

МЕТОД РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ В ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ПРИ УСЛОВИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ДИНАМИКЕ ЦЕНЫ

Анализируются способы моделирования цены на нефть, используемые при расчетах стоимости месторождений по методике реальных опционов. Обсуждаются возможности использования прогнозных цен разных сценариев развития, разработанных экспертами Института энергетической стратегии. Рассматривается практическое использование описанных методов, приводятся результаты расчетов для месторождения в Республике Саха (Якутия).

Ключевые слова: показатели эффективности, инвестиционный проект, оценка запасов, реальный опцион, динамика цен на нефть.

Метод дисконтирования денежных потоков

В современной экономике существует довольно много подходов к оценке бизнеса и инвестиционных проектов. Традиционные методики оценки инвестиций основаны на методе дисконтирования денежных потоков (DCF – Discounted Cash Flows). Стоимость объекта оценивается как суммарная величина потоков доходов, которые могут быть получены в результате разработки оцениваемого объекта. Целевые показатели эффективности – чистая текущая стоимость (NPV), индекс рентабельности (PI), период окупаемости с учетом дисконтирования (DPP), внутренняя норма рентабельности (IRR) [1]. Но такой способ оценки дает наиболее достоверные результаты при осуществлении пассивных инвестиций (инвестиции в ценные бумаги). Он основан, как правило, на бухгалтерских подходах, не требующих сложных математических расчетов, и предназначен для компаний, функционирующих в стабильной внешней среде и отраслях промышленности. Метод DCF широко используются в практике оценки инвестиционных проектов, в том числе проектов по разработке участков недр, однако применение метода может приводить к недооценке, и в большинстве случаев, особенно при негибкой системе налогообложения, показать бесперспективность разработки месторождения. Но такой результат зачастую противоречит практике, поэтому методика все чаще используется с различными модификациями, призванными учесть существующие риски и неопределенность.

Введение в теорию реальных опционов

Все финансовые вложения трансформируются именно в реальные инвестиции, а финансовый рынок при всей кажущейся сложности, независимости и многообразии лишь обслуживает реальный сектор экономики. При длительном росте цен на бумаги эмитента, не сопровождающимся адекватным увеличением производства и соответственно реальной стоимости компании, все равно наступает «момент истины», когда несоответствие становится слишком очевидным. Это может приводить к катастрофическим последствиям не только для компании, но и для рынка или отрасли в целом.

При инвестициях в реальные активы применяются более сложные по расчетному аппарату методики оценки, включая методики, основанные на опционах, как финансовых, так и ре-

альных. Такое инвестирование подразумевает, что лицо, располагающее свободными денежными средствами, вкладывает их не в ценные бумаги, а в реальные активы, с последующим управлением ими, направленным на получение выгоды. Прогнозируемая доходность этих инвестиций предполагается выше доходности инвестиций в ценные бумаги с сопоставимым уровнем риска. Повышенная доходность может быть обеспечена за счет рационального управления инвестициями в реальные проекты.

Проблемы оценки проектов, возникающие перед современными быстрорастущими компаниями, в том числе в информационной сфере, кардинальным образом отличаются от проблем и проектов, развиваемых в стабильных сферах бизнеса. Как оценить молодую, но быстрорастущую компанию, находящуюся в стадии интенсивного развития или имеющую высокую степень неопределенности, относительно базового продукта или актива? Для каждого условия и решаемых задач необходимо найти адекватный метод исследования.

Основным подходом в оценке эффективности инвестиционных проектов вообще и проектов по разработке нефтегазовых месторождений в частности признан доходный подход, основанный на методе дисконтирования денежных потоков (DCF). Однако на ранних стадиях освоения углеводородных ресурсов очень высока неопределенность и риски инвесторов, что обуславливает ограниченность применения традиционных методов. Возникает потребность в разработке способов оценки, учитывающих высокую неопределенность исходных данных при решении задач эффективного управления инвестированием. Также необходимо принимать во внимание гибкость процесса разработки благодаря формированию рациональной стратегии добычи, учитывающей различные параметры и их изменения.

Методом оценки бизнеса, позволяющим учитывать возможность гибкого управления компанией, является метод реальных опционов. На финансовых рынках опционы приобрели популярность и получили широкое распространение довольно давно. Развитие теории реальных опционов началось несколько позже. Открытие в академических работах феномена реальных опционов произошло в середине 1980-х гг., а в 90-х гг. статьи о реальных опционах появились в самых престижных периодических научных и научно-практических изданиях: Harvard Business Review, McKinsey Quarterly, Management Science, Journal of Applied Corporate Finance, Sloan Management Review и др. Несмотря на это, в странах Запада этот метод оценки инвестиций и бизнеса уже широко используется, в российской же практике он пока встречается редко, лишь на экспериментальном уровне.

Реальные опционы могут рассматриваться с двух различных позиций. Во-первых, как чрезвычайно мощный и универсальный инструментальный решения различных задач – прежде всего обоснования проектов капиталовложений и оценивания. Во-вторых, как объективно существующий универсальный управленческий процесс, эквивалентный пониманию стратегии в ее динамике, которым необходимо научиться осознанно управлять. Таким образом, реальным опционом называется возможность принятия инвестором гибких решений в условиях неопределенности.

