

# Роль экономической оценки в оптимизации схемы разработки месторождения с низкопродуктивными коллекторами

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

**Schlumberger**

Неотъемлемой частью любого проекта разработки месторождения является оценка его экономической эффективности. Однако чаще всего экономические индикаторы рассчитываются лишь для окончательной схемы разработки месторождения, иногда практикуется проведение оценки для нескольких схем вариантов. В данной статье рассмотрены некоторые подходы к экономической оценке проектов разработки месторождений и способам оптимизации отдельных ее составляющих. Основными целями работы являлись оценка текущего состояния разработки одного из месторождений и обоснование наиболее оптимального плана дальнейшей его эксплуатации.

Для достижения указанных целей необходимо рассмотрение экономики проекта разработки месторождения по отдельным геологическим объектам и даже отдельным планируемыми мероприятиям для оптимизации каждого из них. Тесное взаимодействие между разработчиками и экономистами позволяет достичь значительных результатов в выборе мероприятий и предложить эффективную схему разработки месторождения в целом.

## Описание проекта

Проект, выполненный компанией «Шлюмберже» для одного из заказчиков, состоял в оценке текущего состояния разработки месторождения и предложении дальнейшего плана его эксплуатации. Месторождение состоит из нескольких объектов разработки, залегающих на различных глубинах. Несколько пластов являются низкопродуктивными. На момент реализации проекта они эксплуатировались единичными скважинами. Остальные объекты активно разрабатываются на протяжении десятков лет, пробурено несколько сотен скважин. Для поддержания пластового давления используется заводнение соленой попутно добываемой водой.

Анализ состояния разработки месторождения позволил выявить следующие проблемы.

- Относительно низкая продуктивность пластов, обуславливающая низкие дебиты скважин. Текущие дебиты нефти составляют 3-4 т/сут, что не позволяет применять дорогостоящие методы разработки.

- Неравномерная выработка по объектам.

- Большие объемы отбора попутно добываемой воды вследствие ее прорывов по высокопроницаемым прослоям органогенного известняка. При этом вода характеризуется высокой соленостью, что ограничивает использования возможных методов закачки воды.

- Относительно высокая вязкость нефти, что накладывает ограничения на применяемые методы разработки.

- Низкий газовый фактор, препятствующий реализации закачки газа и водогазового воздействия.

В результате существующие варианты схемы разработки месторождения не обеспечивают достижения утвержденного коэффициента извлечения нефти (КИН).

Перед специалистами компании «Шлюмберже» стояла задача предложить такой вариант разработки, реализация которого обеспечивала бы достижение утвержденного КИН, прибыльность актива в целом, применение современных или даже инновационных методов разработки.

## Задача экономического обоснования

Одним из требований большинства проектов является проведение экономической оценки рассматриваемых схем разработки и представление результатов согласно законодательству и проектной документации. На основе полученных экономических показателей выбирается лучший вариант, который рекомендуется к реализации. Однако экономические методы анализа можно применять и на более низком уровне, где они могут помочь в выборе отдельных деталей схемы разработки для достижения максимального эффекта. Например, можно оценить минимальный рентабельный дебит скважин, подобрать оптимальную концентрацию полимеров или ПАВ для использования при полимерном заводнении, обосновать ту или иную технологию бурения или рассмотреть варианты применения других методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

**Оценка минимального рентабельного дебита.** При относительно низких дебитах скважин окупаемость проекта зависит практически от каждой тонны нефти в начальном дебите новых скважин. Для приблизительной оценки минимально рентабельного дебита можно рассмотреть бурение скважины как отдельный проект и, изменяя профиль добычи нефти этой скважины, подобрать дебит, при котором стоимость бурения и эксплуатации окупится при реализации продукции.

Применение указанной методики позволило выделить группу скважин, дебиты которых были значительно ниже минимально рентабельных, и пересмотреть схему бурения скважин. При таком подходе не происходит сильного изменения суммарного профиля добычи всего объекта разработки, но заметно улучшаются экономические показатели проекта.

