

Пример экономической оценки проектов на стадии геолого-разведочных работ с учетом рисков и неопределенностей

А.В. Ефимов,
А.М. Ташлицкая
(Schlumberger Information Solutions)



Экономический анализ проектов осуществляется на всех стадиях жизненного цикла месторождения. В данной статье представлена экономическая оценка проектов на стадии геолого-разведочных работ (ГРП). Проектирование на стадии ГРП характеризуется минимальным (нередко, недостаточным) количеством исходных данных и требует полного и всестороннего анализа вариантов.

Рассмотрим процесс экономической оценки проектов на стадии ГРП на примере одного из месторождений Западной Сибири.

Исходные данные

По результатам интерпретации геолого-геофизической информации были выделены три антиклинали на восточной границе западно-сибирского бассейна, находящиеся относительно недалеко друг от друга. В программной платформе Petrel* для выделенных антиклиналей была выполнена комплексная оценка ключевых элементов нефтегазоносной системы: наличие ловушки, коллектора и литологического экрана, условия образования и миграции углеводородов, а также анализ рисков. Данные работы проводились для объединенной структуры из трех антиклиналей, имеющей характерный размер 100 км. Построение карт рисков позволило судить о вероятности наличия углеводородов в региональном масштабе (табл. 1).

Таблица 1

Объект	Извлекаемые запасы, млн. м ³				Вероятность геологического успеха, %
	P90	P50	P10	среднее	
1	6,5	9,5	13,8	9,9	4,3
2	8,9	13,7	20,7	14,4	2,1
3	0,9	1,3	1,9	1,3	26,6

Решение о начале ГРП и промышленного освоения объектов принимается на основе поэтапного, постепенно усложняющегося экономического анализа имеющихся объектов.

Базовый вариант

Стандартизация подходов к оценке проектов на стадии ГРП с последовательным применением одних и тех же предположений и предпосылок на всех этапах моделирования позволяет рассчитать проекты в единых условиях и обеспечить их сопоставимость. Стандартизированный подход к анализу делаает правомочным проведение ран-

жирования проектов по одному из ожидаемых показателей эффективности.

Ниже приведены предположения, использованные для выполнения анализа.

1. Имеющиеся данные не позволяют точно спрогнозировать добычу нефти, поскольку она определяется не только объемом извлекаемых ресурсов, но и технологической схемой разработки. В расчетах принят типовой для нефтяного месторождения прогноз добычи: 1) растущая добыча (5 лет); 2) стабильная добыча с уровнем годового отбора 8 % извлекаемых запасов (3 года); 3) падающая добыча (гиперболическое снижение дебита).

2. Под затратами на ГРП понимаются затраты на сейсмические исследования, поисковое и разведочное бурение. Стоимость затрат и нормативы на требуемое число скважин принимаются средними по региону (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Объект1	Объект2	Объект3
Площадь 3D сейсмических исследований, км ²	115	115	115
Стоимость 3D сейсмических исследований, млн.руб.	66	66	66
Число скважин:			
поисковых	2	2	1
разведочных	2	4	-
Стоимость бурения, млн.руб./скв.:			
поискового	90	90	90
разведочного	90	90	-

3. Инвестиции в разработку месторождения: эксплуатационное бурение – 45 млн. руб./скв., инфраструктурное строительство – 70 % стоимости бурения, дополнительные расходы – 10 % стоимости бурения.

4. Операционные затраты, включающие затраты на подъем, транспорт, заработную плату и другие статьи, заданы при помощи удельных показателей: на добычу 1 т нефти – 450 руб., 1 т жидкости – 60 руб., на одну скважину в год – 600 тыс. руб.

5. За налоги в себестоимости приняты налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ) и налог на имущество.

При расчете использовалась эффективная цена реализации углеводородов для данного региона. Результаты расчета базового (среднего) варианта для объектов приведены в табл. 3.

*Марка Шлюмберге.

Таблица 3

Показатели	Объект 1	Объект 2	Объект 3
ЧДД при ставке дисконтирования 12 %, млн. руб.	4 888	7 574	554
Индекс доходности	2,48	2,78	1,74
Внутренняя норма рентабельности, %	41	47	28
Срок окупаемости, годы	8,8	8,5	7,6
Затраты, млн. руб.: на ГРР	456	636	174
капитальные	7 336	9 492	1 315
операционные	10 272	15 129	1 420
Налоги, млн. руб.: в себестоимости	34 012	49 571	4 475
на прибыль	6 202	9 264	732
Суммарная добыча, тыс. м ³	9 880	14 400	1 300

Анализ чувствительности

Результаты анализа чувствительности показателей эффективности к исходным данным представлены в виде диаграммы «Торнадо». Из рис. 1 видно, что для объекта 3 на ЧДД наиболее значительно влияет изменение объема ресурсов и цены на нефть, на внутреннюю норму рентабельности – объем ресурсов и капитальные вложения.