Важно отметить, что, несмотря на кажущееся противостояние методов традиционных и основанных на опционном подходе, они не являются изолированными друг от друга. Применение теории реальных опционов на практике зачастую использует традиционные методы дисконтирования денежных потоков для промежуточной и более детализированной оценки инвестиций. Теория реальных опционов – это альтернативный взгляд на инвестиции и оценку проектов, в большей мере отвечающий требованиям времени.

Преимущества метода реальных опционов

Главной особенностью оценки с использованием теории опционов является учет неопределенности и управленческой гибкости. Основываясь на работах [2; 3] в этой области, определим два типа неопределенности, возникающей при принятии управленческих решений: эндогенная и экзогенная (неопределенность рынков). Эндогенная неопределенность относится к внутрифирменным факторам и может быть диверсифицирована посредством создания портфеля проектов. Экзогенная неопределенность является чертой рынка, влияющей на допустимые характеристики проектов, поэтому лишь в некоторой степени может быть диверсифицирована посредством портфельного подхода. Таким образом, применительно

к теории реальных опционов эндогенная неопределенность влияет на возможность создания опциона, в то время как экзогенная обуславливает его стоимость.

Основу реального инвестиционного проекта, как и финансового опциона, составляет обладание неким активом, позволяющим сделать выбор в будущем. В случае реальных опционов это могут быть различные виды активов, обладание которыми дает фирме возможность запустить некий проект. Такими активами могут быть:

- патент, дающий право на использование определенной технологии в течение срока его действия;
- непосредственно технология, которая в силу своей уникальности позволяет запустить некоторый уникальный проект. Сроком действия опциона в этом случае будет тот период времени, в течение которого данная технология (или продукт, производимый с ее использованием) будет актуальной и не потеряет своей уникальности;
- основные средства, представляющие собой фиксированную часть издержек проекта и позволяющие при осуществлении инвестиций в необходимые ресурсы, составляющие переменную часть издержек проекта, начать производство некоторого продукта. Такими основными средствами могут быть земля, здания, сооружения, оборудование и т. д.;
- лицензия на право эксплуатации участков земли, недра которых содержат законсервированные или неразведанные ресурсы. Обладание такой лицензией дает право начать разработку при благоприятной внешней конъюнктуре или получении дополнительной информации по результатам геологического исследования;
- льготы, контакты, привилегии, соглашения – все, что дает возможность получения дохода или другой материальной или нематериальной выгоды в будущем. Центральной проблемой в этом случае является определение возможной будущей выгоды от совершения некоторого действия сегодня [2].

Стоимость приобретения актива, дающего возможность реализовать некий инвестиционный проект, является платой за опцион, или, в терминах, используемых в теории финансовых опционов, премией. Если оценка опциона, т. е. средние прогнозируемые денежные потоки от реализации опциона, превысит плату за опцион, его исполнение является выгодным.

В целом реальные опционы имеют ценность в случаях, когда:

- проект осуществляется в условиях неопределенности, и она непосредственно влияет на стоимость проекта;
- менеджмент проекта обладает управленческой гибкостью в принятии решений;
- стратегии менеджмента являются реальными, рациональными и осуществимыми [4].

Невыполнение хотя бы одного из этих условий приводит к обесцениванию реального опциона.

Итак, теорию реальных опционов необходимо применять для оценки проектов, имеющих дело с рынками, которым присуща большая степень неопределенности. Зачастую это проявляется в значительном уровне волатильности цены базисного актива.

Моделирование динамики цены

Основным источником неопределенности является цена на нефть. При оценке нефтегазового месторождения источником неопределенности могут быть не только будущая динамика цены на нефть, но и величина и геологические характеристики запасов, а также сложность технологий, необходимых для их наиболее полного извлечения. Вместе с тем качество прогнозирования мировых цен на нефть является очень важным управляющим параметром. На практике уровень волатильности цены нефти очень высок, поэтому прогнозирование динамики является чрезвычайно важной задачей. Проблема усложняется также вследствие того, что на нефтяных биржах доминируют спекулянты, продающие «виртуальные баррели». Таким образом, на биржевые цены влияют не только текущие факторы, но и различные информационные сигналы. Широко известным является тот факт, что объемы торгов обычно падают при относительно стабильных ценах.

Другой характерной особенностью нефтяного рынка является фактическое отсутствие текущей цены. Все контракты по физической поставке нефти являются срочными, однако, в целом, биржевые котировки ближайших к исполнению фьючерсных контрактов сильно

коррелируют с ценами реальных сделок, а поскольку информация по ним общедоступна, их часто используют в научных исследованиях в качестве спот (текущих) цен.

