



Риски и неопределенности в геологоразведочном процессе

Managing Exploration Risks & Uncertainties

Понятия «геологические риски», «неопределенность», «вероятностная оценка» сопровождают все этапы геологоразведочного процесса и играют в нем ключевую роль. Их необходимо учитывать при планировании и оценке эффективности геологоразведочных работ (ГРР), оценке новых лицензионных участков и новых регионов, обосновании бурения поисковых и разведочных скважин, ранжировании поисковых объектов и лицензий. Чтобы обеспечить корректную оценку параметров, связанных с неопределенностями, необходимо применять правильные методологии.



Александр Фокин (ANFokin@tnk-bp.com),
и.о. директора Департамента экспертизы
ГРР, Группа управлений по международным
проектам и ГРР, БН «Разведка и Добыча»

Alexander Fokin (ANFokin@tnk-bp.com), Acting
Exploration Assurance Dept. Director,
International Projects and Exploration Division
Group, Upstream

Многочисленные факторы рисков, влияющие на успех и коммерческую привлекательность нефтегазового проекта, можно условно разделить на четыре группы: технические, коммерческие, организационные и политические. Геологические риски относятся к первой группе – техническим рискам. Они описывают вероятность наличия или отсутствия залежей нефти и газа при проектировании ГРР, возможный объем запасов и качество углеводородов.

При проектировании ГРР используют такие взаимосвязанные понятия как «вероятность», «риск», «неопределенность». Термины «вероятность» и «риск»

The concepts of 'exploration risk', 'uncertainty' and 'probabilistic evaluation' play a key part throughout the exploration process. These are critical factors that provide the basis for planning, assessment of exploration and appraisal (E&A) success rate, screening of new license blocks and regions, selecting E&A well locations, prospect and license ranking. Appropriate methodologies are the key to credible definition of uncertain parameters.

Multiple risk factors that control the technical and commercial success of an oil and gas project can be roughly grouped into technical, commercial, organizational, and political risks. The technical category includes subsurface risks that are used to describe the probability of presence or absence of hydrocarbon accumulations for E&A planning as well as potential quantity and quality of hydrocarbons.

Subsurface analysis and E&A planning are based on such interrelated concepts as 'probability', 'risk' and 'uncertainty'. Probability and risk describe the likelihood of something happening or not happening, or of a factor being present or

означают возможность наступления или ненаступления каких-либо событий. Эти величины являются взаимообратными и измеряются в долях единицы (Вероятность = 1 – Риск). Понятие «неопределенность» описывает ситуацию, при которой ожидаемый результат не может быть предсказан точно, потому что существует целый ряд возможных результатов.

Геологический риск или обратная ему величина – вероятность нахождения залежи – обусловлены неопределенностями геологического строения исследуемой территории и истории ее формирования. Чем сложнее геология и меньше изученность, тем больше неопределенности и, соответственно, тем больше геологические риски. Поиск и разведка углеводородов включают в себя анализ разнообразной по объему и качеству информации. Правильность оценки рисков зависит от наличия, полноты и достоверности данных, на основе которых выполняется этот анализ. Любой нефтегазовый проект в значительной степени зависит от геологических рисков, поэтому их оценка является приоритетной задачей в геологоразведочном процессе.

Методические подходы ТНК-ВР

При обосновании ценности поисковых объектов эксперты решают две ключевые задачи – анализируют вероятность открытия нефтегазовых залежей и оценивают их прогнозные запасы предполагаемых залежей. Для решения каждой из этих задач в мировой практике существует ряд методических подходов, большинство из которых применяется и в ТНК-ВР.

Независимо от методологии в основе каждого подхода лежит предварительный системный анализ геологических предпосылок нахождения залежей углеводородов. Оценка геологических рисков является лишь заключительной фазой сложного трудоемкого и объемного процесса геологического изучения исследуемой территории с целью поисков месторождений нефти и газа.

Комплекс геологических и геофизических изысканий должен охарактеризовать следующие ключевые факторы, описывающие вероятность нахождения залежей:

- » наличие возможной ловушки углеводородов;
- » наличие коллектора, способного вмещать углеводороды;
- » наличие покрышки (экрана), удерживающей углеводороды;
- » возможность заполнения ловушек углеводородами.

absent. These parameters are reciprocal and are expressed in fractions of a unit (Probability = 1 – Risk).

