

НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 1920 ГОДУ • ВЫПУСК 1097

ФЕВРАЛЬ

2'2015

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
работы нефтяной и газовой отраслей
топливно-энергетического комплекса России
ЗА ЯНВАРЬ-ДЕКАБРЬ 2014 г.

Журналу «НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО» – 95 лет!

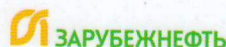
УЧРЕДИТЕЛИ
ЖУРНАЛА



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



РОСНЕФТЬ



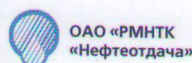
ЗАРУБЕЖНЕФТЬ



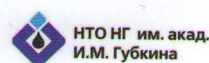
TATNEFT



БАШНЕФТЬ
АКЦИОНЕРНАЯ НЕФТНАЯ КОМПАНИЯ



ОАО «РМНТК
«Нефтеотдача»



НТО НГ им. акад.
И.М. Губкина

УЧАСТНИКИ
ИЗДАНИЯ ЖУРНАЛА



СНХ
СНОВАТОРСКОЕ ОБЩЕСТВО
«СНОВАТОРСКОЕ ОБЩЕСТВО»



ГАЗПРОМ
НЕФТЬ



ГМС
ГРУППА
Гипрокомнефтегаз



НИПУ

Экономико-математическая оценка нефтегазового месторождения методом реальных опционов с применением факторов риска

И.А. Пономарева, Д.Э.Н.,
Ю.Г. Богаткина, К.Т.Н.,
Н.А. Еремин, Д.Т.Н. (ИПНГ РАН)

Адрес для связи: ubgt@mail.ru

Economic and mathematical estimation of oil
and gas field by the method of real options with
the risk factors application

I.A. Ponomareva, Yu.G. Bogatkina, N.A. Eremin
(Oil and Gas Research Institute of RAS, RF, Moscow)

E-mail: ubgt@mail.ru

Key words: economic estimation, investment gas project, cost estimate,
options, the design decisions.

The mathematical method, which allows to consider the forecasted changes in the external factors, and also the possibility to react on them and to make the corresponding decisions at the stage of the estimation of project is considered. The Black - Scholes financial model gives the possibility to determine the forecast optional cost of sites with the specific portion of risk. At that the degree of the authenticity of the estimation of all reserves, the oil prices and expenditures forecast, and also the possibility of the flexible reaction of the company to changes in these factors is taken into account. After the overestimation of the investment portfolio the decision can be accepted about the retention of those sites, whose optional cost proved to be high, and the putting up the remaining sites for sale on the appropriate cost.

Ключевые слова: экономическая оценка,
инвестиционный нефтегазовый проект, стоимостная
оценка, опционы, проектные решения.

Стоимостная оценка новых нефтяных активов на практике обычно основывается на определении чистого дисконтированного дохода (ЧДД) по варианту (вариантам) разработки, что играет ключевую роль в принятии оптимального решения. Если ЧДД положительный, то компания начинает бурение и разработку лицензионных участков. Если лицензионные участки оцениваются как неперспективные, т.е. необходимые издержки слишком высокие по сравнению с ожидаемыми доходами, то разработка откладывается. У этого метода есть существенный недостаток: не учитывается право нефтегазодобывающего предприятия отсрочить время начала реализации проекта с целью ожидания лучших рыночных условий или гибко реагировать на негативные изменения рынка для минимизации затрат по нефтегазовому инвестиционному проекту, увеличивая доход и уменьшая убытки.

Решению поставленной задачи может способствовать применение метода «реальных» опционов [1], позволяющего на стадии оценки нового актива учесть прогнозируемые изменения внешних факторов, а также возможности менеджеров реагировать на них и принимать соответствующие решения. Владелец лицензионного участка может провести доразведку запасов или дожидаться ожидаемого повышения цен на нефть. С помощью финансовой модели Блэка – Шоулза менеджеры предприятия могут определить прогнозную опционную стоимость участков с конкретной долей риска; учесть неопределенность объема запасов нефти, будущих цен на нефть и затрат; принять модель эффективной технико-экономической политики компании по освоению ресурсов нефти и газа на каждом лицензионном участке. После переоценки инвестиционного портфеля руководители предприятия могут принять решение сохранить те участки, опционная стоимость которых оказалась высокой, а остальные выставить на продажу по их истинной стоимости.

Способ оценки методом реальных опционов в сфере нефтегазовых инвестиционных проектов обеспечивает полноту охвата стоимостных элементов, включая ожидаемую величину изменения дохода на протяжении срока действия инвестиционного проекта. При этом для нефтегазовой отрасли характерно использование опционов роста, в которых осуществляются долгосрочные инвестиции с целью получения финансовых выгод в будущем.