Таким образом, адекватное прогнозирование цены на нефть представляет определенную проблему, решение которой имеет очень большое значение. Для определения опционной оценки инвестиционного проекта важно обладать информацией относительно стоимости базисного актива в ожидаемый будущий момент исполнения проекта. В теории и практике опционной оценки эта задача решается посредством анализа стохастических (случайных) процессов изменения цены актива в прошлом. Основой служит теория стохастических процессов А. А. Маркова¹, согласно которой будущая цена актива определяется из текущей цены и параметров стохастического процесса, описывающего изменение стоимости актива в прошлом.

Стохастический процесс описывает последовательность событий, подчиняющихся законам теории вероятностей, и позволяет предсказывать вероятность наступления случайных, на первый взгляд, событий в будущем. Имея достоверный стохастический процесс, описывающий изменение цены базисного актива, можно определить его будущую цену с определенной вероятностью, что, в свою очередь, позволяет оценить стоимость опциона. Ключевой проблемой и для реальных, и для финансовых опционов является нахождение достоверного стохастического процесса, описывающего изменения стоимости базисного актива. Основные способы оценки методом опционов используют моделирование стохастического процесса на основании ряда исходных данных с учетом степени неопределенности.

При моделировании цены на нефть в непрерывном времени используются произвольные экзогенные стохастические процессы общего вида:

$$dS = \mu(S, t)dt + \sigma(S, t)d\omega;$$

где

S – текущая цена барреля нефти;

μ – некоторая функция, описывающая тенденцию;

σ – среднее квадратическое отклонение цены (волатильность);

$d\omega$ – стандартный винеровский процесс.

Процессом Винера называется стохастический процесс, обладающий следующими свойствами:

1) $\Delta\omega = \varepsilon\sqrt{\Delta t}$, где $\Delta\omega$ – изменение переменной ω за интервал времени Δt , а ε – нормально распределенная переменная со средним, равным 0, и среднее квадратическое отклонением, равным 1;

2) значения $\Delta\omega$ для разных интервалов времени Δt взаимно независимы [5].

Таким образом, величина $\Delta\omega$ обладает следующими свойствами: ее среднее равно 0, среднее квадратическое отклонение – $\sqrt{\Delta t}$, дисперсия – Δt .

Достаточно часто для моделирования цены на нефть используется также геометрическое броуновское движение, популярность которого отчасти объясняется тем, что такое представление дает возможность получить аналитическое решение для дифференциальных уравнений второго порядка, возникающих в процессе моделирования. Такой подход впервые использовали Бреннан и Шварц для оценивания природных ресурсов с помощью реальных опционов [6].

Еще одним распространенным подходом к моделированию цены на нефть является предположение о том, что в долгосрочной динамике цены на сырую нефть стремятся к среднемировой себестоимости добычи, которая, с одной стороны, определяется истощением ресурсной базы (рост издержек) и уровнем инфляции, а с другой – усовершенствованием технологий добычи (снижение издержек).

При использовании подхода предполагается, что существует некая «средняя» номинальная цена на нефть, к которой стремится стоимость длинных фьючерсных контрактов. То, что длинные фьючерсы стремятся к этой цене, свидетельствует о том, что у рынка «подсознательно» присутствует стремление вернуться к своему среднему значению. Такой подход ис-

¹ Чернова Н. И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. URL: www.nsu.ru/mmftvims

пользуется в работах многих авторов, например [7; 8]. Но, на наш взгляд, эта методика была бы вполне адекватна для ситуации равновесия в условиях совершенного рынка. Но вследствие определяющего влияния спекулянтов на ценовую ситуацию на рынке сырой нефти в исследовании баланса спроса и предложения для прогнозирования будущей динамики цен особого смысла нет. Однако целесообразно использование показателя среднемировой себестоимости добычи, как некоего ориентира нижней границы изменения цены барреля нефти.

Эти аргументы послужили основанием моделировать цены на нефть с помощью процессов «возвращения к среднему» (*mean reverting processes*). Простейшим примером такого процесса является арифметический процесс Орнштейна – Уленбека [9]:

$$dS = \lambda(\bar{S} - S)dt + \sigma d\omega.$$

Условия стационарности и ограниченности определяют диапазон $0 < \lambda < 1$, \bar{S} – долгосрочное среднее значение цены барреля нефти.

Обоснованием применения данной модели служит результат наблюдений за рынком фьючерсов на нефть. Если текущие цены низки, то наблюдается ситуация, когда длинные фьючерсы стоят дороже коротких, если текущие цены повышаются, то наблюдается обратная ситуация.

Стационарное поведение рынка часто нарушается вследствие влияния политических и военных кризисов, которые в последнее время все чаще возникают в мире. События чрезвычайного характера могут способствовать появлению скачков в нефтяном ценообразовании. Эти скачки (шоки) являются следствием действующих разнонаправленно факторов: огромное влияние спроса на энергоносители со стороны крупных развивающихся стран (Китай, Индия, Бразилия), желание ОПЕК оставаться организацией, определяющей в значительной мере цену на нефть, борьба развитых стран за сферы влияния и экономические ресурсы (природные ресурсы, рынки сбыта, трудовые ресурсы и др.).

