

## **ОПЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНОГО УЧАСТКА В УСЛОВИЯХ РИСКОВ**

*Юлия Андреевна Николова*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, студент, тел. (999)466-91-47, e-mail: julia.a.nikolova@gmail.com

*Лариса Владимировна Скопина*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, тел. (913)937-86-83, e-mail: l.v.skopina@gmail.com

Изучены современные методы оценки эффективности инвестиционного проекта, показаны преимущества и недостатки использования модели реального опциона в сравнении с моделью DCF. Доказано, что в условиях высокой волатильности цен на нефть и низкой изученности запасов и ресурсов, эффективным инструментом оценки является радужный опцион. Предлагается выделить стадии: геологоразведочных и эксплуатационных работ. Расчет опционов проводится по модели Блэка-Шоулза.

**Ключевые слова:** риски в нефтедобыче, оценка эффективности инвестиций, мировая цена на нефть, модель DCF, реальный опцион, радужный опцион, модель Блэка-Шоулза.

## **OPTIONS METHOD FOR OIL EXPLOITATION INVESTMENT PROJECT EFFICIENCY EVALUATION UNDER RISK CONDITIONS**

*Julia A. Nikolova*

Novosibirsk State University, 2, St. Pirogova, Novosibirsk, 630090, Russia, Student, phone: (999)466-91-47, e-mail: julia.a.nikolova@gmail.com

*Larisa V. Skopina*

Novosibirsk State University, 2, St. Pirogova, Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, phone: (913)937-86-83, e-mail: l.v.skopina@gmail.com

In this work modern methods of investment project efficiency evaluation were studied, advantages and disadvantages of using the real option model were shown in comparison with the DCF model. It is proved that a rainbow option is an effective valuation tool in conditions of high oil prices volatility and low study of reserves and resource. Two stages may be identified: mineral exploration and maintenance work. Black-Scholes model was used for option pricing.

**Key words:** oil production risks, investment project efficiency evaluation, world oil price, DCF model, real option, rainbow option, Black-Scholes model.

### ***Введение***

В настоящее время экономика России характеризуется высокими темпами инвестиций в промышленность. Прибыльным направлением инвестирования,

как для государства, так и для частных инвесторов является нефтяной комплекс. Нефтяной сектор является одним из ключевых звеньев российской экономики. Он обеспечивает около 60% экспорта, налоги составляют 30% и более бюджета страны. За январь-июль 2019 года, по последним данным Минфина, нефтегазовые доходы составили 4,78 трлн. руб., или 41,7% всех доходов федерального бюджета за этот период. Подробнее на РБК [1].

В связи с высокой эффективностью нефтегазового комплекса России перед государством и инвесторами стоят задачи по реализации проектов разработки новых лицензионных участков, как в традиционных, так и в новых районах добычи на Востоке страны и в Арктике. Недостаточная геолого-экономическая оценка в этих регионах, ограниченная технико-экономическая информация относительно новых объектов разработки в условиях высокой волатильности мировых цен на нефть порождает необходимость выбора эффективного метода оценки целесообразности разработки новых лицензионных участков. Работа посвящена выбору метода оценки лицензионного нефтяного участка в зависимости от геолого-экономической изученности объекта.

### *Методы и материалы*

Главным фактором формирования нефтегазового комплекса и показателем темпов его развития является мировая цена на нефть. На её формирование влияют многие факторы, среди которых: экономические (темпы роста мировой экономики, соотношение спроса и предложения, изменение курса валют, объём инвестиций), геологические (запасы нефти, глубина залегания) и геополитические (конфликты, войны, решения ОПЕК). К тому же немаловажными факторами являются сезонные изменения, влияющие на спрос нефти, экстремальные погодные условия (ураган, грозы, торнадо).

Зависимость цены от соотношения спроса и предложения можно проследить на примере роста стоимости нефти Urals (70,0 долл. США/бар.) [2] в начале 2018 года. Данный рост обусловлен «дефицитом предложения», являющимся результатом обвала добычи нефти в Венесуэле, роста мирового спроса на нефть, соглашения ОПЕК+ о сокращении совокупной нефтедобычи, сокращение добычи Саудовской Аравией и введения экономических санкций США против Ирана.