Uncertainty describes a situation where the expected outcome cannot be definitely predicted because there is a range of possible outcomes. Subsurface risk and its inverse parameter, probability of hydrocarbon discovery (chance of success), stem from the uncertainty in the geological structure and in the history of an area under evaluation. Greater geological complexity and lack of data translate into increased exploration uncertainty and risks. Hydrocarbon exploration and appraisal are based on the analysis of subsurface information of broadly varying quantity and quality. So the accuracy of risk assessment depends on the availability of comprehensive and reliable data. Any hydrocarbon development project is largely constrained by subsurface risks, which makes their evaluation a key element of the exploration process.

TNK-BP Risking Methodologies

Prospect analysis aims to achieve two principal objectives: assess the probability of a hydrocarbon discovery and evaluate its potential resources. Petroleum industry worldwide uses a range of approaches, most of which

are part of the exploration workflow in TNK-BP.

“ Оценка геологических рисков является приоритетной задачей в геологоразведочном процессе

Evaluation of subsurface risks is a key element of the exploration process

”

Regardless of the specific methodology, each approach is

based on a structured subsurface analysis of hydrocarbon play elements that control hydrocarbon presence. The risk analysis is the closing phase of a comprehensive study of geological data.

Geological and geophysical investigations should be designed to define the following prospect risk factors:

- » Container (trap) presence risk
- » Reservoir presence and effectiveness risk
- » Seal presence and effectiveness risk
- » Hydrocarbon charge access risk

A number of methodologies are used to quantify and visualize each risk factor.

Standard Risking Process

Prospect risk analysis based on critical risk elements measured as coefficients is the most common technique, which is an integral part of the E&A planning process in TNK-BP. For an exploration prospect (i.e. a potential hydrocarbon accumulation contained in a reservoir formation, which is expected to be productive), each risk factor is quantified (in unit fractions) and then all the individual risks are multiplied to produce a composite prospect risk (Table 1, on next page).

Продуктивный пласт Reservoir	Ключевые риски / Key Risk Elements				Вероятность открытия (итог) Prospect Risk
	Наличие ловушки Trap Presence	Наличие коллектора Reservoir Presence	Наличие покрышки Seal Presence	Возможность заполнения ловушки Charge Access	
Б2 / В2	0,9	0,7	0,9	0,9	0,51

ИСТОЧНИК: ТНК-ВР / SOURCE: TNK-BP

Табл. 1 Оценка вероятности открытия залежей нефти и газа в виде коэффициентного анализа

Table 1 Prospect Risk Analysis Based on Individual Subsurface Risk Elements

Методические приемы по оценке риска используются для численной оценки и визуального представления вероятностей, обусловленных каждым из этих факторов.

Стандартизация процесса оценки

Оценка вероятности открытия залежей нефти и газа в виде коэффициентного анализа – наиболее часто используемая техника, которая является обязательной процедурой при проектировании геологоразведочных работ в ТНК-ВР. Для каждого объекта (потенциальной залежи в предполагаемом продуктивном пласте) выполняется количественная оценка (в долях единицы) по каждому из ключевых факторов. Итоговое значение вероятности открытия является произведением этих составных вероятностей (Табл. 1).

Особенностью такого анализа является большая доля субъективизма при его выполнении. Величину ключевых рисков, как правило, определяют на качественном уровне, чаще всего основываясь на сравнении геологических особенностей одних объектов с другими на ограниченной территории. При этом геологи используют свой опыт и знания геологической обстановки в исследуемом районе, и каждый автор проводит оценку по-своему, поэтому нередко итоговый риск по одному и тому же объекту у разных исполнителей может значительно отличаться. Соответственно, разница в оценках рисков по объектам-аналогам из разных регионов еще больше.

Стоит отметить, что эта проблема существует в большинстве нефтяных компаний, проектирующих геологоразведочные работы. Итоговые величины рисков используются на разных стадиях планирования и обоснования проведения ГРР и влияют на положение перспективных объектов в списках ранжирования. В связи с этим задача геологов при обосновании рисков – обеспечить максимально возможную объективность.