Потенциал ОПЕК определяется уникальными характеристиками запасов, низкой себестоимостью добычи, высокими дебитами скважин. Все это позволяет нефтяному картелю достаточно быстро и с небольшими затратами менять уровень производства. Между тем даже небольшие относительные изменения добычи – всего 1–2 % от мирового уровня – существенно нарушают баланс спроса и предложения. В то же время средний спрос на нефть достаточно инерционен. В частности, как показывают многочисленные исследования [10; 11], потребление нефти крайне неэластично по отношению к цене на временных интервалах менее одного года.

Обострение борьбы за нефтяные ресурсы мы можем видеть на примере Ливии. Ведущие мировые экономики стремятся захватить контроль над крупнейшими ресурсами с помощью военных операций. Наряду с этим, отмечается сильно возрастающий спрос на энергоносители со стороны быстроразвивающихся стран, таких как Китай, Индия, Бразилия, которые также могут быть заинтересованы в расширении доступа к ресурсам. Значительное влияние оказывает наличие террористической угрозы, зачастую исходящей из стран, экспортирующих нефть. Таким образом, в настоящее время также нельзя исключать вероятности резких изменений цены (шоков).

Описанные проблемы находят свое отражение и в моделировании цены на нефть. Интерес представляют модели, в которых цены, помимо случайных броуновских возмущений, могут испытывать так называемые пуассоновские шоки. Они отражают непредсказуемые резкие изменения в цене, которые происходят из-за появления неожиданной, экстраординарной информации. Пуассоновский скачок может быть как позитивным (рост цены), так и негативным (падение цены).

Пуассоновские шоки можно описать с помощью модели Пуассона – Гаусса:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma_s d\omega + dq,$$

$$dq = \begin{cases} 0, & \text{с вероятностью } 1 - \lambda dt; \\ \varphi - 1, & \text{с вероятностью } \lambda dt \end{cases};$$

φ – величина шока; λ – параметр Пуассона [9].

Правая часть данного уравнения состоит из трех элементов. Первый элемент несет информацию о прошлой динамике цен, описывает тенденцию. Второй элемент представляет постоянно существующую неопределенность, которая отражается в случайных ежедневных небольших колебаниях цены. Третий элемент моделирует пуассоновский скачок, вероятность появления которого λdt .

К недостаткам данного способа прогнозирования можно отнести его достаточно сложный математический аппарат, однако при наличии соответствующих программных продуктов расчеты не представляют особой проблемы.

Сценарный подход и метод опционов

На практике для сравнения результатов часто осуществляются расчеты с использованием сценарного подхода. Метод сценариев позволяет учесть одновременное влияние изменений нескольких факторов риска на цену базисного актива, причем в каждом случае набор данных факторов может быть индивидуальным. Отсюда следуют и основные недостатки, которыми обладает данный метод: во-первых, необходимость выполнения достаточно большого объема работ по отбору и аналитической обработке информации для каждого возможного сценария развития, во-вторых, большую долю субъективизма в выборе сценариев развития и назначении вероятностей их возникновения. Однако, несмотря на указанные недостатки, именно метод сценариев часто используется практиками при проведении расчетов по эффективности инвестиционных проектов. Это связано с тем, что основной объем работы проводится группой экспертов, а результаты зачастую публикуются в средствах массовой информации. И, хотя ради справедливости следует заметить, что долгосрочные прогнозы почти никогда в дальнейшем не соответствуют реальному положению дел, представляется необходимым обсудить в данной работе существующие сценарии.

Метод сценариев в энергетической программе

Наибольшее внимания, на наш взгляд, заслуживает программа развития Института энергетической стратегии, которая предполагает, что во второе десятилетие XXI века существующие тенденции в энергопотреблении кардинально изменятся, и вместо бурного роста 1998–2008 гг. будет наблюдаться стагнация потребления или даже спад физических объемов².

В двухтысячные годы нефти не хватало, в следующем десятилетии может сложиться ситуация, когда нефти будет не просто недостаточно, но даже много. Причем не на локальном отрезке времени, как это случилось, например, в 1998 г., но и в дальнейшем на долгосрочную перспективу. Это, по мнению разработчиков программы, принципиально новый момент (по крайней мере, для последних 30 лет), и в этих условиях крайне важным становится понимание того, насколько глубоким может оказаться спад потребления энергоресурсов и какие игроки мирового рынка в связи с этим подвержены наибольшим рискам. Безусловно, эта проблема наиболее остра для России, экономика которой в большой степени определяется экспортом энергоносителей.

Анализируя общее потребление нефти и его взаимосвязь с динамикой ВВП, специалисты института делают вывод о том, что между динамикой ВВП и потреблением нефти существует прямая взаимосвязь: до определенного предела рост или снижение ВВП сопровождается примерно таким же (или несколько большим) снижением потребления нефти. Исходя из этого формируется три основных сценария в отношении потребления нефти и ее вероятной цены на период до 2020 г.

Сценарий 1 (оптимистический): потребление нефти будет сохраняться на уровне 2009–2010 гг. с небольшими колебаниями – не более 2–3 %. Это будет соответствовать примерно нулевому росту мирового ВВП, либо его циклическим колебаниям вокруг нулевой отметки.

