

Особенности оценки инвестиционных проектов в нефтяной отрасли

© 2015 Родионова Людмила Николаевна
доктор экономических наук, профессор

© 2015 Карамутдинова Динара Марсовна

Уфимский государственный авиационный технический университет
450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12
E-mail: rodion@ufanet.ru

Рассматриваются особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в нефтяной промышленности, связанные с тем, что проведение геолого-технических мероприятий (ГТМ) сопровождается изменением следующих технологических показателей: добычи нефти, добычи жидкости, действующего фонда добывающих скважин, действующего фонда нагнетательных скважин. Отклонения каждой технологической составляющей мероприятия по-разному влияют на общую эффективность применяемого метода.

Ключевые слова: инвестиционный проект, геолого-технические мероприятия, экономическая эффективность.

В настоящее время успешное функционирование нефтяной промышленности по сравнению с другими отраслями российской экономики создает иллюзию ее долгосрочного и устойчивого благополучия. Однако необходимо признать, что сегодня нефтяная промышленность работает в режиме истощения своего ресурсного потенциала, а основные производственные фонды отрасли по возрастной структуре, степени износа и техническому состоянию приближаются к критическому уровню. Инвестиции в широкомасштабное наращивание геологоразведочных работ не оправдываются.

В современных условиях экономики актуальны вопросы разработки механизмов оценки эффективности инвестиционных проектов, учитывающих не только специфику нефтяной промышленности, но и такие факторы, как инфляция и риск, причем не в статике, а в динамике.

Кроме того, особенностью отрасли является многообразие конкурирующих между собой инвестиционных проектов, а также широкий набор сценариев реализации каждого проекта. Поэтому все большую актуальность приобретают вопросы принятия решений о выборе инвестиционного проекта. Необходимо, чтобы из всех вариантов выбирались наиболее привлекательные. Это, в свою очередь, требует решения проблем, исходя из условий многокритериальности, поскольку проект должен приниматься к инвестированию на основе нескольких оценочных критериев, а не одного.

При оценке экономической эффективности проектов в нефтяной промышленности спорные

моменты могут возникать при решении следующих вопросов:

1) прогнозирование объемов добычи нефти и жидкости. Никто с заданной степенью точности не скажет, каков будет их уровень добычи после проведения геолого-технических мероприятий. Всегда существует вероятность того, что эта величина отклонится в худшую или лучшую сторону. Так, ошибочный прогноз приведет к тому, что показатели эффективности будут завышены или занижены. Однако от этой проблемы никуда не уйти. Частичным решением может быть оценка эффективности с учетом риска отклонения этих параметров от запланированного объема;

2) оценка притока денежных средств на каждом интервале планирования. Поскольку особенность нефтяной промышленности заключается в более длительных сроках реализации проекта, здесь основная проблема возникает в отношении последних лет реализации проекта. Чем дальше горизонт планирования, т.е. чем более протяженный во времени проект, тем более неопределенными и рискованными рассматриваются притоки денежных средств отдаленных лет. Одним из решений подобной проблемы является введение понижающих коэффициентов, что равнозначно дисконтированию поступлений на более поздних сроках реализации проекта по более высокой ставке дисконта;

3) учет инфляции при оценке эффективности. Как было отмечено, проекты в нефтяной промышленности часто оказываются растянутыми во времени. Механизм, позволяющий учесть

влияние инфляции на показатели эффективности, отражен в существующих методиках, и формализуется корректировкой либо на индекс инфляции, либо будущих поступлений, либо ставки дисконта; но инфляция даже в развитых странах неоднородна во времени, поэтому задавать статический показатель, неизменный за весь период реализации проекта, некорректно;

4) учет риска при оценке эффективности. Проекты, осуществляемые в нефтяной промышленности, обладают высокой степенью геологического, финансового, технологического, экологического и некоторых других видов риска; при разработке бизнес-планов обычно учитывают только один вид риска, закладываемый коэффициентом, который не меняет своего значения на протяжении всего периода проекта;

5) оценка эффективности многовалютных проектов. Проблема, обусловленная многовалютностью проектов, является одной из ключевых в этом вопросе. Когда проект оказывается многовалютным, положение существенно усложняется тем, что возникает необходимость отразить в оценке одновременно три инфляционных параметра экономического окружения:

- изменение внутренних цен в стране (внутреннюю инфляцию);
- изменение цен за рубежом, например, на приобретаемые там или продаваемые туда товары (внешняя инфляция);
- изменение курсов иностранных валют по отношению к внутренней инфляции¹.

