

# Geological Risk Assessment for Successful Exploration with Petrel Exploration Geology Module

## Оценка геологических рисков на этапе поисковых работ с помощью модуля Petrel Exploration Geology

Sergey Tyatyushkin,  
Geologist, Schlumberger Information Solutions  
Сергей ТЯТЮШКИН,  
геолог, Schlumberger Information Solutions

Every oil company invests generously into Exploration to ensure its long-term success, since the existing fields will be depleted sooner or later.

The Petrel\* Exploration Geology module provide the effective technology solutions for play chance mapping and prospect assessment. This module allows assessing the key parameters of exploration work uncertainty to include the interpretation results into the process of assessing the perspective development sites, to define the prospects within the scope of explored area as well as to get a probabilistic estimate of hydrocarbon areas and the volumes of oil in place.

Petrel Exploration Geology includes the rapid analysis algorithms: one-dimensional modelling of petroleum system, followed by three-dimensional modelling for the further full-scale dynamic modelling in PetroMod\* (software for dynamic simulation of petroleum system processes). The module allows assessing the key parameters of uncertainty such as: reservoir and seal rock properties, trap formation and their integrity, source rock maturity, generation and migration of the hydrocarbons.

The risk map analysis is performed for further ranking of the license areas. The hydrocarbon volumes are calculated in the perspective areas

and the key parameters of the uncertainty are determined, since they influence the volume appraisal. The probability of failing the site development is also taken into consideration. Algorithms of probabilistic assessment are efficient while working with various scopes of data - from the prospecting areas to the separate accumulations. All results of calculations are dynamically connected with basic data, therefore it is possible to see an actual assessment of the studied area at data expeditious updating at once.

Each company uses its own methods for geological risks assessment

## Schlumberger

during exploration works which can be implemented using the Petrel Exploration Geology module. General diagram is shown on the Figure 1.

It is known that the only way to avoid drilling a dry well is to refuse from drilling. Still, there are possibilities to increase the success of exploration drilling program with the help of geological risk assessment and analysis of oil and gas potential, with use of Petrel Exploration Geology module. There is an example of simple analysis, provided for South-Turgay basin.

### EXAMPLE OF OIL AND GAS CONTENT ASSESSMENT FOR SOUTH-TURGAY BASIN IS MADE ON THE BASIS OF PUBLISHED DATA

The prospecting works began at South-Turgay basin relatively late - the first field (Kumkol) was discovered in 1984.

Practically all the terrigenous rocks, belonging to the suits from Jurassic and Lower Cretaceous systems, researched in different volumes, show the availability of the organic matter (OM) based on the laboratory researches, but many of them has too small concentration thereof. The OM content reaches 9.5% [1] in the sediments of in Karagansay formation clays.

Several new fields are discovered over the last 10 years [2]. It means that this basin has still a good potential. Despite this, the dry exploration wells are still being drilled, which can cost millions of dollars for the companies. A schematic map of perspective structures, fields and

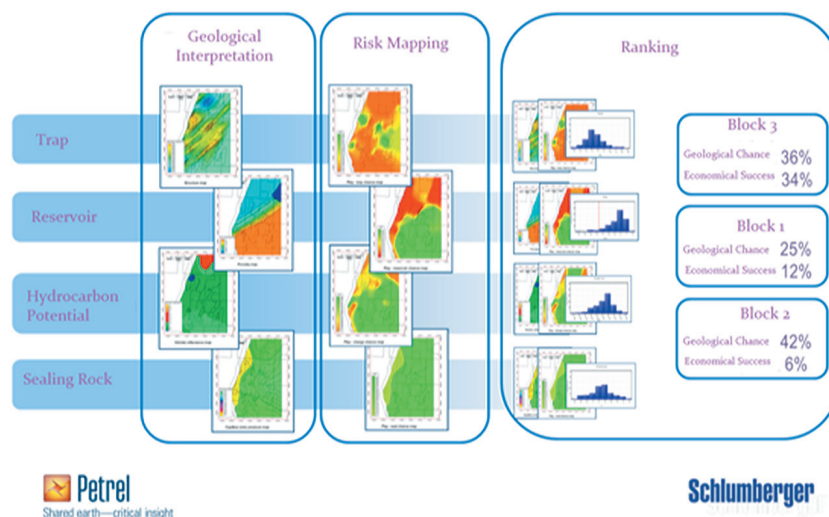


Figure 1. General diagram for geological risk assessment and ranking of perspective license sites and areas.