² Доклад проф. В. В. Бушуева на международном форуме «ТЭК России в XXI веке» (Москва, апрель 2010 г.).

Сценарий 2 (умеренно-пессимистический): мировой ВВП будет падать в среднем на 1 % в год и к 2020 составит 90 % от уровня 2010 г. Такое падение ВВП вызовет снижение спроса на нефть как минимум на 10 %.

Сценарий 3 (пессимистический): спад ВВП к 2020 г. составит 15–20 % от уровня 2010 г., что повлечет за собой падение потребления нефти как минимум на 20 % от уровня 2009–2010 гг., причем во всех без исключения регионах.

При прогнозировании цен на нефть за основу взяты не только показатели макроэкономической статистики, но также соотношения рыночных цен нефти, золота и фондовых индексов, поскольку в данной ситуации они, вероятно, наиболее объективно отражают суть происходящих процессов, включая так называемое «поведение толпы», т. е. инвесторов и спекулянтов, оперирующих на рынке. В табл. 1, 2 и на рисунке представлены прогнозные варианты по каждому из сценариев.

Таблица 1

Мировая цена на нефть Brent (долл./баррель) *

Вариант	Год									
	25.11.2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Оптимистичный	106,4	92,08	83,7	84,54	85,38	86,24	91,68	98,71	107,65	120,1
Умеренно-пессимистичный	106,4	92,86	85,13	78,58	80,33	78,58	80,11	87,29	94,94	100,9
Пессимистичный	106,4	88,34	78,84	71,45	72,41	72,41	72,49	77,47	85,05	92,52

* Источник: www.energystrategy.ru

Таблица 2

Общее потребление нефти, млн тонн *

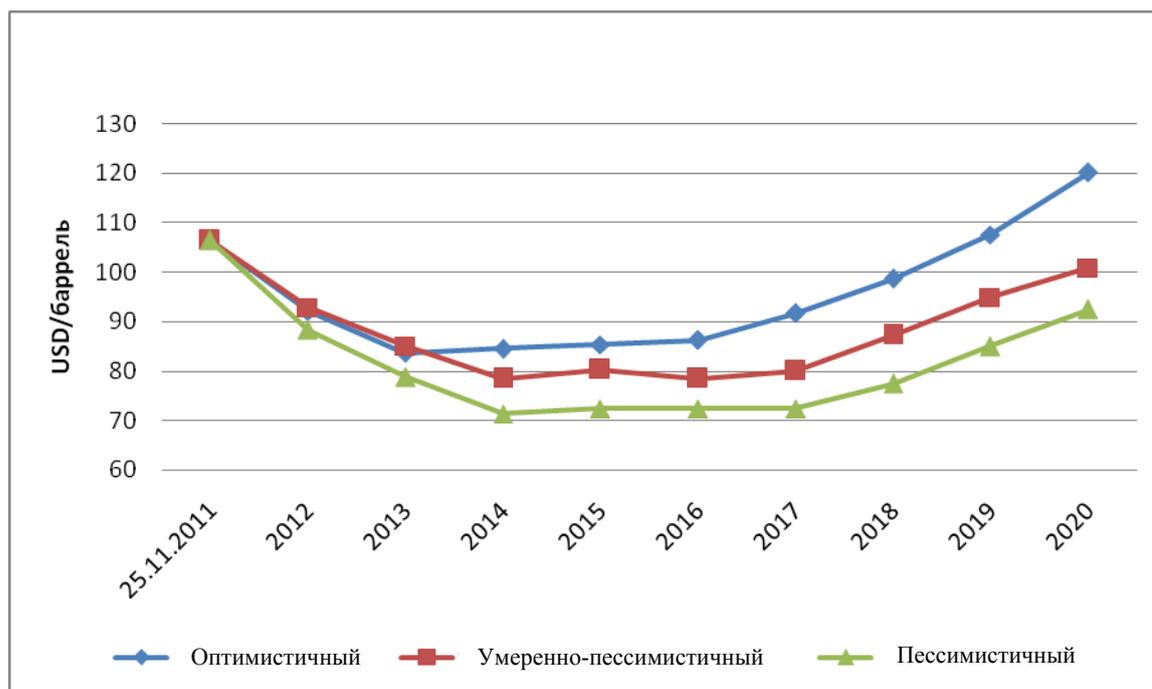
Вариант	Год		
	2010	2015	2020
Оптимистичный	4 028	3 800	4 000
Умеренно-пессимистичный	4 028	3 716	3 511
Пессимистичный	4 028	3 521	3 121

* Источник: www.energystrategy.ru

На отрицательную динамику потребления нефти, на наш взгляд, со временем все большее влияние будет оказывать замещение нетрадиционными источниками энергии. Однако здесь может наблюдаться перекоп в сторону только некоторых стран, например, в Бразилии уже до 30 % топлива производят из биоэтанола и его доля продолжает увеличиваться. В целом же в мире влияние нетрадиционных источников будет не слишком значительным в обозримой перспективе.

