Карнаухов М.Н.
канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента в отраслях ТЭК,
Институт менеджмента и бизнеса
Тюменского государственного нефтегазового университета

Площадная модель

влияние величины затрат в создание объектов инфраструктуры на выбор варианта разработки месторождения

В структуре сырьевой базы нефтяных компаний все возрастающую роль начинают играть мелкие и средние месторождения, расположенные в регионах с низкой степенью геологической изученности и хозяйственной освоенности. Это обстоятельство способствует увеличению инвестиций, связанных с подготовкой запасов и созданием объектов инфраструктуры. Часть из них зависит от масштабов основного производства нефтедобывающих предприятий, откуда следует, что они должны выбираться в комплексе с основными технологическими показателями разработки: число скважин, динамика добычи нефти и т.д.

В настоящее время этот выбор осуществляется несколько по-иному (1). Технико-экономические показатели разработки определяются из решения оптимизационной задачи (максимизации NPV) без учета инвестиций в инфраструктуру. На этой основе формируется программа развития объектов инфраструктуры, соответствующая выбранному варианту освоения месторождения.

Такая практика проектирования сложилась вследствие того, что до недавнего времени добыча нефти в основном осуществлялась в обустроенных регионах и достаточно близко к магистральным нефтепроводам. В этих случаях затраты на создание инфраструктуры были невелики по сравнению с вложениями в разработку, и ими можно было пренебречь при обосновании варианта освоения.

Ситуация кардинально меняется, когда затраты в основное производство и инфраструктуру сравнимы. В работе (2) показано, что введение в математическую модель месторождения, на базе которой формируется проект разработки, величины пропускной способности трубопровода протяженностью от объекта до магистрального нефтепровода, а также учет затрат на его строительство приводит к изменению

всей структуры решения. Отсюда следует, что проект, выбранный без учета этих характеристик, может быть далеко не оптимальным.

Расчет проекта разработки, осуществляемый на современных точных моделях месторождения, – задача исключительно сложная и трудоемкая. В связи с этим возникает два вопроса:

– насколько оправдано дальнейшее усложнение модели;

– каким образом оценить влияние стоимостных характеристик объектов инфраструктуры на выбор технологических показателей разработки объекта.

В рамках традиционного описания процессов, протекающих в пласте, ответить на эти вопросы невозможно. Для этой цели требуются более упрощенные модели, опирающиеся, тем не менее, на физические законы фильтрации жидкости в пористой среде, и приспособленные для решения оптимизационных задач. К ним относятся так называемые агрегированные площадные модели.

В настоящей статье на основе одной из них (2) рассматривается процедура оценки влияния величины затрат в подготовку запасов месторождения S^P и строительство трубопровода S^Q на поведение основных технологических показателей разработки, к которым относятся:

$w(t)$ – темп разбуривания месторождения;

Q_0 – пропускная способность трубопровода;

N_0 – начальное значение фонда добывающих скважин на объекте;

период отработки рентабельных запасов.

Эти показатели выступают в качестве независимых управляющих воздействий. Остальные характеристики разработки (добыча нефти и жидкости, закачка воды и т.д.) выражаются через них функционально.

Процедура оценки заключается в последовательном решении трех оптимизационных задач в рамках площадной модели месторождения. В каждой из них находятся значения управляющих воздействий, которые максимизируют величину NPV за период отработки запасов, и действует одно из условий:

Задача 1. Затраты в подготовку запасов и на строительство трубопровода не учитываются при решении задачи, а подбираются исходя из требования реализации выбранного варианта разработки. Нахождение решения этой задачи в некотором смысле аналогично традиционному проектированию.

Задача 2. В процессе решения учитываются затраты в подготовку запасов, а расходы, связанные со строительством трубопровода, подбираются.