\*Schlumberger trademark

abandoned sites due to the negative result [3] is provided in the Figure 2.

There are several structures on this map, which are removed from drilling program due to the negative results. There are large number of reasons, including geological and technological ones, explaining the lack of productivity at these structures. From the point of view of regional geology, these structures can turn to be dry because of lack of source rock maturity, since the basement is located rather high in these areas – please, see Figure 3. You can check this hypothesis using the Petrel Exploration Geology module. In this case only the Mesozoic1 bottom map is available in the literature, therefore, the modelling the source rock maturity was ensured for the most optimistic option, assuming that the source rock maturity is spread everywhere, being equally distributed over the Mesozoic bottom. The results of the source rock maturity modelling in Petrel Exploration Geology is shown in the Figure 4.

**CONCLUSIONS**

According to modelling results, it is clear enough that dry traps are located in the areas with lack of source rock maturity that can be an objective reason, leading to a negative result.

First of all, it is recommended to drill the structures in areas closer to cooked source rock.

The most perspective structures in South-East of South Turgay basin along the perimeter of Bozingen graben-syncline.

Even such an express assessment allows to drill more successful prospecting wells and to reduce the number of dry wells.

sis.slb.ru  
Astana  
20, Dostyk  
"Sankt Petersburg"  
Business Center  
Tel: +7 7172 7075 86/87,  
+7 7172 4258 01/02  
Fax: +7-7172-42-58-03  
e-mail:QA-SIS-Astana@slb.com

**References**

1. Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. Oil and gas. Volume III, Almaty, 2002, p.248, authors: S.Zh. Daukeev, E.S.Votsalevskiy, D.A. Shlygin, V.M. Pifilofsova, H.H. Paragulgova, V.P. Kolomiytsa, V.P. Komarova, ISBN 9965-13-760-9
2. Kazakhstan Today, www.kt.kz, "New fields are discovered in South-Turgai Oil Basin", 06.04.2011
3. Map of perspective oil and gas structures, scale of 1: 2 000 000, Information and Analytical Center of Geology and Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan, www.infocenter.kz

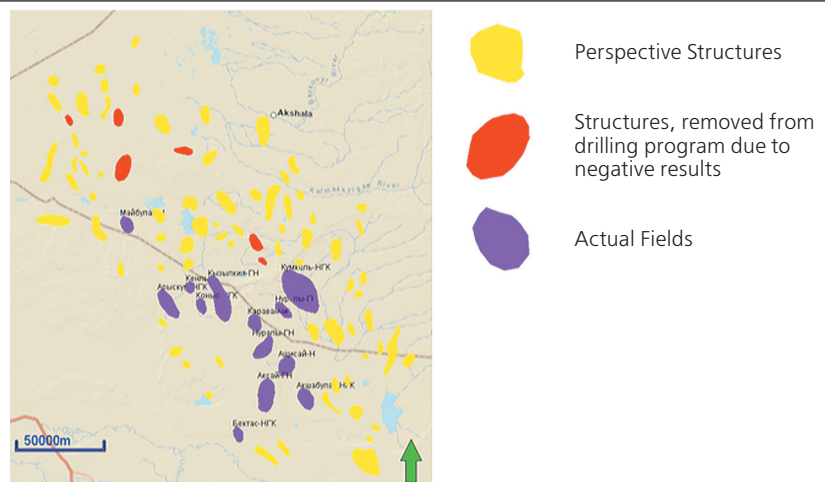


Figure 2. The schematic map of perspective structures, fields and abandoned sites due to the negative result [2]