Некоторые эксперты [3] считают, что данные факторы влияют на формирование цены, только в условиях совершенного рынка. При сложившейся же экономике необходимо учитывать, как макроэкономические показатели, так и соотношения рыночных цен нефти, золота и фондовых индексов.

Прогнозом мировых цен на нефть занимаются многие инвестиционные корпорации, банки, Институты развития, ОПЕК, МЭА и др. Такие прогнозы имеют большое влияние на экономику стран. Однако, по мнению экспертов [4] ошибка таких прогнозов на четыре года может достигать 50-60%. Такая неточ-

ность связана с быстро меняющейся обстановкой в мире, а так же политической, экономической и социальной нестабильностью.

Использование метода реальных опционов для оценки нефтяного участка, предполагает моделирование цен на нефть. В данной работе прогнозирование цен проведено на основе статистических данных за последние 17 лет [5]. После их обработки и сглаживания рядов, была установлена средняя цена на нефть в 2020 году в районе 55 долл./баррель. Данные результаты были получены в декабре прошлого года. Безусловно, авторы понимают, что данный прогноз в полной мере не отражает сегодняшнее состояние нефтяной отрасли. Сложившаяся ситуация в мире, связанная с распространением вируса и мировым кризисом является непосредственным доказательством необходимости учета в модели рисков. Поэтому данный результат используется лишь для иллюстрации применения опционного метода к оценке инвестиционного проекта по разработке нефтяного месторождения.

Выбор метода оценки эффективности инвестиционного проекта очень сложная и многосторонняя работа, т.к. на каждом этапе необходимо учитывать много факторов риска и неопределенности, имеющих, как количественную, так и качественную оценку. Подробно виды неопределенности и их описание представлены в работе [6]. Вдобавок необходимо учитывать достоинства и недостатки каждого метода, и его область определения в зависимости от свойств рассматриваемого участка, на котором будет осуществляться геологоразведка и добыча нефти.

Первым рассматриваемым методом будет метод DCF (дисконтирование денежных потоков). Математическая формула метода DCF [7] задается следующим образом:

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^N \frac{NCF(t)}{(1+R)^t} + \frac{VRR}{(1+R)^N} \quad (1)$$

где NPV - чистая приведенная стоимость, I - первоначальный объем инвестиций, NCF(t)-чистый поток доходов в период t, VRR - стоимость не добытых к концу прогнозного периода, но доступных для извлечения запасов, R - ставка дисконтирования, N - срок жизни проекта.

Чистый дисконтированный доход - это сумма входящих денежных потоков, показывающая действительную, приведенную стоимостную величину, которая будет получена при осуществлении инвестиционного проекта. Значение NPV может быть как положительным, указывающим на целесообразность инвестирования в проект, так и отрицательным, указывающим на его нерентабельность.

Основным преимуществом DCF метода является простота, наглядность и универсальность в применении.

Очевидным недостатком является отсутствие «гибкости», статичность рассматриваемой инвестиционной ситуации. При использовании данного метода

не учитываются риски и неопределенности, что может привести к неточным оценкам. Для малоизученных месторождений NPV часто принимает отрицательное значение, хотя данный район нефтедобычи может являться рентабельным. Такая проблема решается путем объединения нескольких объектов или откладыванием разработки на некоторый период.

Методом, учитывающим не только поступления и расходы денежных средств, но и риски, обусловленные факторами неопределенности, является метод реальных опционов. Данный метод основан на предположении, что любая инвестиционная возможность может быть рассмотрена, как финансовый опцион – ценная бумага, дающая владельцу право купить или продать в течение установленного времени акции или другие ценные бумаги по заранее установленной цене. Реальный и финансовый опционы являются «гибкими» инструментами, которые предполагают возможность менеджера подстраиваться к изменяющейся ситуации. Разница между ними состоит во владении разными активами, позволяющими сделать выбор в будущем. В финансовом опционе под активом понимается контракт (фьючерсы, европейский «call» опцион), в реальном опционе материальные активы (инвестиции, ресурсы, производственные мощности и т.д.).

Одним из основных способов подсчета цены опциона является формула Блэка-Шоулза [8], разработанная в 1973 году Fisher Black и Myron Scholes. Это модель оценки европейского опциона «call» (дает право купить базовый актив по цене исполнения в любое время при или до наступления даты истечения опциона) без промежуточных выплат (дивидендов).