Таким образом, уже со следующего года удорожание нефти прекратится, и с развитием кризиса цены будут падать. Правда, не до 8–12 долларов, и даже не до 30, как пугают некоторые СМИ. Падение будет довольно затяжным, но к концу рассматриваемого периода согласно любому из трех сценариев будет наблюдаться рост.

В связи с ожидаемым спадом деловой активности и спроса на нефть эксперты предполагают, что опережающего инфляцию роста затрат на разведку и добычу нефти в период до 2020 г. не будет, их рост будет совпадать с темпами инфляции.



Цены на нефть Brent (www.energystrategy.ru)

Использование метода опционов в условиях кризиса

Итак, в период прогнозируемого снижения цен на нефть, продолжающихся кризисных явлений и, как следствие, все более увеличивающихся рисков и неопределенности на рынке как никогда необходима адекватная оценка запасов и эффективности проектов по их разработке.

Профессор Гарвардской школы бизнеса Т. Luehrman, автор книг и статей по теории реальных опционов [12], отмечает, что традиционно, при наступлении кризисных условий, менеджмент компаний выполняет «работу над ошибками». Однако основные его действия должны быть направлены на разработку стратегии развития проекта или компании на начальной стадии, в том числе с использованием опционного анализа [12; 13]. Применение опционных подходов для моделирования последовательности решений, являющихся в данный момент гипотетическими и представляющими собой будущие возможности, позволяет использовать теорию реальных опционов на ранних этапах разработки стратегии развития проекта.

Опционная модель оценки месторождения

Для обоснования стратегии разработки месторождения определим оценку стоимости месторождения при условии варьирования уровня добычи в зависимости от текущих цен на ресурс. Для получения искомой оценки выведем систему дифференциальных уравнений на основе сопоставления денежных потоков от проекта с инвестиционным портфелем, имитирующим данный проект.

Для получения искомой оценки введем следующие параметры: H – стоимость месторождения; Z – цена на нефть; Q – объем запасов; A – средние издержки; q – норма добычи; M – постоянные издержки по поддержанию в период консервации; λ_j ($j = 0, 1$) – ставка налога на имущество, когда добыча ведется ($j = 1$) и не ведется ($j = 0$); T – все остальные налоги, взимаются в случае, если добыча ведется.

Изменение стоимости месторождения задается дифференциальным уравнением с применением леммы Ито:

$$dH = H_Z dZ + H_Q dQ + H_t dt + \frac{1}{2} H_{ZZ} (dZ)^2,$$

где $dQ = -qdt$ – изменение запасов.

Доход от разработки месторождения после налогообложения:

$$q(S - A) - M(1 - j) - \lambda_j H - T.$$

Динамика цен на фьючерсы в общем виде задается уравнением:

$$dF = F_S [S(\mu - \rho) + C] dt + F_S S_\sigma d\omega,$$

где F – цена на фьючерсы; ρ – безрисковая ставка; C – удобство владения.

Таким образом, общий доход от рассматриваемого портфеля составит:

$$\frac{1}{2} \sigma^2 Z^2 H_{ZZ} - wh_y + H_t + q(S - A) - M(1 - j) - T - \lambda_j H + (\rho Z - C)H_Z.$$

Во избежание арбитража доходность рассматриваемого портфеля должна равняться доходности безрисковых вложений, т. е. ρ .

Таким образом, получается искомое дифференциальное уравнение:

$$\frac{1}{2} \sigma^2 Z^2 H_{ZZ} + (\rho Z - C)H_Z - qH_Q + H_t + q(Z - A) - M(1 - j) - T - (\rho + \lambda_j)H = 0,$$

где $(j = 0, 1)$.

Следовательно, максимизирующий стоимость выпуск, а также стоимость месторождения удовлетворяют следующей системе уравнений:

$$\begin{aligned} \max_q [& \frac{1}{2} \sigma^2 Z^2 V_{ZZ} + (\rho Z - C)V_Z - qV_Q + V_t + q(Z - A) - T - (\rho + \lambda_1)V] = 0, \\ & \frac{1}{2} \sigma^2 Z^2 W_{ZZ} + (\rho Z - C)W_Z + W_t - M - (\rho + \lambda_0)W = 0, \end{aligned}$$

где

V – стоимость месторождения, когда оно оптимально открыто;

W – стоимость месторождения, когда оно оптимально закрыто.

Моменты открытия, закрытия и полного отказа от разработки месторождения определяются из условий:

$$\begin{aligned} W(Z_0^*, Q, t) = 0, \quad V(Z_1^*, Q, t) = \max [W(Z_1^*, Q, t) - K_1(Q, t), 0], \\ W(Z_2^*, Q, t) = V(Z_2^*, Q, t) - K_2(Q, t), \quad W(Z, 0, t) = V(Z, 0, t) = 0, \\ V_S(Z_1^*, Q, t) = \begin{cases} W_Z(Z_1^*, Q, t), W_Z(Z_1^*, Q, t) - K_1(Q, t) \geq 0 \\ 0, W_Z(Z_1^*, Q, t) - K_1(Q, t) < 0 \end{cases}, \\ W_Z(Z_2^*, Q, t) = V_Z(Z_2^*, Q, t), \end{aligned}$$

где Z_1^* – цена, при которой добыча приостанавливается; Z_2^* – цена, при которой добыча возобновляется, если до этого была приостановлена; Z_0^* – цена, при которой добыча окончательно прекращается, если до этого была приостановлена; $K_1(\bullet)$ – издержки по остановке добычи; $K_2(\bullet)$ – издержки по возобновлению добычи.