Ожидаемая стоимость запасов

В международной практике для учета рисков в инвестиционном планировании используется индикатор ожидаемой стоимости запасов (Expected Monetary Value – EMV), который рассчитывается следующим образом:

$$EMV = ЧДД \cdot V_{успеха} - K_{риск} (1 - V_{успеха}), \quad (1)$$

где $V_{успеха}$ – вероятность геологической успешности; $K_{риск}$ – рискованные капитальные вложения (затраты на проведение ГРР).

Результаты вычислений для трех объектов приведены в табл. 4. Из нее видно, что с учетом геологического риска EMV имеет положительное значение только для объекта 3.

Таблица 4

Показатели	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Запасы нефти, млн. м ³ : геологические	49,4	72,0	6,7
извлекаемые	9,9	14,4	1,3
Вероятность геологической успешности, %	4,3	2,1	26,6
Затраты на проведение ГРР, млн. руб.	456	636	174
ЧДД при ставке дисконтирования 12 %, млн. руб.	4 888	7 574	554
EMV, млн. руб.	-226	-464	19

Применение метода Монте-Карло

Перейдем от детерминистического к стохастическому методу анализа. Стохастический подход традиционно реализуется с применением метода Монте-Карло.

В этом случае формулу расчета ожидаемой стоимости запасов необходимо модифицировать

$$V_{успеха} = V_{геол} \cdot V_{эконом}, \quad (2)$$

где $V_{геол}$ – вероятность геологической успешности; $V_{эконом}$ – вероятность экономической успешности (вероятность того, что рассчитанный ЧДД будет иметь неотрицательное значение).

Параметр $V_{эконом}$ легко оценить из полученной методом Монте-Карло гистограммы распределения (рис. 2).

Поскольку анализ чувствительности ЧДД к входным данным показал наибольшее влияние объема ресурсов (прогноз добычи) и цены реализации продукции, зададим эти два параметра распределениями.

Объем ресурсов. Помимо геологической неопределенности исходных ресурсов имеется неопределенность в оценке их извлекаемой части, а также технологических показателей проекта (прогноза добычи).

В табл. 5 для каждого параметра прогноза заданы рамки изменений, а также тип распределения.

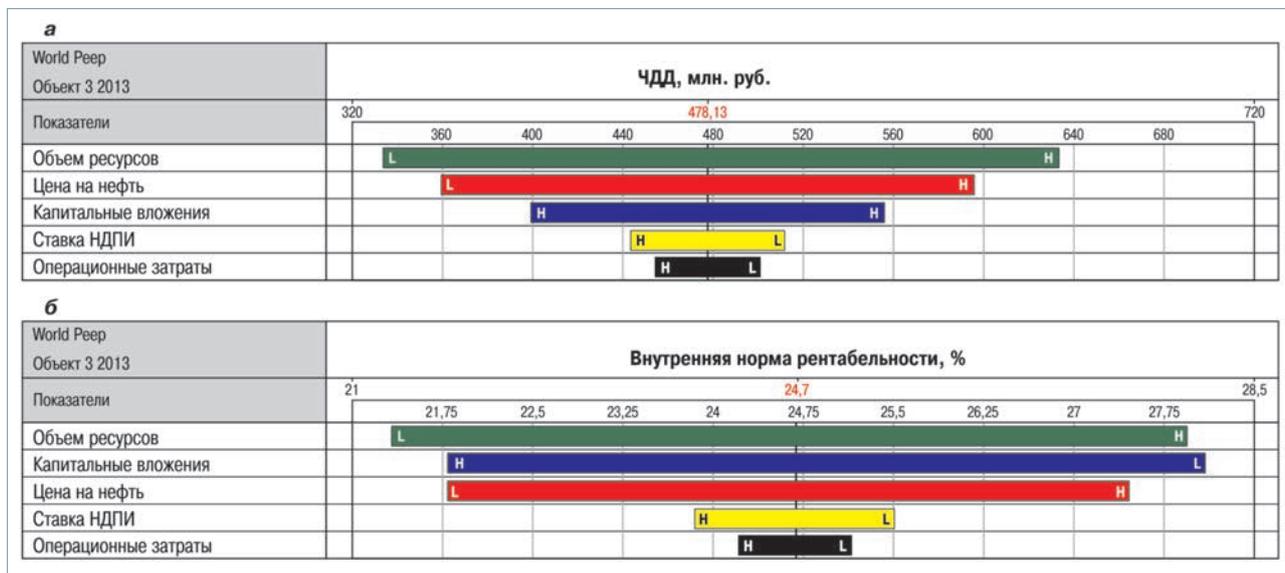


Рис. 1. Диаграмма «Торнадо», показывающая чувствительность ЧДД (а) и внутренней нормы рентабельности (б) к различным показателям