В связи с этим приведем формулу Блэка – Шоулза, которая может применяться для оценки экономической эффективности разработки нефтегазового месторождения

$$C_0 = P \cdot e^{-y \cdot t} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot t} \cdot N(d_2), \quad (1)$$

где C_0 – опционная стоимость месторождения за время t ; P – выручка от реализации продукции; X – суммарные затраты по проекту; $N(d_1)$, $N(d_2)$ – интегральные функции нормального распределения (вероятностные показатели); $y = \ln(1 + 1/t)$ – мера, характеризующая финансовый риск актива по проекту; r – безрисковая ставка, составляющая 10 %.

Показатели d_1 и d_2 определяются по формулам

$$d_1 = [(\ln(P/X) + (r - y + \sigma^2/2) \cdot t)] / \sigma \sqrt{t}, \quad (2)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}, \quad (3)$$

где σ – стандартное отклонение доходности, для активов нефтяной промышленности составляет 41,15 % [<http://www.valueline.com/>].

На основании формулы (1) проведем экономическую оценку целесообразности разработки месторождения А. Это новое малодобитное месторождение с труднодоступными, обводненными запасами углеводородов, добываемых в сложных природно-климатических усло-



Рис. 1. Оценка стоимости месторождения А методами реально-го опциона (1) и ЧДД (2)

вях. Разработка месторождения началась с 2012 г. 20 добывающими вертикальными скважинами, про-ектный срок разработки – 24 года. За этот срок прогно-зируемые извлекаемые запасы нефти должны составить 1,2 млн. т при коэффициенте извлечения нефти (КИН), равном 29 % и обводненности – 97 %. Экономические показатели освоения месторождения рассчитывались по созданной в ИПНГ РАН методике «Комплексная эконо-мическая оценка месторождений природных углеводо-родов» и созданному на ее основе программному про-дукту [2]. При этом расчетная величина дисконтирован-ной выручки от добычи нефти составила 6172 млн. руб., суммарные дисконтированные затраты – 6231 млн. руб., а ЧДД – 59 млн.руб., что свидетельствует об убыточно-сти инвестиционного проекта по доходной модели. Если выполнить оценку по опционной модели, учитывающей важность неопределенности, то, как показали расчеты, дисконтированная выручка от реализации продукции составила 1557 млн.руб., дисконтированные затраты – 1095 млн. руб., а дисконтированная стоимость место-рождения за проектный срок разработки – 462 млн. руб. (рис. 1). Прокомментируем полученные результаты.

На стоимость месторождения влияет несколько факто-ров неопределенности: добыча; цена на нефть; затраты. Предполагаемый объем удельных затрат и добычи был предоставлен нефтяной компанией «Северное Сияние», а цены на нефть с учетом ее реализации на внутреннем и внешнем рынках принят по факту за 2012 г. По данным статистических исследований добыча и цены в совокупно-сти дают процентное среднее квадратичное отклонение δ темпов роста операционных притоков денежных средств, равное 41 %. Владеющая опционом компания должна вести ежегодные прогнозные расходы с учетом модели полного налогообложения. На основе расчета прогнозных затрат и выгод можно оценить срок действия опциона, ко-торый определяется по динамике накопленной опционной стоимости проекта (см. рис. 1).

Как показывают расчеты, разница в оценке месторожде-ния по опционной и доходной моделям составляет 521 млн. руб., что представляет собой «стоимость адап-тивности» (ценность возможности гибкого принятия ре-шений), обусловленную тем, что владелец опциона не обя-зан немедленно принимать решение об инвестировании всей суммы. Именно этот момент игнорируется в расчете ЧДД. Кроме того, опционная оценка учитывает «стои-мость обучаемости», т.е. ценность возможности приобре-тения новой информации. Это особенно важно, так как стратегические решения редко принимаются единовре-менно, особенно в капиталоемких отраслях промышлен-

ности. Особое внимание необходимо уделить анализу чувствительности при оценке эффективности проекта по критерию опционной стоимости месторождения C_0 .

Некоторыми отечественными и зарубежными иссле-дователями разрабатываются методы оценки эффектив-ности и риска инвестиционных проектов на основе тео-рии нечетких множеств (ТНМ) [3–14]. В данных мето-дах вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа. При использовании математического аппарата ТНМ экспертам необходимо формализовать свои представления о возможных значе-ниях экономических критериев, ранжируя их по степени возможности. Следует отметить, что нечетко-интер-вальный метод применен в разработанной интеллекту-ально-логической системе для оценки риска при реали-зации инвестиционного проекта. Система позволяет просчитать возможные рисковые ситуации рассматри-ваемого инвестиционного проекта по критерию C_0 в виде таблицы, что дает возможность получить числен-ную оценку рискованности проекта, определить степень влияния факторов риска на его эффективность.