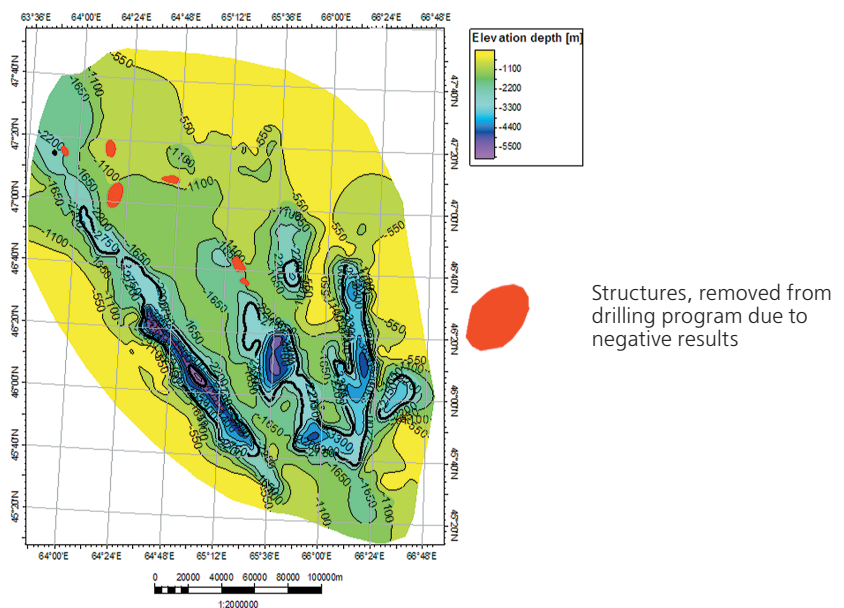


Figure 3. Schematic Structural Map of Mesozoic Bottom [1]

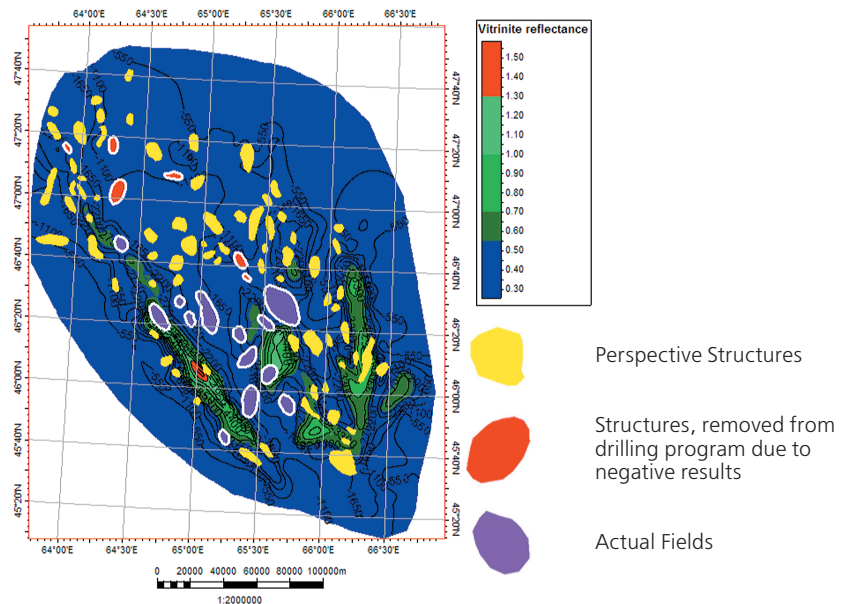


Figure 4. The greatest possible distribution of the source rock maturity zones-vitrinite's reflecting properties



Каждая нефтяная компания инвестирует огромные средства в поисковые работы, так как без этого невозможно успешно существовать в долгосрочной перспективе, потому что существующие месторождения рано или поздно истощаются.