В качестве эксперимента специалисты Управления ГРР разработали единый шаблон для оценки геологических рисков, который позволяет стандартизовать процесс обоснования и минимизировать влияние субъективных подходов. Шаблон выполнен в виде матрицы, где в качестве ключевых геологических факторов выбраны традиционно используемые вероятности: наличие

To a considerable extent, such analysis relies on expert judgement as the evaluation of key risks is generally qualitative and based on comparisons of geological parameters between similar prospects within a limited area. Geologists largely draw on their expertise in the area of study and each may come up with their own view of the summary risk for a particular prospect that could be vastly at variance with other estimates. Logically, the discrepancy is likely to be yet bigger between prospect analogues in different regions.

Note that most oil and gas companies that run their own exploration business face this dilemma. Composite risks provide valuable inputs at different stages of E&A planning and impact prospect ranking, and subsurface teams should make sure that their risk analysis is as comprehensive and objective as possible.

Exploration Division has developed a subsurface risk template to standardize the prospect evaluation process and minimize subjective influence. It is a matrix containing key prospect risk factors: the presence of trap, reservoir, seal and charge access. Each factor is defined by seven to ten critical parameters with possible variation and values in unit fractions. These numbers are multiplied to estimate key risks and overall prospect risk.

As an example, we can look at eight controls of trap presence divided into three groups. The first group includes parameters related to data used for the subsurface analysis and its quality: seismic data, the number of wells around the prospect, and vertical seismic profiling (VSP) data. The second group comprises parameters that describe the type of trap and confidence in the trap closure. The third includes the parameters, on which the credibility of structural mapping depends, such as vertical closure versus the error margin of structural interpretation, the quality of seismic data, uncertainties of time-to-depth conversion, and the accuracy of ties between seismic reflecting horizons and known stratigraphy (based on well data). Each of the eight parameters has a specific range of variation.

In the course of the analysis, each parameter should be assigned an appropriate value that reflects the characteristics of the evaluated prospect. The product of multiplied individual risks is the composite prospect risk. This approach will help narrow down the variation between risk assessments made by different specialists.

ловуш- ки, коллектора, покрышки, вероятность заполнения углеводородами.

Для каждого фактора подобрано от семи до десяти наиболее влияющих параметров, определены возможные варианты их изменения и численные значения в долях единицы. Численные значения являются составляющими множителями в оценке ключевых рисков и общего геологического риска.

В качестве примера можно рассмотреть восемь влияющих параметров, выбранных для одного из ключевых факторов – наличия ловушки. Они разбиты на три группы. В первую входят параметры, связанные с данными, используемыми для анализа, и их качеством, – это данные сейморазведки, количество скважин вокруг изучаемого объекта, а также данные вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Вторая группа включает параметры, относящиеся к типу и надежности замыкания ловушки, третья – параметры надежности структурных построений, такие как амплитуда ловушки по отношению к точности структурных построений, качество сейсмических данных, неопределенности, возникающие при преобразовании «время – глубина», а также привязка отражений, регистрируемых при проведении сейсмических исследований. Для каждого из восьми приведенных параметров подобраны варианты изменения.

Работа с шаблоном заключается в выборе для всех параметров значений, соответствующих исследуемому геологическому объекту. Результатом умножения составных долей вероятности будет определяемое значение геологического риска. Использование такого подхода позволит значительно снизить разброс оценок рисков при выполнении анализа разными специалистами.

Очевидное вероятное

Изменение геологических рисков по площади распространения исследуемых горизонтов отображается на так называемых вероятностных картах, которые составляются для распределения пород-коллекторов, покрышек, нефтематеринских пород. В зависимости от изменения параметров производится раскраска наиболее перспективных или рискованных

Common Risk Segment Mapping

The lateral variation of geological risks across evaluated horizons is visualized on common risk segment (CRS) maps reflecting the distribution of reservoirs, seals and hydrocarbon source rocks. Depending on the parameters, different areas on CRS maps are colour-coded with red, yellow or green for highest, medium and low risk respectively. Individual CRS maps (of reservoir, seal risks, etc.) are multiplied to produce a composite CRS map, which in combination with a relevant structural map helps high-grade the most likely hydrocarbon prospects. CRS mapping is based on gross depositional environment (GDE) maps, seismic facies, geochemistry data, and geographic information systems data. The CRS mapping workflow is shown in Fig. 1.