Оценим устойчивость параметра C_0 для месторожде-ния. Его значение зависит от указанной системы при от-клонении от проекта регулирующих параметров, к кото-рым относятся процентное изменение добычи углеводо-родов, изменение цен на продукцию, капитальных вло-жений и эксплуатационных затрат (см. таблицу). При

Изменение показателей, %	C_0 , тыс. руб.	IRR,	Срок окупае-мости, число лет
Добыча нефти:			
-20	309956,08	19,3	11
-15	347528,88	20,2	10
-10	384779,21	21	10
0	461651,00	22,7	10
10	529719,93	23,8	9
15	562720,34	24,2	9
20	595378,24	24,7	9
Цена на внешнем рынке:			
-20	275123,06	18,3	11
-15	322157,93	19,5	11
-10	368167,29	20,6	10
0	461651,00	22,7	10
10	554174,36	24,5	9
15	599222,11	25,3	9
20	643831,55	26	9
Капитальные вложения:			
-20	505229,68	25,1	9
-15	495309,34	24,5	9
-10	484870,27	23,9	9
0	461651,00	22,7	10
10	429436,92	21,1	10
15	414762,51	20,5	10
20	399881,74	19,9	10
Текущие затраты:			
-20	471992,83	23	10
-15	469404,75	22,9	10
-10	466817,54	22,9	10
0	461651,00	22,7	10
10	456497,96	22,5	10
15	453858,45	22,5	10
20	451203,23	22,4	10

Примечание. IRR – индекс рентабельности инвестиций.

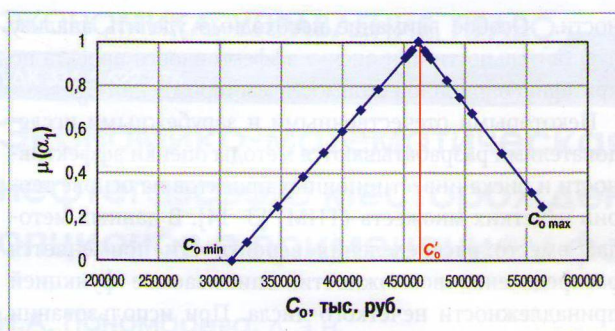


Рис. 2. Функция $\mu(\alpha_1)$ принадлежности нечеткого числа C_0

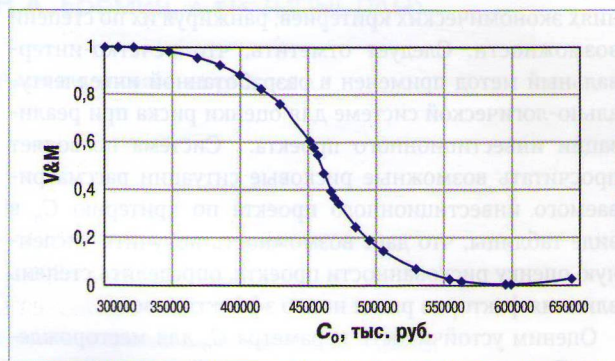


Рис. 3. функция степени риска неэффективности инвестиций V&M по проекту

оценке риска параметр C_0 обладает «размытостью». В качестве оценочного показателя в системе используется «треугольное нечеткое число», которое находится в диапазоне $[C_{0\min}, C_{0\max}]$, а также принимается, что C_0' является величиной, полученной без отклонений регулирующих параметров по проекту. По данным таблицы строится треугольная функция $\mu(\alpha_1)$ принадлежности нечеткого числа C_0 (рис. 2), а на основании ее – функция степени риска неэффективности инвестиций V&M по проекту (рис. 3) [5, 6]. Из полученных результатов следует, что степень риска по параметру C_0 незначительная и имеет положительные значения при всех отклонениях регулирующих параметров в диапазоне $[-20\%, 20\%]$, что свидетельствует о высокой устойчивости проекта.

Таким образом, использование математического аппарата оценки эффективности и устойчивости нефтегазовых инвестиционных проектов позволяет экспертам принимать оптимальные решения по инвестированию и быть уверенными в том, что из ряда альтернативных решений будет выбран эффективный вариант с наименьшей степенью риска [7–14].

Список литературы

1. Ампилов Ю.П., Герт А.А. Экономическая геология. – М.: Геоинформмарк, 2006. – 400 с.
2. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах. – М.: Наука, 2006. – 134 с.
3. Деревянко П.М. Сравнение нечеткого и имитационного подхода к моделированию деятельности предприятия в условиях неопределенности. В сб. Современные проблемы экономики и управления народным хозяйством // Тр. ин-та СПбГИЭУ. – 2005. – Вып. 14. – С. 289–292.

4. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике/пер. с фр. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб.: Сизам, 2002. – 181 с.
6. Недосекин А.О. Оценка риска инвестиций по NPV произвольно-нечеткой формы. – СПб.: Сизам, 2004. – 200 с.
7. Пономарева И.А., Еремин Н.А., Богаткина Ю.Г. Экономико-методическое моделирование разработки нефтегазовых месторождений. – М.: Наука, 2010. – 112 с.
8. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах. – М.: Наука, 2006. – 134.
9. Еремин Н.А. Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. – М.: Наука, 1994. – 462 с.
10. Еремин Н.А., Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г. Применение теории нечетких множеств для оценки риска нефтегазовых инвестиционных проектов на условиях СРП // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 9. – С. 78–80.
11. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Поисковый алгоритм в автоматизированной системе технико-экономической оценки месторождений нефти и газа // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 105–108.
12. Интеллектуальный графический интерфейс для моделирования вычислений технико-экономических показателей вариантов разработки нефтегазовых месторождений/ Ю.Г. Богаткина, И.А. Пономарева, Н.А. Еремин, Л.А. Овчаров // Нефтяное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 60–62.
13. Теория нечетких множеств в выборе методов воздействия на нефтяную залежь/А.Б. Золотухин, Н.А. Еремин, Л.Н. Назарова, Е.М. Пономаренко // Нефтяное хозяйство. – 1991. – № 11. – С. 21–23.
14. Eremin Alexander N., Eremin Anton N., Eremin Nikolai A. Smart fields and Wells. – PC of Kazakh-British Technical University (KBTU) JSC, 2013. – 344 p.

References

1. Ampilov Yu.P., Gert A.A., Ekonomicheskaya geologiya (Economic geology), Moscow: Geoinformmark Publ., 2006, 400 p.
2. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., Kompleksnaya ekonomicheskaya otsenka mestorozhdeniy uglevodorodnogo syr'ya v investitsionnykh projektakh (A comprehensive economic evaluation of hydrocarbon deposits in investment projects), Moscow: Nauka Publ., 2006, 134 p.
3. Derevyanko P.M., Comparison of fuzzy and imitation modeling approach to activity of the enterprise in conditions of uncertainty (In Russ.), Collected papers "Sovremennyye problemy ekonomiki i upravleniya narodnym khozyaystvom" (Modern problems of the economy and economic management), Proceedings of SPbGIEU, 2005, V. 14, pp. 289–292.
4. Dubois D., Prade H., Possibility theory: an approach to computerized processing of uncertainty, Plenum Press, New York, 1988.
5. Nedosekin A.O., Nchetko-mnozhestvennyy analiz riska fondovykh investitsiy (Fuzzy multiple risk analysis of a stock investment), St. Peterburg: Sezam Publ., 2002, 181 p.
6. Nedosekin A.O., Otsenka riska investitsiy po NPV proizvol'no-nchetkoy formy (Risk assessment of investments in arbitrarily-fuzzy shape of NPV), St. Peterburg, 2004, 200 p.
7. Ponomareva I.A., Eremin N.A., Bogatkina Yu.G., Ekonomiko-metodicheskoe modelirovanie razrabotki neftegazovykh mestorozhdeniy (Economic and methodological modeling of oil and gas fields development), Moscow: Nauka Publ., 2010, 112 p.
8. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., Kompleksnaya ekonomicheskaya otsenka mestorozhdeniy uglevodorodnogo syr'ya v investitsionnykh projektakh (A comprehensive economic evaluation of hydrocarbon deposits in investment projects), Moscow: Nauka Publ., 2006, 134 p.
9. Eremin N.A., Modelirovanie mestorozhdeniy uglevodorodov metodami nechetkoy logiki (Modelling of hydrocarbon deposits by methods of fuzzy logic), Moscow: Nauka Publ., 1994, 462 p.
10. Eremin N.A., Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Application of fuzzy sets theory to assess the risk of oil and gas investment projects in terms of the production sharing agreement (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2011, no. 9, pp. 78–80.
11. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., The search algorithm of automated system of a technical and economic estimation of oil and gas fields (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2009, no. 4, pp. 105–108.
12. Bogatkina Yu.G., Ponomareva I.A., Eremin N.A., Ovcharov L.A., Smart graphical user interface for modeling of technical and economic performance calculations for the oil and gas fields development (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 1998, no. 4, pp. 60–62.
13. Zolotukhin A.B., Eremin N.A., Nazarova L.N., Ponomarenko E.M., The theory of fuzzy sets in the choice of methods of influence on oil pool (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 1991, no. 11, pp. 21–23.
14. Eremin A.L.N., Eremin An.N., Eremin N.A., Smart fields and wells, A Textbook PC of Kazakh-British Technical University (KBTU) JSC, 2013, 344 p.