Экспериментальные расчеты стоимости Среднеботубинского месторождения

Прирост добычи в стране все больше связывается с открытием и разработкой месторождений в новых районах добычи, характеризующимися высокой степенью геологической неопределенности, малой изученностью, неразвитостью производственной и социальной инфраструктуры, суровыми климатическими условиями. В совокупности с неопределенностью относительно темпов экономического развития, финансовых и трудовых ресурсов страны инвестиционные проекты разработки нефтяных участков характеризуются значительной долей риска. В этом случае применение опционных методик является едва ли не единственным эффективным инструментом оценивания.

В качестве примера рассмотрим Среднеботубинское месторождение, расположенное в западной части Республики Саха (Якутия). Оно было открыто в 1970 г. и на протяжении последующих 15 лет на нем осуществлялось разведочное бурение. В итоге на 01.07.2010 на Центральном нефтяном блоке месторождения имеется 67 скважин. По состоянию на начало 4-го квартала 2010 г. извлекаемые запасы нефти и свободного газа месторождения по категории C1 + C2 составляли около 130 млн тонн нефти и 157 млрд м³ газа. Две трети запасов нефти приходится на Центральный блок. Огромные запасы газа сосредоточены в основном в газовой шапке в Ботубинском горизонте, и их большая часть может представлять коммерческий интерес в средне- и долгосрочной перспективе. В решение проблемы вывоза добываемого углеводородного сырья большой вклад должен внести трубопровод «Восточная Си-

бирь – Тихий океан», точка врезки в который находится на расстоянии порядка 170 км от месторождения. До нее за один зимний сезон 2011–2012 гг. планируется построить трубопровод внешнего транспорта³.

Разработаем для данного месторождения возможную стратегию развития в зависимости от величины цены на нефть. Опционная модель оценки стоимости запасов данного месторождения описана выше, а также в статье [14].

Приведем сравнение результатов опционной методики расчета с результатами, полученными методом DCF, используем в последнем прогнозные цены, описанные в соответствующих сценариях развития мировой экономики. Результаты представлены в табл. 3–5.

Таблица 3

Динамика дохода от разработки месторождения по годам:
оптимистический сценарий

Год	Текущая цена, долл. за баррель	Выручка от реализации, млн долл.	Чистый недисконт. доход, млн долл.	Чистый дисконт. доход, млн долл.
2011	106,4	314,10	198,60	36,14
2012	92,08	339,85	216,51	186,01
2013	83,70	364,89	233,46	172,31
2014	84,54	419,17	279,42	177,17
2015	85,38	473,69	325,21	177,15
2016	86,24	524,79	367,26	171,87
2017	91,68	595,12	428,44	172,25
2018	98,71	674,75	498,63	172,23
2019	107,65	764,47	607,00	180,12
2020	120,10	879,53	707,60	180,39
Итого		5350,37	3862,14	1625,65

Таблица 4

Динамика дохода от разработки месторождения по годам:
умеренно-пессимистический сценарий

Год	Текущая цена, долл. за баррель	Выручка от реализации, млн долл.	Чистый недисконт. доход, млн долл.	Чистый дисконт. доход, млн долл.
2011	106,4	314,11	198,6	36,14
2012	92,86	342,73	219,39	188,48
2013	85,13	371,13	239,70	176,91
2014	78,58	389,61	249,86	158,43
2015	80,33	445,66	297,18	161,89
2016	78,58	478,17	320,64	150,06
2017	80,11	520,00	353,32	142,05
2018	87,29	596,70	420,58	145,27
2019	94,94	674,20	516,73	153,33
2020	100,9	738,93	567,00	144,55
Итого		4871,25	3383,02	1457,11

³ См.: www.tyngd.ru

Таблица 5

Динамика дохода от разработки месторождения по годам:
пессимистический сценарий

Год	Текущая цена, долл. за баррель	Выручка от реализации, млн долл.	Чистый недисконт. доход, млн долл.	Чистый дисконт. доход, млн долл.
2011	106,4	314,10	198,60	36,14
2012	88,34	326,05	202,71	174,15
2013	78,84	343,70	212,27	156,67
2014	71,45	354,25	214,50	136,01
2015	72,41	401,74	253,26	137,96
2016	72,41	440,64	283,11	132,49
2017	72,49	470,54	303,86	122,17
2018	77,47	529,56	353,44	122,08
2019	85,05	603,99	446,52	132,50
2020	92,52	677,56	505,63	128,90
Итого		4462,14	2973,91	1279,07

Таблица 6

Оценка стоимости месторождения при разных уровнях цен на нефть (долл.)