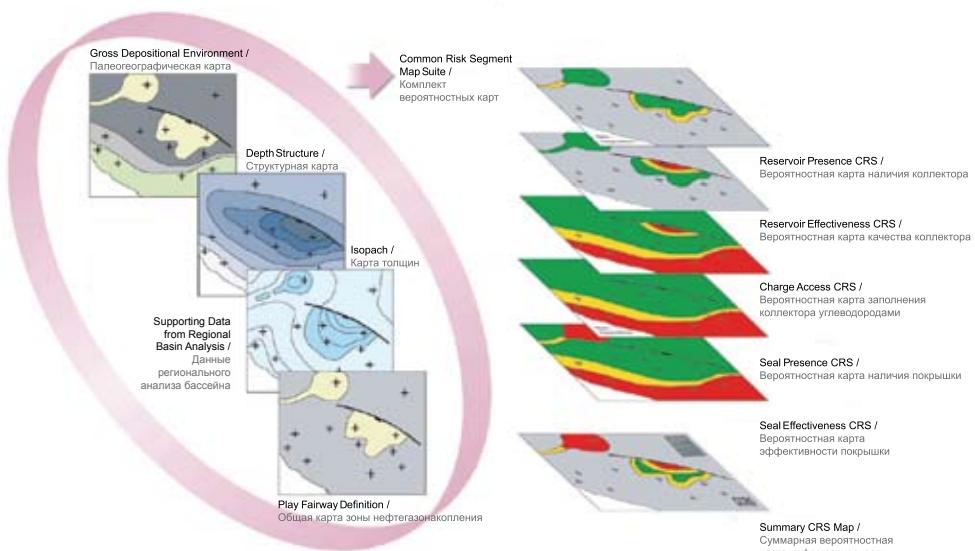


Рис. 1 Принцип построения вероятностных карт

Fig. 1 Generation of CRS Maps

The CRS approach has the benefit of providing a consistent framework of subsurface risk analysis, which can be applied across large areas to identify exploration prospects with the highest chance of success.

The CRS methodology is widely used in Tyumen Petroleum Research Center (TNRC) for building risk maps based on regional GDE maps to plan exploration and appraisal drilling. Further on, these maps get increasingly detailed and accurate as new seismic and well data become available.

Probabilistic method has become a standard practice in TNK-BP for pre-drill resource evaluations for exploration prospects and appraisal targets. It is used to generate a probability distribution to support base case, upside and downside resource estimates that are subsequently used as a basis for commercial project scenarios.

Unlike the deterministic approach, this method recognizes that there is uncertainty around the estimates of each of

зон. Суммирование вероятностных карт дает итоговую карту риска, сравнение которой со структурной основой позволяет делать выводы о перспективах нахождения залежей углеводородов в изучаемом районе. Построение карт риска базируется на картах палеогеографии, картах изменения свойств пород по данным сейсморазведки и геоинформационных систем, данных геохимических изысканий. Принцип построения вероятностных карт представлен на Рис. 1.

Преимущество метода вероятностных карт заключается в том, что он обеспечивает систематический анализ геологических рисков на значительных территориях, а также позволяет выявить зоны с наиболее высокой вероятностью нефтегазоносности.

Данный вид анализа активно применяется в Департаментах геологоразведки Тюменского нефтяного научного центра (ТННЦ). Вероятностные карты, построенные на базе региональных карт палеогеографии, используют при планировании поискового и разведочного бурения. Новые данные по результатам выполненных сейсморазведочных работ и пробуренных скважин позволяют проводить детализацию и уточнение существующих карт.

Без ошибок

Применение вероятностной методики стало обычной практикой при прогнозной оценке запасов поисковых и разведочных объектов в ТНК-ВР. Она используется для обоснования минимальных, базовых и максимальных оценок ресурсов, которые затем используются в различных сценариях расчетов инвестиционных проектов.