**Оптимальная концентрация закачки ПАВ и полимеров.** Схема разработки одного из объектов, предложенная специалистами компании «Шлюмберже», предусматривает закачку полимеров и ПАВ для очистки призабойной зоны и увеличения нефтеотдачи пласта. Наибольшую экономическую

выгоду обеспечил бы полный отказ от применения реагентов, но в таком случае схема разработки не обеспечивала бы достижения требуемого КИН.

Задача, стоявшая перед специалистами компании Schlumberger, заключалась в том, чтобы найти оптимальную концентрацию реагента для закачки. С одной стороны, увеличение концентрации приводит к нелинейному росту добычи нефти, с другой, – к повышению затрат, так как используемые реагенты имеют довольно большую стоимость. Кроме того, закачка раствора полимеров предполагает установку специального оборудования для смешивания реагентов, что также увеличивает затраты.

Для решения рассматриваемой задачи был проведен расчет технической и экономической эффективности применения ПАВ различных концентраций. Полученные результаты представлены на рис. 1. Рассматривались следующие варианты закачки ПАВ в пласт в течение 2016-2026 гг.:

- непрерывная закачка 0,1 % ПАВ;
- закачка в течение 3 мес каждый год 2,0 % ПАВ;
- закачка в течение 2 мес каждый год 3,0 % ПАВ;
- закачка в течение 1 мес каждый год 5,0 % ПАВ.

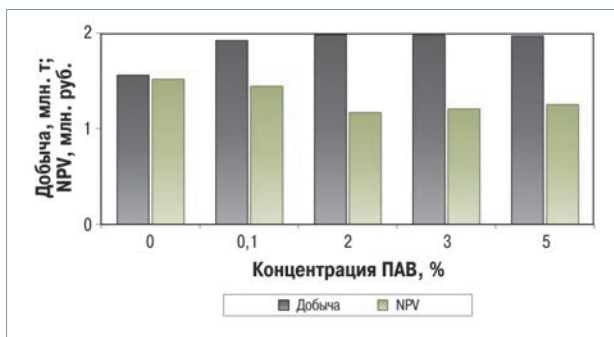


Рис. 1. Суммарные объемы добычи нефти и размеры чистого дохода в зависимости от концентрации ПАВ

Увеличение количества реагента повышает как суммарную добычу, так и затраты на проведение мероприятия. В такой ситуации именно экономические подходы позволяют найти баланс между добычей и затратами. Оценка возможных прибылей от прироста дебита нефти и возможных затрат на проведение мероприятия показала, что оптимальная концентрация ПАВ для закачки составляет 0,1 % – такой состав в рассматриваемых условиях обеспечивает заметный прирост добычи, но при этом не требует использования большого количества реагента, и следовательно, значительного увеличения затрат. В рамках реализации других проектов и при других условиях результаты могут отличаться.

**Обоснование технологии бурения.** Один из объектов разработки рассматриваемого месторождения фактически состоит из двух тонких, близко расположенных нефтенасыщенных прослоев, разделенных небольшой глинистой перемычкой. Если разрабатывать такой объект при помощи вертикальных скважин с двумя областями перфорации, то получаемый дебит будет слишком низким. В связи с этим целесообразно использовать технологию горизонтального бурения. В данном случае есть два варианта: бурить две параллельные горизонтальные скважины или одну двухствольную с горизонтальными окончаниями стволов (рис. 2).

Оба варианта обеспечивают одинаковый профиль добычи, но различаются по величине затрат. Решить вопрос выбора схемы разработки помогла экономическая оценка, позволившая показать преимущества использования технологии бурения двухствольной горизонтальной скважины.

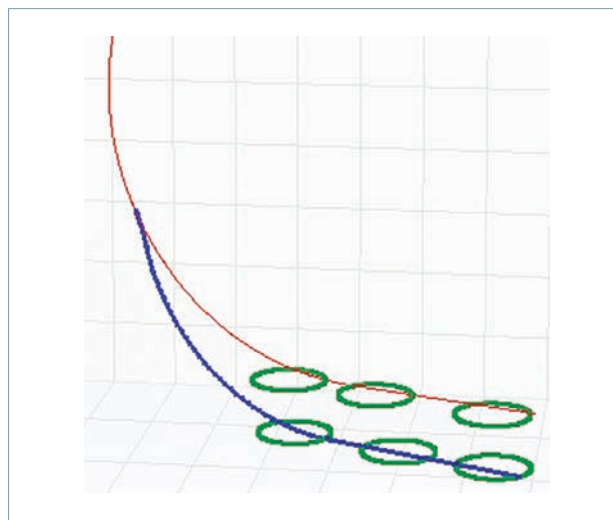


Рис. 2. Схема вскрытия двух тонких прослоев двухствольной горизонтальной скважиной