Модуль Petrel\* Exploration Geology предлагает эффективные технологические решения для оценки региональных и локальных площадей, находящихся на ранней стадии исследования. Данный модуль позволяет оценить ключевые параметры неопределенности геологоразведочных работ, включить результаты интерпретации в процесс оценки перспективных объектов разработки, определить поисковые объекты в пределах изучаемой площади, а также получить вероятностную оценку площади и объемов углеводородов.

Petrel Exploration Geology включает в себя алгоритмы быстрого анализа площадей — одномерное моделирование нефтегазонасыщенной системы и следующее за ним трехмерное моделирование для дальнейшего полномасштабного динамического моделирования в PetroMod\* (программном обеспечении для динамического моделирования процессов нефтегазонасыщенной системы). Модуль позволяет оценить ключевые параметры неопределенности, такие как: свойства коллекторов и покрышек, формирование ловушек и их целостность, зрелость нефтегазоматеринской породы, генерацию и миграцию углеводородов.

Производится анализ карт рисков для дальнейшего ранжирования лицензионных участков. Рассчитываются объемы углеводородов в перспективных участках, и для каждого определяются ключевые параметры неопределенности, которые влияют на оценку объемов, а также рассматривается вероятность неудачи при разработке объекта. Алгоритмы вероятностной оценки эффективно работают с данными различных масштабов: от геологоразведочных площадей до отдельной залежи. Все результаты расчетов динамически связаны с исходными данными, поэтому при оперативном обновлении данных можно сразу же увидеть актуальную оценку изучаемой области.

Каждая компания использует собственные методики оценки геологических рисков для поисковых работ, которая может быть реализована с помощью модуля Petrel Exploration Geology. Обоб-



щенная схема представлена на рисунке 1.

Всем известно, что избежать бурения сухих поисковых скважин можно, только полностью отказавшись от бурения, но повысить успешность программы поискового бурения вполне возможно с помощью оценки геологических рисков и анализа нефтегазонасыщенности с помощью модуля Petrel Exploration Geology. Далее приведен пример простейшего анализа по Южно-Тургайскому бассейну.

**ПРИМЕР ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ЮЖНО-ТУРГАЙСКОГО БАССЕЙНА НА ОСНОВЕ ОПУБЛИКОВАННЫХ ДАННЫХ**

Поисковые работы в Южно-Тургайском бассейне начались достаточно недавно — первое месторождение (Кумколь) было открыто в 1984 году.

Практически во всех терригенных породах свит юрской и

нижнемеловых систем в разных количествах по результатам лабораторных исследований обнаружено присутствие органического вещества (ОВ), но во многих из них концентрация его слишком мала. В отложениях карагансайской свиты содержание ОВ в аргилитах достигает значений до 9,5% [1].

В последние 10 лет было открыто несколько месторождений [2]. Это говорит о том, что данный бассейн по-прежнему имеет хороший потенциал. Несмотря на это, по-прежнему бурятся сухие поисковые скважины, которые могут стоить компаниям миллионы долларов. На рисунке 2 представлена схематичная карта расположения перспективных структур, месторождений и структур, выведенных из бурения с отрицательным результатом [3].

На данной карте есть несколько структур, которые выведены из бурения с отрицательным результатом. Существует огромное количество причин, как геологи-