Преимущество этой методики перед обычной детерминистской оценкой запасов заключается в том, что она позволяет учесть влияние неопределенностей всех подсчетных параметров, участвующих в оценке. Подсчет запасов выполняется по традиционным формулам, но в качестве подсчетных параметров используются не средние величины, а их статистические распределения. Расчеты производятся в программах, позволяющих выполнять стохастическое моделирование методом «Монте-Карло». Результат расчетов представляется также в виде распределения прогнозных запасов, где каждой вероятности от 0% до 100% соответствует своя величина запасов.

the input parameters. While using conventional reserves equations, the input variables are assigned values from statistical distributions rather than averaged parameters. The estimate calculations are run with specialist software tools for Monte Carlo stochastic modeling and their output is plotted as a reserves distribution curve where each probability value from 0 percent to 100 percent corresponds to a specific volume of potential hydrocarbon resources.

Although the probabilistic method has been globally applied as a proven tool, its application requires caution, for instance, with deriving the overall probability for several reservoir formations and combining probabilistic estimates with subsurface risking. This is where typical mistakes are frequently made by specialists in many companies.

Geologists who are new to the methodology have no problem with using software like Crystal Ball for probabilistic analysis. It takes about an hour to learn the functionality, but in order to make sure the generated results are meaningful, it is important to follow some rules of handling both input and output probabilistic data.

“Специалисты Управления ГРР разработали единый шаблон для оценки геологических рисков, который позволяет стандартизовать процесс обоснования и минимизировать влияние субъективных подходов”

The Exploration Division has developed a subsurface risk template to standardize the prospect evaluation process and minimize subjective influence

Table 2 shows an example of probabilistic resource estimate for a prospect containing three reservoir units, with volume predictions made for each unit and expressed in probabilities (percentiles): P10,

P20, ..., P90. In this example, the total prospect resource represents the sum of volumes based on specific percentiles for each target horizon, a mistake made by exploration teams when this methodology was being introduced in TNK-BP.

This problem is described in a publication posted on the SPE website (see E.C. Capen. “Probabilistic Reserves. Here at Last?”, SPE, 2001), which discusses the rules of probabilistic analysis and a proper way of estimating total resources of a stacked pay prospect. In Crystal Ball, along with probabilistic evaluation of individual reservoir horizons, it is necessary to make a probabilistic estimate of the total amount in all the horizons, which will be considerably different from a simple addition of individual volumes. While oil resource probabilities in separate horizons are independent of each other, the total estimate will show a much narrower distribution range. This can be easily explained by rules evaluating probabilities of independent events. In our case, the probability P that at least one of the three independent events with probabilities of P_1 , P_2 , and P_3 , or that their combination will occur is as follows: $P=1-(1-P_1)*(1-P_2)*(1-P_3)$. With this approach,

Пласт Reservoir Unit	Подсчетные параметры / Volumetric Parameters						Начальные геологические запасы (детерминистская оценка), тыс. т Deterministic Oil in Place Estimate, '000 t	Результаты вероятностной оценки в персентелях, тыс. т Probabilistic Estimate in Percentiles, '000 t		
	Площадь, тыс. м ² Area '000 sq.m	Нэф, м h (Net Reservoir Thickness) m	Кп, д.ед. Φ (Porosity)	Кн, д.ед. S _o (Oil Saturation)	Плотность нефти, т/м ³ Oil Density, t per cu. m	Пересчетный коэффициент, д.ед. FVF (Formation Volume Factor)		90%	50%	10%
A	2000	10,0	0,15	0,8	0,85	0,87	1775	1207	1742	2383
B	1000	15,0	0,18	0,85	0,85	0,87	1697	1128	1659	2319
C	3000	10,0	0,16	0,8	0,85	0,87	2840	1886	2775	3882
Суммарная детерминистская оценка по объекту / Total Deterministic Oil-in-Place (OIP)							6312			
Арифметическая сумма по персентилям по пластам А+В+С / Total Percentiles for A+B+C Reservoir Units							4222	6176	8584	
Моделирование суммарных запасов (А+В+С) в программе Crystal Ball / Total OIP (A+B+C) Modeled in Crystal Ball							5050	6260	7645	