Существующие методики оценки экономической целесообразности инвестиций в нефтяной промышленности носят обобщающий характер. Этого не всегда достаточно, например, в случае проектов проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ). Внедрение ГТМ сопровождается изменением следующих технологических показателей: добыча нефти ($\pm \Delta Q_n$), добыча жидкости ($\pm \Delta Q_{ж}$), действующего фонда добывающих скважин ($\pm \Delta \Phi_\delta$), действующего фонда нагнетательных скважин ($\pm \Delta \Phi_n$).

Отклонения каждой технологической составляющей мероприятия по-разному влияют на общую эффективность применяемого метода. Следовательно, расчет экономических показателей эффективности должен предусматривать оценку влияния каждого элемента на общий результат.

Изменение добычи нефти сопровождается увеличением (уменьшением) условно-переменных затрат. Экономия (увеличение) затрат ΔZ_n , связанных с добычей нефти, определяется как произведение удельных условно-переменных затрат

по нефти P_n и технологического эффекта по добыче нефти Q_n

$$\Delta Z_n = P_n \cdot \Delta Q_n. \quad (1)$$

Изменение добычи жидкости при реализации конкретного ГТМ также изменяет условно-переменные затраты. При этом эффект может быть получен не только в результате изменения технологических параметров (добыча жидкости), но и экономических (например, внедрение ГТМ может изменить удельные условно-переменные затраты по жидкости $\Delta P_{ж}$).

Экономический эффект, полученный в результате изменения дебита жидкости скважин, рассчитывается по формуле

$$\Delta Z_{ж} = \Delta P_{ж} \cdot \Delta Q_{ж}. \quad (2)$$

Изменение фонда действующих добывающих скважин $\Delta \Phi_\delta$ увеличивает или уменьшает постоянные затраты, зависящие непосредственно от фонда скважин. Кроме того, положительный или отрицательный эффект может быть получен в результате изменения удельных затрат, приходящихся на обслуживание добывающих скважин $\Delta \text{Const}_\delta$. Экономический эффект, связанный с изменениями данного технологического параметра, определяется по формуле

$$\Delta Z_\delta = \Delta \text{Const}_\delta \cdot \Delta \Phi_\delta. \quad (3)$$

Изменение фонда действующих нагнетательных скважин так же, как и в предыдущем случае, зависит от изменения технологических и экономических показателей: условно-постоянных затрат, связанных с обслуживанием нагнетательных скважин ΔConst_n и фонда нагнетательных скважин $\Delta \Phi_n$. Экономический эффект при этом рассчитывается по формуле

$$\Delta Z_n = \Delta \text{Const}_n \cdot \Delta \Phi_n. \quad (4)$$

Общее изменение текущих затрат ΔZ , вызванное проведением ГТМ, определяется следующим образом:

$$\Delta Z = \Delta Z_n + \Delta Z_{ж} + \Delta Z_\delta + \Delta Z_n. \quad (5)$$

Дальнейшая оценка эффективности практически ничем не отличается от расчетов эффективности проектов в других отраслях. Исключением являются особенности налогообложения, присущие нефтяной промышленности.

Показатели эффективности рассчитываются на основании денежных потоков проекта.

Большинство специалистов в нашей стране и за рубежом связывают будущее нефтяной промышленности с применением, так называемых, третичных методов увеличения нефтеотдачи (МУН): тепловых, газовых и химических, так

как большинство этих методов может обеспечить значительное увеличение нефтеотдачи пластов и прирост дополнительно извлекаемых запасов нефти даже на поздней стадии разработки месторождения.