Глубина залегания пласта такова, что стоимость бурения при реализации обоих вариантов приблизительно одинакова. При этом фонд добывающих двухствольных скважин оказывается в 2 раза меньше, что снижает затраты на инфраструктуру и обслуживание. Эти соображения были подтверждены экономическими расчетами схемы разработки объекта в целом.

**Поиск оптимальной длины горизонтального ствола.** При бурении горизонтальной скважины встает вопрос о том, какую длину горизонтального ствола необходимо выбрать. Увеличение его длины повышает добычу по отдельно взятой скважине, при этом уменьшаются плотность сетки скважин и соответственно их число, что приводит к уменьшению суммарной добычи по объекту, затрат на бурение, будущих эксплуатационных расходов.

Для выбора оптимальной длины ствола был проведен экономический анализ вариантов разработки при использовании горизонтальных стволов длиной от 0 (вертикальная скважина) до 1000 м. Результаты представлены на рис. 3.

При использовании вертикальных скважин или коротких горизонтальных стволов для равномерной выработки месторождения требуется пробурить большее число скважин, что увеличивает затраты. Использование горизонтальных стволов большой длины приводит к снижению общей добычи из-за меньшего числа скважин на единицу площади, что также уменьшает прибыль. Согласно полученным данным, опти-

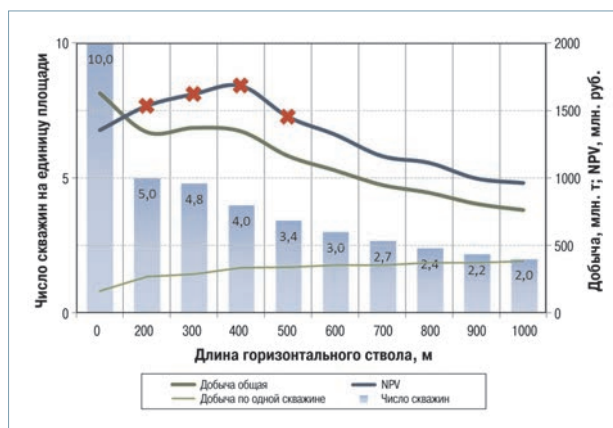


Рис. 3. Зависимость объемов добычи и NPV от длины горизонтального ствола скважин (крестиками обозначены оптимальные длины стволов)

мальным является горизонтальный ствол длиной около 400 м. В рамках других проектов и при других условиях результаты могут отличаться.

### Использование пакета Merak Peer

Перед проектной группой была поставлена задача провести экономическую оценку нескольких десятков сценариев разработки пластов для формирования оптимального плана разработки месторождения. Дополнительный анализ чувствительности и повторные расчеты для уточнения параметров прогнозных профилей добычи для каждого варианта потребовали стандартизированного и быстрого экономического расчета большого числа экономических проектов, что очень трудно выполнить, используя MS Excel. Данную задачу удалось решить с помощью программного обеспечения (ПО) Merak Peer\* (рис. 4).

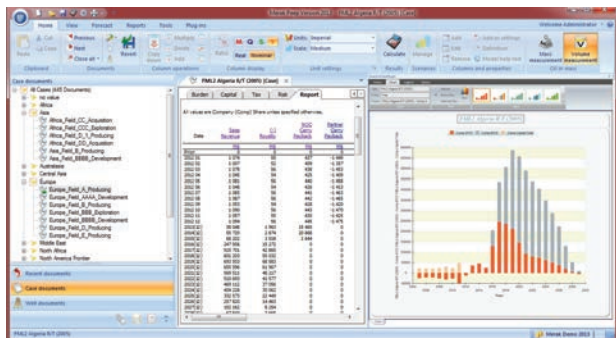


Рис. 4. Интерфейс ПО Merak Peer

Модульная архитектура приложения Merak Peer позволяет проводить стандартизированную экономическую оценку всех проектов и получать требуемые отчетные формы. В связи с периодическим обновлением и уточнением прогнозных данных по добыче, стоимости мероприятий и требуемого оборудования было выполнено несколько сотен экономических расчетов. Использование ПО Merak Peer позволило минимизировать временные затраты и обеспечить максимальную точность.