Применение модели Блэка-Шоулза основано на сравнении реального и финансового опционов. Данное сравнение и связь параметров с факторами неопределенности представлены в таблице.

Формула Блэка-Шоулза имеет следующий вид [10]:

$$C(S, t) = S\Phi(z) - Xe^{-rt}\Phi(z - \sigma\sqrt{t}),$$

$$z = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}e^{-rt}\right)}{\sigma\sqrt{t}} + \frac{\sigma\sqrt{t}}{2}, \quad (2)$$

где  $0 < \Phi(z) < 1$  - коэффициент хеджирования, функция стандартного нормального распределения (математическое ожидание равно 0, среднеквадратическое отклонение равно 1). Данный коэффициент представляет собой область, в которой происходит рост стандартной нормальной кривой до уровня  $z$ .

Ранее говорилось, что модель Блэка-Шоулза имела допущение, что дивиденды не выплачиваются. Однако это противоречит сущности реальных опционов. Поэтому для оценки стоимости месторождения требуется корректировка формулы (2) в соответствии с принципами оценки долгосрочных активов, по которым в течение жизни опциона происходит выплата дивидендов.

Формула (2) с учетом дивидендов принимает вид:

$$C(S, t) = Se^{-yt} \Phi(z) - Xe^{-rt} \Phi(z - \sigma\sqrt{t}),$$

$$z = \frac{\ln\left(\frac{S}{X} e^{-(r-y)t}\right)}{\sigma\sqrt{t}} + \frac{\sigma\sqrt{t}}{2}, \quad (3)$$

$$y = \frac{1}{t} \approx \ln\left(1 + \frac{1}{t}\right).$$

### Связь параметров с рисками

Параметр	Финансовый опцион	Реальный опцион	Виды рисков
Цена базового актива (S)	Цена акции	Приведенная стоимость ожидаемых денежных потоков проекта	
Цена исполнения (X)	Цена страйка (цена исполнения)	Приведенная стоимость инвестиционных затрат по проекту	Геологические риски (ошибочное оценивание запасов, ошибочная качественная и количественная оценка запасов и т.д.), риск роста темпов инфляции, риск издержек, экологические риски, управленческие риски
	В период ГРР: капитальные затраты на ГРР. В период разработки месторождения: затраты на бурение, обустройство промысла		
Волатильность ( $\sigma$ )	Волатильность цены акции	Волатильность будущих денежных потоков от проекта	Риск снижения цен на нефть, риск изменения курса иностранной валюты и рубля
	В период ГРР: стандартное отклонение коэффициентов подтвержденных запасов по нефтяному району. В период разработки месторождения: стандартное отклонение мировых цен на нефть.		
Безрисковая процентная ставка ( $r$ )	Доход государственных облигаций.		
	В период ГРР: облигации федерального займа (ОФЗ). В период разработки месторождения: доходность по еврооблигациям		
Доходы или упущенная выгода у государства или предприятия ( $y$ )	Обязательные платежи по проекту (налоги, пошлины и т.д.), использованная в течение действия проекта сумма чистой прибыли и амортизации; упущенные из-за ожидания доходы собственника		Риск изменения налогового законодательства, технологические риски.
Срок действия опциона ( $t$ )	Время истечения срока действия опциона. В период ГРР: период проведения ГРР. В период разработки месторождения: срок действия лицензии на добычу полезных ископаемых		Отзыв лицензии, риск отзыва лицензии на грр и разработку.

Источник: составлено авторами на основе [9].

Опцион на освоение природных ресурсов в значительной мере подвержен влиянию двух видов неопределенности, т.е. является «радужным» [9]. В связи с этим применение обычной модели Блэка-Шоулза может привести к неточным оценкам. Поэтому в своей работе [9] Е.В. Мазурина предлагает разделить период освоения участка на два этапа:

1. период проведения ГРП, где основным источником неопределённости является подтверждаемость запасов. Для него характерен большой объем инвестиций, без выплаты дивидендов, поэтому для подсчета стоимости опциона применяем формулу (2);

2. период добычи полезных ископаемых, здесь в качестве неопределенности выступает изменение цен на сырье. В этот период происходит выплата дивидендов, соответственно стоимость опциона определяется формулой (3).