**Процесс оценки рисков и ранжирования перспективных участков**

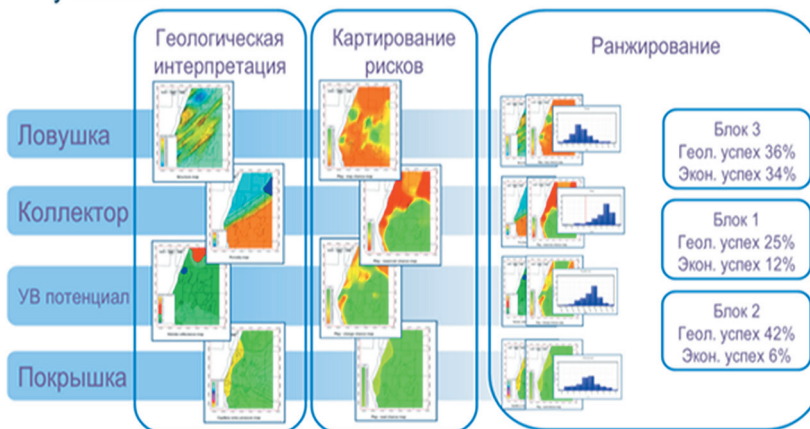


Рисунок 1. Обобщенная схема оценки геологических рисков и ранжирования перспективных лицензионных участков и площадей

\* Марка Шлюмберже

ческих, так и технологических, по причине которых эти структуры оказались непродуктивными. С точки зрения геологии района эти структуры, действительно, могут оказаться сухими по причине отсутствия зрелых нефтематеринских пород, так как фундамент в этих районах расположен достаточно высоко — рисунок 3. Проверить эту гипотезу можно с помощью модуля Petrel Exploration Geology. В данном случае в литературе доступна только карта подошвы Мезозоя [1], поэтому было проведено моделирование зрелости нефтематеринской породы для самого оптимистичного варианта — в предположении, что нефтематеринская порода распространена везде и залегает прямо в подошве Мезозоя. Результат моделирования зрелости нефтематеринской породы в Petrel Exploration Geology приведен на рисунке 4.

**ВЫВОДЫ**

По результатам моделирования видно, что сухие ловушки расположены в зонах с отсутствием зрелых нефтематеринских пород, что может являться объективной причиной отрицательного результата.

В первую очередь, рекомендуется разбуривать структуры в районах рядом с очагами генерации углеводородов.

Наибольшую перспективность имеют структуры в юго-восточной части Южно-Тургайского бассейна по периметру Бозингенской грабен-синклинали.

Даже такая экспресс-оценка позволяет пробурить больше успешных поисковых скважин и уменьшить количество сухих скважин.

sis.slb.ru  
г.Астана  
ул. Достык, 20,  
БЦ «Санкт-Петербург»  
Тел: +7 7172 7075 86/87,  
+7 7172 4258 01/02  
Факс: +7-7172-42-58-03  
e-mail:QA-SIS-Astana@slb.com

**Литература**

1. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. Том III, Алматы, 2002, 248 стр., Авторы С.Ж. Даукеев, Э.С. Воцалевский, Д.А. Шлыгин, В.М. Пилифосова, Х.Х. Парагульгова, В.П. Коломойца, В.П. Комарова, ISBN 9965-13-760-9

2. Kazakhstan Today, www.kt.kz, “Открыт ряд новых месторождений Южно-Тургайского нефтегазоносного бассейна” 06.04.2011

3. Карта размещения нефтегазоперспективных структур 1:2 000 000, Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов Республики Казахстан, www.infocenter.kz

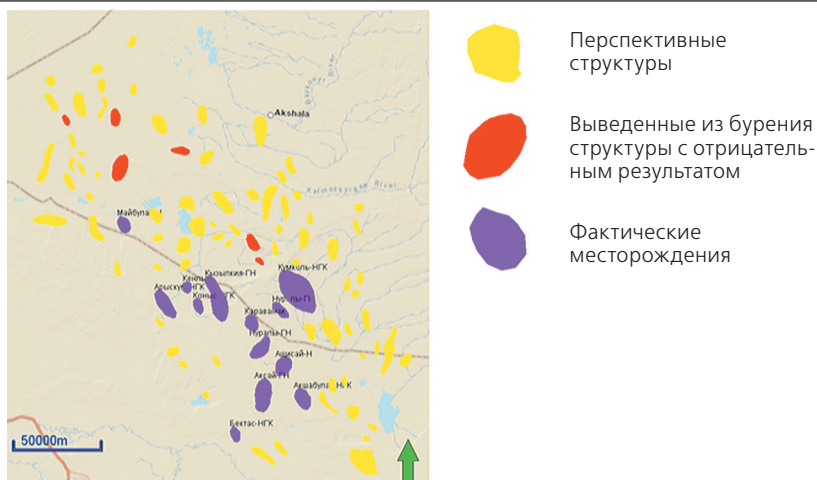


Рисунок 2. Схематичная карта расположения перспективных структур, месторождений и структур, выведенных из бурения с отрицательным результатом [2]