Для расчета экономического проекта в пакете Merak Peer достаточно выбрать требуемую фискальную модель (налоговый режим), ввести исходные данные по проекту, такие как прогнозный профиль добычи, операционные затраты и капитальные вложения, и провести расчет. Результатом расчета является оценка денежных потоков и ключевых показателей эффективности, которые выводятся в стандартизированных отчетных формах. Простота интерфейса и легкость работы позволили существенно сэкономить время на проведение экономической оценки и подготовки отчетности для всех предложенных к рассмотрению вариантов разработки пластов и месторождения.

В ПО Merak Peer доступна обширная библиотека фискальных моделей, содержащая более 160 налоговых режимов для большинства стран, в которых осуществляется добыча нефти и газа. Тем не менее для учета особенностей экономической оценки, принятых в компаниях, алгоритм расчета налогов и денежных потоков можно настроить для отражения логики любого фискального режима и работы с любой требуемой структурой капитальных вложений и операционных затрат.

Рассчитанные по каждому экономическому проекту

ключевые показатели эффективности (чистый дисконтированный доход, индекс доходности инвестиций, внутренняя норма рентабельности, срок окупаемости и др.) позволили сравнить как экономическую эффективность применения различных МУН, так и прибыльность схем разработки месторождения в целом. В использованной фискальной модели был реализован автоматический пересчет ставки НДС (в зависимости от прогнозируемой выработанности месторождения) при изменении профиля добычи хотя бы по одному из объектов разработки. Это позволило существенно упростить процедуру расчета показателей.

Важной особенностью ПО Merak Peer является отделение входных проектных данных (профили добычи, затраты и др.) от используемой фискальной модели (алгоритм расчета налогов и денежных потоков) и их связывание лишь непосредственно в момент расчета. Благодаря этому аналитики и инженеры-экономисты могут легко вносить изменения в фискальную модель расчета, менять ставки налогов, удельные нормативы капитальных вложений или операционных затрат и затем быстро пересчитывать все проекты в обновленных экономических условиях.

К особенностям программы также относится возможность агрегирования нескольких экономических проектов в один консолидированный. При этом выполняется соответствующий пересчет таких показателей, как налог на прибыль (уменьшение налогооблагаемой базы прибыльных объектов за счет неприбыльных), индекс доходности, срок окупаемости консолидированного проекта и других индикаторов. При расчете показателей такого проекта автоматически учитываются любые изменения в отдельных проектах, его составляющих – проектах по объектам разработки. Это значительно упрощает и ускоряет проведение оценки.

Встроенная в пакет Merak Peer функциональность анализа чувствительности и рисков позволяет легко рассчитать множество возможных сценариев 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.

Таким образом, интегрирование экономических методов анализа в процесс построения схем разработки месторождений позволяет достичь максимального эффекта. Для этого необходим удобный и простой способ передачи данных о профилях добычи и объемах бурения от этапа проектирования схемы разработки в программы для проведения экономических расчетов. В связи с этим одним из важных дальнейших шагов Schlumberger Information Solutions будет создание интеграции платформы Petrel\* с приложением Merak Peer для более эффективного взаимодействия специалистов по разработке и инженеров-экономистов.

Результаты расчетов, описанные в данной статье, не могут быть использованы как руководство к выбору того или иного метода или технологии без проведения соответствующих исследований.

[www.sis.slb.ru](http://www.sis.slb.ru)

г. Москва, Ленинградское шоссе, 16А, стр.3

телефон: +7(495)9358200, факс: +7(495)9358780

e-mail: [sis-qa-ru@slb.ru](mailto:sis-qa-ru@slb.ru)

\*Марка Шлюмберге.