Данному методу присуще большое количество допущений: распределение цен по логнормальному броуновскому движению, отсутствие зависимости параметров от времени и задания рисков извне. Несмотря на данные допущения метод реальных опционов с применением формулы Блэка-Шоулза позволяет более точно оценить проект даже на начальном этапе разработки, когда проекту присуще большое количество неопределенностей. В этом случае при рассмотрении разных вариантов реализации проекта, есть возможность выбора наиболее выгодного из них.

Еще одной опционной моделью оценки стоимости месторождения является модель М. J. Brennan и E. S. Schwarz (1985) [11]. Данная модель определяет реальный опцион со стороны главного актива – запасов месторождения [3]. Варьируя уровень добычи, подбирается портфель, у которого поток платежей воспроизводит предполагаемый денежный поток от проекта. Соответственно, текущий доход от проекта равен стоимости портфеля. Подробнее данная модель описана в работе Н.А. Магаева, Л.В. Скопиной, М.В. Рымаренко и Г.М. Мкртчяна [12].

На практике применять данную модель трудно, что связано с большим количеством параметров, каждый из которых должен быть учтен, а так же наличие уравнений в частных производных затрудняет получение решения.

Выбор метода инвестиционной оценки, проводится относительно объекта исследования. В нашем случае нефтяного месторождения Сибирской платформы, критерием выбора способа оценки будет выступать степень геологической изученности бассейна. Критерием уровня изученности объекта являются категории запасов, добываемых на данном месторождении. Подробно классификация запасов нефти описана в [13].

По данным [14], [15] месторождения Восточной Сибири и Якутии обладают низкой плотностью сейсморазведочных работ 0,1 км/кв.км, низкой степенью разведанности углеводородных ресурсов (12%), большой долей неоткрытых ресурсов (75%), большим объемом суммарных ресурсов нефти (14 млрд.т.). Все это подтверждает актуальность финансирования геологоразведочных работ в данных регионах.

## *Результаты*

В рамках данной работы была проведена оценка месторождения Сибирской платформы методом DCF с использованием треугольных чисел [16] и опционным методом с применением модели Блэка-Шоулза. Параметры рассматриваемого участка, необходимые для его оценки, предоставлены к.э.н., с.н.с. Скопиной Л.В., а так же взяты из источника [15].

Для расчета NPV экспертно [17] зададим следующие треугольные числа:

- Дебит скважин, т/сут. (20,25,30);
- Цена нефти, долл./барр. (40,55,70), руб./т. (18322,25192,32063);
- Ставка дисконта (0.12,0.18,0.22);
- Стоимость эксплуатационного бурения 1 м. проходки, долл. (1000, 1300,1800), руб. (68614,89199,137229).

Осуществив расчет детерминированного значения NPV, а так же его верхней и нижней границы было найдено треугольное значение ЧДД (млн.руб.) – (-53293,98; 23834,46; 155042,6). Для оценки эффективности проекта был задан интервал достоверности [0,9;1], которому соответствует интервал NPV от 16121 до 36954 млн. руб. Значения NPV из данного промежутка реализуются как надежные, а риск неэффективности составляет 26,7%.

Для сравнения результатов и получения наиболее полной и точной стоимостной оценки инвестиционного проекта воспользуемся опционным методом. Итоговая стоимость колл-опциона в период ГРП составляет 520618,26 млн.руб., а в период разработки месторождения составляет 445679,13 млн.руб. Исходя из того, что радужный опцион исполняется по лучшему результату [9] следует, что стоимостная оценка участка будет составлять 520,618 млрд.руб.

## *Обсуждение*

Опираясь на полученные результаты можно заключить, что проект при заданных параметрах рекомендуется к дальнейшей разработке и является коммерчески эффективным. Сравнивая результаты двух методов, видно, что оценка объекта через расчет NPV во много раз меньше оценки методом реальных опционов. Такой результат указывает на существенную недооценку стоимости рассматриваемого месторождения. Причиной этому служит высокая степень неопределенности и риски, которые не учитываются в NPV, но учитываются в опционном подходе.