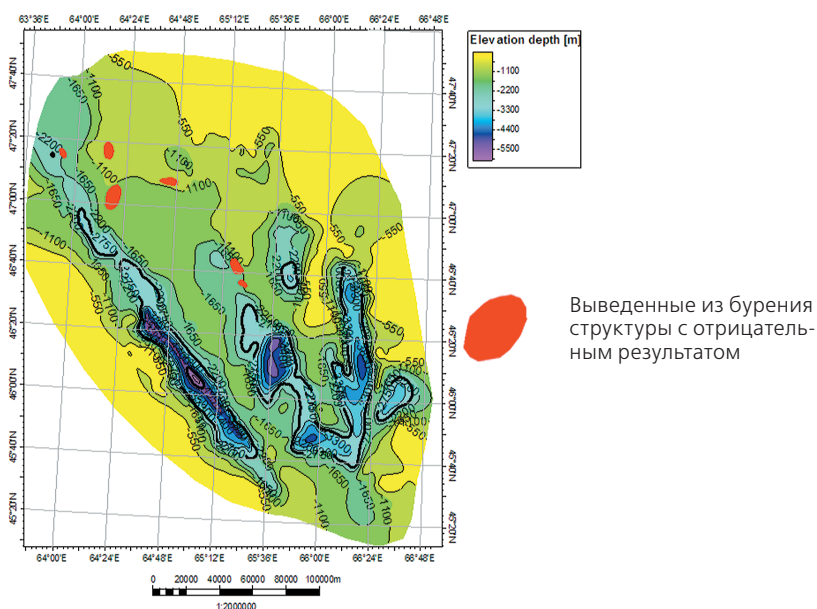


Рисунок 3. Схематичная структурная карта подошвы Мезозоя [1]

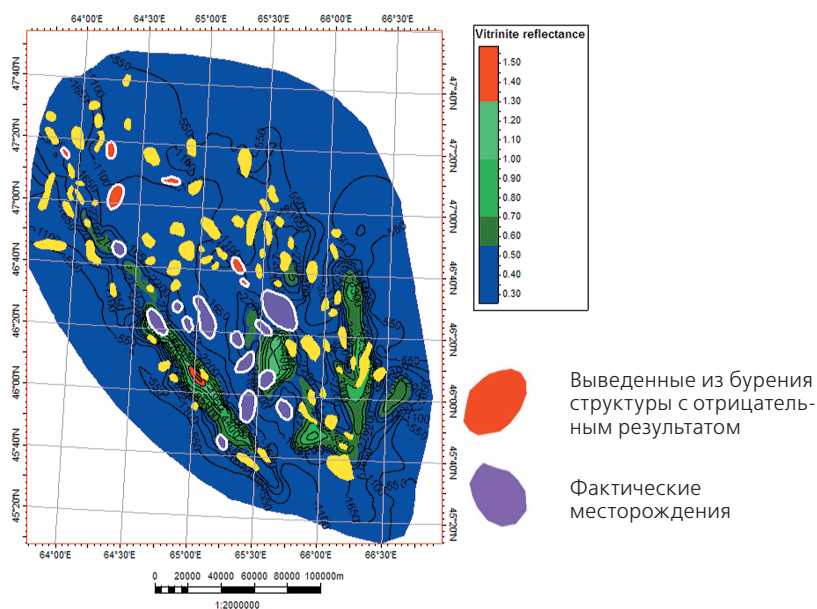


Рисунок 4. Максимально возможное распространение зон зрелых нефтематеринских пород — отражающая способность витринита