ИСТОЧНИК: ТНК-БР / SOURCE: TNK-BP

Табл. 2 Пример вероятностной оценки запасов по поисковому объекту. Сравнение общих запасов P10, P50, P90 по объекту, полученных путем простого арифметического суммирования по пластам и расчета в программе Crystal Ball

Table 2 Probabilistic Oil-in-Place Evaluation. P10, P50, P90 Volumes Derived by Simply Adding up OIP Volumes vs. Crystal Ball Estimate

Вероятностная методика уже давно отработана в мировой практике, однако все еще существует ряд вопросов, связанных с верностью применения метода в различных случаях, как например, при определении суммарной вероятностной оценки по нескольким пластам и совместного применения с величинами геологического риска. Это типичные ошибки, которые совершают специалисты многих компаний.

У новичков не вызывает затруднений применение вероятностной оценки в программных средствах типа Crystal Ball – освоение такого программного обеспечения занимает не более часа. Однако получение корректных результатов требует соблюдения правил обращения с вероятностными величинами – как с исходными, так и с результирующими данными.

В Табл. 2 представлен пример вероятностной оценки по поисковому объекту, содержащему три перспективных горизонта, по каждому из которых выполнен прогноз с результатами в виде вероятностей (персентиляй) P10, P20, ..., P90. В этом примере итоговое значение прогноза запасов по объекту в целом представлено в виде сумм запасов по соответствующим персентилям каждого горизонта. Это ошибочное действие при поведении прогнозов выполнялось подразделениями ГРР в начале внедрения вероятностной оценки в работу.

На сайте SPE есть публикация, описывающая эту типичную ошибку (см. E.C. Capen. «Probabilistic Reserves. Here at Last?», SPE, 2001). В статье излагаются правила действий с вероятностными величинами, а также правильный подход для получения суммарной прогнозной оценки. Для выполнения корректной оценки

the overall probability increases relative to P1, P2, and P3, and the uncertainty range becomes narrower. If horizons are dependent due to their geological characteristics, the probabilistic evaluation has to take into account the relationships between parameters that describe the geological linkage, resulting in a wider distribution range of the total hydrocarbon amount.

Probabilistic Reserves and Subsurface Risks

Also noteworthy is the method of calibrating probabilistic evaluation against subsurface risking. Fig. 2 shows a distribution of unrisked total oil-in-place (OIP) for a prospect. It clearly illustrates the relationship between probabilistic estimate and prospect risk (chance of a hydrocarbon discovery); the subsurface risk is essentially a qualifying coefficient for the probability axis, and not the OIP axis.

Risk factors are estimated and applied to forecast reserve additions and describe the probability of hydrocarbon discoveries. Correct risking of expected volumes minimizes the variance between plan and actual reserves delivered by subsequent E&A drilling. If reserves estimate is based on the conventional deterministic method, the overall prospect volume should be multiplied by the risk factor. With the advent of probabilistic tools, exploration teams in TNK-BP commonly fell into the pitfall of risking probabilistic outcomes in the same manner.

Deterministic results are average values that give the right answer when multiplied by risk. But applying risk factors to resource volumes that correspond to P10, P20, ..., P90 probabilities is a flawed methodology. This is where Crystal Ball helps to get things right. At first, its output may seem strange. For example, with a risk of 0.5, P50 or lower

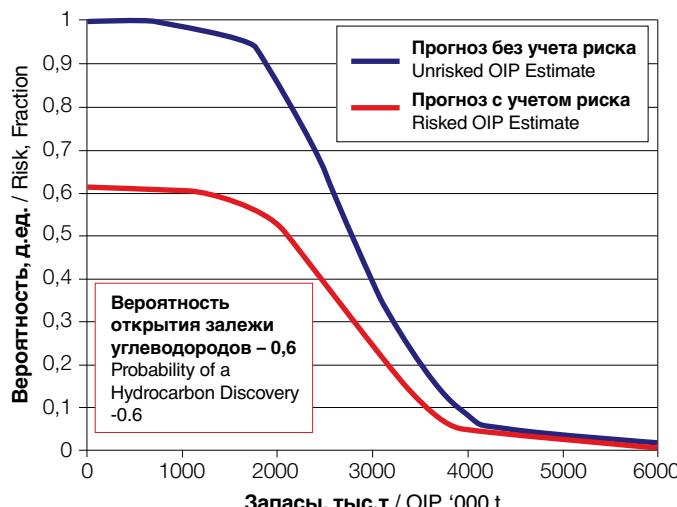


Рис. 2 Интегральные распределения вероятностной оценки запасов по поисковому объекту без учета и с учетом геологического риска