Задача 3. Решение осуществляется с учетом всех составляющих затрат. При этом вводится естественное ограничение, что в любой

в структуре сырьевой базы нефтяных компаний все возрастающую роль начинают играть мелкие и средние месторождения

Таблица 1

Исходная информация для решения оптимизационных задач в рамках площадной модели месторождения

Параметры	Ед. измерения	Значения
Начальные извлекаемые запасы	тыс.т	10000
Дебит добывающей скважины по жидкости	т/сут.	50
Вязкость нефти	сПз	20
Норматив капвложений в подготовку запасов	тыс. руб./скв.	6000
Стоимость единицы пропускной способности (тыс. т/год) нефтепровода	тыс. руб./(тыс. т/год)	2000
Стоимость ввода в разработку добывающей скважины	тыс. руб./скв.	28915,9
Эксплуатационные затраты на добычу 1 т жидкости	руб./т	262,3
Очищенная цена 1 т нефти (без НДПИ, экспортной пошлины и средних транспортных затрат)	руб./т	2900
Коэффициент дисконтирования	1/год	0,15

момент времени добыча нефти не должна превышать пропускной способности трубопровода.

Перечень исходной информации, необходимой для решения сформулированных выше задач, приведен в левой колонке табл. 1.

В рамках модели (2) возможно аналитическое решение этих задач, что дает возможность оценить влияние нормативов затрат в инфраструктуру на поведение технологических показателей разработки в оптимальном режиме. В принципе, возможно дальнейшее усложнение модели (учет все большего числа факторов, представляющих интерес для проектировщика) без потери оперативности проведения расчетов.

технико-экономические показатели разработки месторождений определяются на основе решения оптимизационной задачи без учета инвестиций в инфраструктуру

В качестве примера рассмотрим конкретное месторождение, геолого-экономические характеристики которого приведены в *табл. 1*.

Расчеты показывают, что при решении Задачи 1 (без учета затрат в инфраструктуру), необходимо пробурить в начальный момент освоения месторождения 59 добывающих скважин, построив при этом трубопровод с пропускной способностью Q_0 =1,036 млн. т/год. Продолжительность периода отработки рентабельных запасов составляет 14 лет. Чистый дисконтированный

доход от освоения рассматриваемого месторождения за период отработки запасов равен 1657 млн. руб.

Решение Задачи 2 (учитываются только затраты в подготовку запасов) снижает число скважин до 50 шт., пропускную способность трубопровода до 0,866 млн. т/год, при увеличении периода эксплуатации до 17 лет. Величина чистого дисконтированного дохода – 1919 млн. руб.

Сравнивая полученные решения, можно сказать, что их структура одна и та же. Значения управляющих воздействий мало отличаются друг от друга.

Оптимальное решение Задачи 3 (учет всех затрат) предусматривает:

– ввод в эксплуатацию в начальный момент освоения объекта 26 добывающих скважин;

– дополнительное бурение в течение 2,5 лет 8 добывающих скважин;

– строительство трубопровода с пропускной способностью 0,45 млн. т/год.

Величина NPV при этом повышается до 2427 млн. руб., а период разработки - до 24,5 года.

Из анализа полученных результатов следует вывод, что учет в модели дополнительных факторов может вызвать качественные изменения в структуре оптимального решения по сравнению с решением Задачи 1. Так, в рассмотренном примере эффективность освоения объекта возрастает на 46,5%. Таким образом, в этом случае усложнение модели оправдано, так как приводит к существенному повышению качества проектирования.

решение оптимизационных задач в рамках площадной модели не подменяет собой процесс формирования проекта разработки

В заключение отметим, что решение оптимизационных задач в рамках площадной модели ни в коей мере не подменяет собой процесс формирования проекта разработки, осуществляемого более точными, хотя и гораздо более трудоемкими, методами. Они лишь дополняют его, предлагая вниманию проектировщика набор укрупненных показателей, которые кладутся в основу формирования проекта освоения месторождения на моделях большой размерности.

Литература

1. Лысенко В.Д. Инновационная разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2000. – 516 с.

2. Карнаухов М.Н. Использование агрегированных моделей нефтяного месторождения для решения прикладных задач ТЭК. – Екатеринбург: Институт экономики, Уральское отделение РАН, 2007. – 72 с.