Показатель	Цена, долл. за баррель	Полная оценочная стоимость месторождения	Опционная составляющая стоимости
Цена консервации	31,67		
Цена возобновления	88,22	945 687 498	78 036 276
Сегодняшняя цена	106,4	1 836 765 340	195 465 067

Для решения задачи поиска эффективной оценки Среднеботубинского месторождения методом реальных опционов на основе описанной выше модели был построен алгоритм решения при различных уровнях цены, задаваемой стохастическим процессом. Алгоритм реализован в пакете Maple. С помощью него найдены значения пороговых цен начала, консервации и возобновления добычи. Вычислена оценочная стоимость месторождения при каждом уровне цены. Результаты отражены в табл. 6.

Оценочное значение цены консервации достаточно низко, поэтому вряд ли, даже при развитии пессимистического сценария, будет выгодно останавливать добычу на месторождении. Но если добыча уже приостановлена, то оптимальной ценой возобновления добычи будет 88,22 долл. за баррель. Такие значения цен на нефть и даже ниже вполне достижимы в описанных сценариях развития. Однако при любом сценарии развития мы видим увеличение оценочной стоимости в результате применения метода реальных опционов. Увеличение дает добавление опционной составляющей, которую привносит в проект наличие значительной неопределенности. Учет данной неопределенности возможен благодаря стохастическому моделированию цены. Управленческая гибкость проявляется в возможности варьирования уровня добычи в зависимости от цены, что непосредственно учитывается в модели и является одной из составляющих итоговой оценочной стоимости месторождения.

Таким образом, мы получили увеличение оценочной стоимости месторождения, что делает его более привлекательным как для инвесторов, так и для государства, как собственника недр и получателя налоговых поступлений.

Полученные результаты убедительно доказывают преимущества применения метода реальных опционов для оценки запасов, характеризующихся высокими значениями неопреде-

ленности и рисков. Применение такой методики поможет инвесторам любого уровня и менеджерам компаний избежать целого ряда ошибок, связанных с прогнозированием цен на нефть, а развитие институциональной политики в области вовлечения лицензионных участков в гражданско-правовые отношения сделает метод реальных опционов еще более привлекательным для их оценки.

Список литературы

1. *Герт А. А., Супрунчик Н. А., Немова О. Г., Кузьмина К. Н.* Стоимостная оценка нефтегазовых месторождений и участков недр: Учеб.-метод. пособие. М.: ГеоИнформМарк, 2010.
2. *Гусев А. А.* Метод реальных опционов в оценке бизнеса и инвестиций. М.: РИОР, 2009.
3. *Dixit A. K., Pindyck R. S.* Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton Univ. Press, 1994.
4. *Dixit A. K., Pindyck R. S.* The Options Approach to Capital Investment // Harvard Business Review. 1995. Vol. 73 (3). P. 105–115.
5. *Лычагин М. В.* Финансовая экономика: Курс лекций для магистрантов. Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2005.
6. *Brennan M. J., Schwarz E. S.* Evaluating Natural Resource Investments // Journal of Business. 1985. Vol. 58 (2). P. 135–157.
7. *Gibson R., Schwarz E. S.* Valuation of Long Term Oil-Linked Assets / Working paper, Anderson Graduate School of Management, University of California. Los Angeles, 1989.
8. *Schwarz E. S.* The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging // Journal of Finance. 1997. Vol. 52 (3). P. 923–973.
9. *Dias M., Rocha K.* Petroleum Concessions with Extendible Options Using Mean Reversion with Jumps to Model Oil Prices. 1999. URL: www.realoptions.org
10. *Выгон Г. В.* Особенности ценообразования на нефтяном рынке // РЦБ: Товарный рынок. 2001. Пилотный вып.
11. *Выгон Г. В.* Методы оценки нефтяных компаний в условиях неопределенности // Аудит и финансовый анализ. 2001. № 1.
12. *Luehrman T. A.* Strategy as a Portfolio of Real Options // Harvard Business Review. 1998. P. 89–99.
13. *Copeland T., Tufano P.* How to Manage Real Options in Areal World // Harvard Business Review. 2004. P. 86–96.
14. *Мкртчян Г. М., Морозов В. П., Рымаренко М. В., Скопина Л. В.* Метод реальных опционов как эффективный инструмент экономической оценки запасов // Наука и образование. 2011. Т. 3.

Материал поступил в редколлегию 06.12.2011

L. V. Skopina, M. V. Rymarenko

REAL OPTION VALUATION OF OIL RESERVES SUBJECT TO UNCERTAINTIES IN THE BEHAVIOR OF PRICES

The methods of modeling behavior of oil price used in real options valuation are reviewed. The opportunity of using future prices from different forecasts of development, designed by specialists from institute of energy strategy are discussed. Practical using of described methods is considered, the results of evaluation oil and gas field in Republic of Sakha (Yakutia) are presented.

Keywords: efficiency indices, investment project, oilfield evaluation, real option, oil and gas fields, oil prices evolution.