## *Заключение*

При написании работы были описаны и изучены современные методы оценки инвестиционного проекта, а так же показано их применение на практике. На основании проведенных исследований можно утверждать, что при высокой волатильности цен на нефть и низкой изученности месторождения эффективным инструментом оценки является радужный опцион. Актуальность при-

менения метода реальных опционов обуславливается необходимостью быстрого реагирования менеджмента на изменения рынка и точного оценивания инвестиций в высокорисковые проекты. Несмотря на это при применении метода могут возникнуть трудности связанные с множеством параметров, носящих оценочный характер. Поэтому необходимо иметь понимание теоретической и практической стороны метода и данных, используемых для расчета стоимости проекта.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеева О. Треть доходов бюджетной системы России оказалась связана с нефтью и газом [Электронный ресурс] // сайт rbc.ru. URL: <https://www.rbc.ru/economics/22/08/2019/5d555e4b9a7947aed7a185de> (дата обращения: 25.12.2019).
2. Исполнение федерального бюджета и бюджетов бюджетной системы Российской Федерации за 2018 г. [Электронный ресурс]: отчет Министерства финансов Российской Федерации от 05.12.2018. – Доступ из официального сайта «Минфин России».
3. Скопина Л.В., Рымаренко М.В. Метод реальных опционов в оценке стоимости запасов нефти при условии неопределенности в динамике цены: монография. – Вестник НГУ, 2012. – С. 69–80. – (Социально-экономические науки).
4. Гурвич Е.Т., Прилепский И.В. Анализ экспертных и официальных прогнозов цен на нефть // Вопросы экономики. – 2018. – N 4. – С. 26–48. doi:10.32609/0042-8736-2018-4-26-48.
5. Годовой график цен на нефть Urals [Электронный ресурс] // сайт nefturals.ru. URL: <https://nefturals.ru/> (дата обращения 20.01.2020).
6. Скопина Л.В., Шубников Н.Е. Методический подход к оценке инвестиционных проектов в нефтедобыче в условиях неопределенности и рисков // Вестник НГУ. – 2014. – Т. 14, N2. – С. 24–37.
7. Костылев А.О. Совершенствование методов экономической оценки нефтегазовых ресурсов с учетом факторов неопределенности: дис. ... канд. экон. наук. Новосибирск, 2016.
8. Black F., Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities // Journal of political economy. 1973. Vol. 81. – P. 637–654.
9. Мазурина Е.В. Оценка стоимости ресурсов углеводородов в условиях высокой степени неопределенности [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6, N 2. URL: [http://www.ngtp.ru/rub/3/13\\_2011.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/3/13_2011.pdf) (дата обращения: 17.02.2020).
10. Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности инновационных проектов с использованием опционного и нечетко-множественного подходов: монография. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018. – 336 с.
11. Brennan M.J., Schwarz E.S. Evaluating natural resource investments // Journal of Business. 1985. Vol. 58(2). – P. 135–157.
12. Магаев Н.А., Скопина Л.В., Рымаренко М.В., Мкртчян Г.М. Метод реальных опционов в оценке стоимости месторождений // Мир экономики и управления. – 2019. – Т. 19, N 2. – С. 31–48. doi: 10.25205/2542-0429-2019-192-31-48.
13. Об утверждении методических рекомендаций по применению классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов [Электронный ресурс]: распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.02.2016 N 3-р. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. Филимонова И.В., Эдер Л.В., Немов В.Ю, Проворная И.В. Прогноз добычи нефти в регионах Восточной Сибири и республике Саха (Якутия) // Бурение и Нефть. – 2019. – N 7. – С. 9–19.

15. Шарф И.В. Анализ структуры финансирования геологоразведочных работ в регионах Восточной Сибири // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12, N1. – С. 196–202.
16. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетких множеств: дис. ... док.экон.наук. Санкт-Петербург, 2003.
17. Скопина Л.В., Шубников Н.Е. Построение экспертной системы для геолого-экономической оценки нефтяных месторождений в условиях неопределенности и рисков // – Якутск: Изд-во Якут. науч. Центра СО РАН, 2014. – N 4. – С. 11–15.

© Ю. А. Николова, Л. В. Скопина, 2020