Fig. 2 Risked and Unrisked Probability Distributions of Prospect Oil-in-Place Quantities

суммарных запасов по объекту в программе Crystal Ball наряду с прогнозами по отдельным горизонтам необходимо выполнить также прогноз по сумме запасов по всем горизонтам. Итоговая суммарная оценка, выполненная программой, будет значительно отличаться от простой арифметической суммы оценок по отдельным пластам. Если вероятности содержания запасов нефти по горизонтам независимы друг от друга, то диапазон правильного распределения суммарной оценки будет гораздо меньше. Это легко объясняется правилами действий с вероятностями независимых событий. Для нашего случая вероятность P наступления хоть одного из трех независимых событий с вероятностями P_1, P_2, P_3 или их совместного наступления равна: $P=1-(1-P_1)*(1-P_2)*(1-P_3)$.

Итоговая вероятность по отношению к P_1, P_2, P_3 при такой операции увеличивается, следовательно, диапазон неопределенности уменьшается. При вероятностной оценке по горизонтам, зависимым друг от друга по каким-либо геологическим особенностям, проводятся корреляционные связи по параметрам, описывающим эти особенности. Диапазон итогового прогноза при этом увеличивается.

Комбинирование вероятностной оценки с геологическими рисками

Стоит также уделить внимание совместному применению вероятностной оценки и величин геологического риска. На Рис. 2 изображены интегральные распределения вероятностной оценки запасов по одному из геологических объектов без учета и с учетом геологического риска. Этот рисунок хорошо иллюстрирует суть правильного

probability volumes can be zero. But note that the chance of success of 0.5 means that there is a 50-percent risk of prospect failure.

Smart risk assessment helps companies avoid direct economic and reputational losses, leading to reduced market capitalization, so the application of efficient risking workflows to all aspects of subsurface management is a critical activity for any oil and gas business.

взаимодействия вероятностной оценки и значений риска (вероятности открытия залежи углеводородов). Она заключается в том, что геологический риск, по сути, является масштабирующим коэффициентом оси вероятностей, а не оси запасов.

На практике коэффициенты риска используются при планировании прогнозных приростов запасов и описывают возможность нахождения залежей углеводородов. При реализации программы ГРР правильная оценка рисков позволяет добиться значений фактических приростов запасов, близких к запланированным. При прогнозе приростов с применением обычной детерминистской оценки итоговые значения запасов по объектам умножаются на значения рисков. По аналогии с этим, в начале внедрения вероятностной оценки в производственный процесс в подразделениях ГРР, результаты вероятностной оценки также умножались на значения рисков, что является неверным подходом.

Результаты детерминистской оценки представлены средними значениями, и их умножение на вероятность дает корректный результат. Однако умножать величину риска на значения запасов, соответствующие вероятностям $P_{10}, P_{20}, \dots, P_{90}$, методически неверно. Корректную оценку с учетом рисков также можно выполнить в программе Crystal Ball. Результаты оценки на первый взгляд могут показаться необычными. К примеру, при значении риска 0,5 значения запасов, соответствующие вероятностям P_{50} и меньше, равны 0. Однако надо иметь в виду, что вероятность успеха 0,5 означает, что в 50% случаев может наступить «неуспех».

Правильная оценка рисков позволяет избежать прямых экономических и репутационных потерь, а также ухудшения рыночной капитализации. Поэтому для любой нефтяной компании эффективная оценка рисков по всем аспектам недропользования является одной из ключевых задач.

Спасибо компании TNK-BP и журналу «Новатор» за предоставление материалов.

Published with thanks to TNK-BP and Innovator Magazine