потенциальных материнских пород, можно установить корреляции источник-нефть и идентифицировать новые пласты. Графики принципиальной компоненты нагрузки и множеств и кластерная диаграмма (дендрограмма) приведена на Рисунках 6 и 7, она иллюстрирует результаты статистического анализа геохимических данных для 250 типов нефти Перу.

Нефти, которые объединены кластерами в дендрограмму (рисунок 7), имеют схожее химическое строение и таким образом, генетически связаны. Это означает, что нефти или происходят из одного источника или разные материнские породы состояли из одной органической материи. Эта оценка включает геохимический анализ тех же типов нефти Перу, выполненный в нескольких лабораториях, статистические методы также помогают измерять уверенность в качестве данных и их совместимости.

По геохимическим параметрам, зависящим от источника, используемых в статистической оценке (отображенных на рисунке 6 в виде графиков принципиальной компоненты нагрузки и множеств) можно проверить информацию о возрасте источника, литофациях, зрелости, и/или качестве нефти. Путем картирования различных групп нефти (рисунок 8), можно идентифицировать границы разнообразных нефтеносных систем и области их наложения.

## Нефтяная геология

### Заключение

Для своевременной оценки возможностей разведки углеводородов доступ к вспомогательным данным и информации – критический вопрос. Традиционные 'информационные залы' все чаще заменяются надежными веб-порталами, которые дают возможность удаленного, надежного доступа к большому объему специализированных данных и информации. Решение, созданное для PERUPETRO включает в себя 'объединение' зрелых информационных технологий, новых и специальных программных приложений, и экспертных знаний по нефтяной геологии. Будущая потребность и польза от этих решений будет расти с ростом деятельности по разработке углеводородов.

### Литература

- Armentrout, J. [2000] The Quest for Energy: Rewarding Careers in Petroleum Exploration. [http://www.aapg.org/slide\\_bank/armentrout\\_john/index.shtml](http://www.aapg.org/slide_bank/armentrout_john/index.shtml).
- Demaison, G., and Huizinga, B. J. [1991] Genetic classification of petroleum systems. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 75, 1626-1643.
- Katz, B., Dawson, W.C., Liro, L.M., Robison, V.D., and Stonebraker, J.D. [1997] The petroleum systems of the Ogooué Delta, offshore Gabon. Abstract, *AAPG/ABGP Joint Research Symposium, Petroleum Systems of the South Atlantic Margin, Rio de Janeiro, Brazil*.
- Magoon, L.B. and Dow, W.G. [1994] *The petroleum system - from source to trap*. AAPG Memoir 60. Moldowan, J. W., Lee, C. Y., Sundararaman, P., Salvatori, T., Alajbeg, A., Gjukić, B., Demaison, G., Slougui, N. E., and Watt, D. S. [1992] Source correlation and maturity assessment of select oils and rocks from the Central Adriatic Basin. In *Biological Markers in Sediments and Petroleum* (Eds. J. M. Moldowan, P. Albrecht, and R. P. Philp). Prentice Hall, 370-401.
- Schiefelbein, C. F., Zumberge, J. Z., Illich, H. A., and Brown, S. W. [1996] The recognition and utilization of mixed oils in basin analysis. *V Congresso Latino Americano de Geoquímica Orgânica, Cancun, Mexico*.
- Schiefelbein, C.F. and Requejo, A.G. [2002] Petroleum Geochemistry as an Exploration Tool Applied to South America. *Proceedings IV International Seminar Exploration and Exploitation of Oil and Gas, Lima Peru*.
- Zumberge J., [1987] Prediction of source rock characteristics based on terpane biomarkers in crude oils: A multivariate statistical approach. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51, 1625-1637.