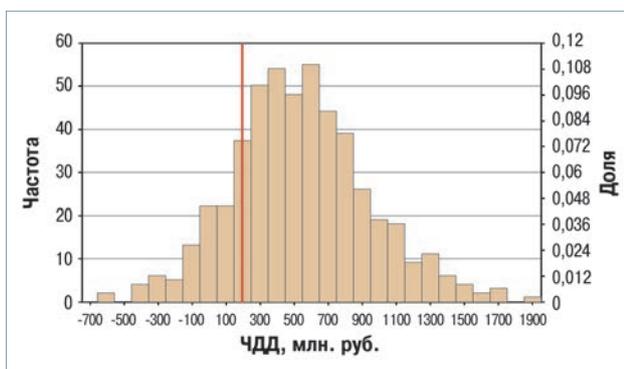


Рис. 2. Гистограмма распределения ЧДД для объекта 3

Таблица 5

Показатели	Пределы измерения		Тип распределения
	от	до	
Достижение максимальной добычи, год	4	6	Нормальное
Начало снижения добычи, год	7	9	Нормальное
Максимальная добыча, % суммарного объема извлекаемых ресурсов	6	10	Нормальное

Цена реализации. Примем, что цена на нефть марки Urals на рынке колеблется в пределах 20 % среднего значения.

В результате расчета методом Монте-Карло для каждого объекта вероятность получения неотрицательного значения ЧДД оказалась менее 100 % (табл. 6). Из табл. 6 видно, что для третьего объекта $EMV = 0$. Тем не менее, этот объект остается более привлекательным для разработки, чем первые два.

Таблица 6

Показатели	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Ресурсы нефти, млн. м ³	49,4	72,0	6,7
Извлекаемые ресурсы, млн. м ³	9,9	14,4	1,3
Вероятность успешности, %:			
геологической	4,3	2,1	26,6
экономической	97,4	98,8	91,4
Затраты на ГРП, млн. руб.	456	636	174
Средний ЧДД при ставке дисконтирования 12 %, млн. руб.	3 999	6 607	540
EMV, млн. руб.	-269	-485	0

С учетом того, что объекты находятся относительно недалеко друг от друга и бурение поисковой скважины на одном из них даст дополнительные данные, которые можно использовать для переоценки всех трех объектов, необходимо учесть взаимозависимость объектов. Этого можно достичь путем построения вероятностной геолого-экономической модели системы из трех ловушек как единого проекта ГРП. Такой анализ не является предметом данной статьи, но он дает наиболее полную оценку системы трех ловушек как единого целого.

Использование программных пакетов GeoX* и Merak*

Единая технологическая платформа «Шлюмберже» предоставляет современные инструменты для логически взаимосвязанного решения комплексных задач. Например, для интегрированной оценки рисков, ресурсов и стоимости многосегментных поисковых проектов, неоткрытого потенциала нефтегазоносных комплексов, систематического накопления знаний путем регулярного сравнения расчетных и фактических результатов ГРП используется ПО GeoX*. Карты рисков, связанных с наличием углеводородов, можно получить в результате бассейнового моделирования в программном комплексе PetroMod* с последующей передачей данных в платформу Petrel для создания более подробной региональной модели. Данные из GeoX могут быть переданы в пакет Merak для портфельной оптимизации ГРП. После открытия залежи выполняется более точная оценка экономических показателей с использованием требуемой структуры затрат. На этом этапе проводятся оценка и сравнение различных вариантов разработки объекта. Для этой цели больше подходит пакет Merak Peer.

Приведенный в данной статье анализ был выполнен при помощи программных продуктов пакета Merak. ПО Merak Peer является стандартом отрасли для экономического моделирования нефтегазовых проектов на стадиях разработки и добычи, который позволяет обеспечить согласованность данных, их безопасность, эффективный и гибкий анализ проектов с учетом рисков и неопределенностей.

Модульная архитектура пакета Merak позволяет проводить стандартизованную экономическую оценку всех проектов и получать необходимые отчетные формы. Для расчета экономического проекта в Merak Peer достаточно выбрать требуемую фискальную модель (налоговый режим), ввести исходные данные, такие как прогнозный профиль добычи, операционные затраты и капитальные вложения, и выполнить расчет. В результате оцениваются денежные потоки и ключевые показатели эффективности, которые выводятся в стандартизованных отчетных формах.

К особенностям программы также относится возможность агрегирования нескольких экономических проектов в один консолидированный проект. При этом выполняется соответствующий пересчет таких показателей, как налог на прибыль (уменьшение налогооблагаемой базы прибыльных объектов за счет нерентабельных), индекс доходности, срок окупаемости консолидированного проекта и др.

Встроенная в Merak Peer функциональность анализа чувствительности и рисков позволяет легко рассчитать множество возможных вариантов проекта, ответить на все вопросы «что если», построить диаграммы «Торнадо» и «Паук» и оценить влияние основных факторов на прибыльность проекта. Для более сложного анализа рисков доступно использование метода Монте-Карло в сочетании с деревьями решений.

*Марка Шлюмберже.

www.sis.slb.ru

г. Москва, Ленинградское шоссе, 16А, стр. 3. Тел.: +7(495)935-8200, факс: +7(495)935-8780

e-mail: sis-qa-ru@slb.ru