Необходимо, чтобы из всего многообразия технических решений отбирались действительно наилучшие, обеспечивающие наибольший рост эффективности производства в целом. Для этого требуются научно обоснованные методы определения экономической эффективности капитальных вложений в новые технологии. Подобные задачи решаются выделением нескольких вариантов осуществления модернизации, расчетом показателей эффективности инвестиций в каждый из этих проектов и проведением процедуры ранжирования проектов и выбора одного в качестве оптимального. Однако в этом случае ограничиваются, как правило, 5-6 вариантами, но если учесть, что вариантов может быть в несколько сотен или тысяч раз больше (или бесконечное количество), то подобный метод решения не обеспечивает выбора наиболее оптимального варианта. Необходимо использование методов математического моделирования.

Такие показатели экономической оценки эффективности инвестиций, как чистая дисконтированная стоимость инвестиционного проекта (NPV), внутренняя норма доходности (IRR), срок окупаемости проекта (PP), входят в число важнейших критериев, на основе которых принимается решение о целесообразности осуществления инвестиционных проектов. Однако в реальности проект, который оптимален по одному критерию, часто не является наилучшим с точки зрения других.

Необходимо выбрать вариант оптимальный с точки зрения многих критериев, граничные значения которых четко не определены. Поэтому в качестве методологической основы была выбрана теория векторной оптимизации.

Рассмотрим месторождение на последней стадии разработки, отличающееся сложным геологическим строением, низкопроницаемыми пластами, повышенной вязкостью нефти. Период оценки, срок жизни проекта составляет 2 года, поэтому рассмотрим временной интервал $[0, T]$, где $T = 2$, и разобьем его на n дискретных интервалов (периодов) времени: $[t_0, t_1], \dots, [t_{n-1}, t_n]$, где $t_i = i \frac{2}{n}$, $i = \overline{0, n}$, поскольку осуществление затрат (инвестиций) и проведение мероприятий по увеличению нефтедобычи происходят в дискретные моменты времени.

Вышеперечисленные способы увеличения добычи характеризуются следующими переменными: x_i - объем закачки реагента в i -й интервал времени, т; y_i - количество скважин подлежащих ремонту в i -м интервале, шт.; z_i - количество заменяемых задвижек в i -м интервале, шт.; v_i - количество заменяемых НКТ в i -м интервале, шт.

Объем закачиваемого реагента в каждый момент времени и за весь период работ ограничен технологией:

$$0 \leq \sum_{i=1}^n x_i \leq X, \quad (6)$$

количество скважин, задвижек и нефтекомпрессорных труб, ремонтируемых в каждый момент времени и за весь период работ, ограничено количеством скважин на участке:

$$0 \leq \sum_{i=1}^n y_i \leq Y, \quad (7)$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^n z_i \leq Z, \quad (8)$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^n v_i \leq V. \quad (9)$$

Пусть в настоящее время добывается Q_H - количество нефти и Q_B - количество воды. Дополнительная добыча нефти и воды в i -м интервале времени от применения тех или иных сочетаний способов в предыдущих периодах:

$$Q_{1i}(x, y, z, v) = q_1 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} x_j + q_2 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} y_j + q_3 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} z_j + q_4 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} v_j, \quad (10)$$

где Q_{1i} - дополнительно добытая нефть в i -м интервале, т;

q_1 - дополнительная добыча нефти на 1 т реагента, т;

q_2 - дополнительная добыча нефти от капремонта 1 скважины, т;

q_3 - дополнительная добыча нефти в результате замены 1 задвижки, т;

q_4 - дополнительная добыча нефти в результате замены 1 нефтекомпрессорной трубы (НКТ), т.

$$Q_{2i}(x, y, z, v) = q'_1 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} x_j + q'_2 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} y_j + q'_3 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} z_j + q'_4 \cdot \sum_{j=0}^{i-1} v_j, \quad (11)$$

где Q_{2i} - дополнительно добыта воды в i -м интервале, т;

q'_1 - дополнительная добыча воды на 1 т реагента, т;

q'_2 - дополнительная добыча воды от капремонта 1 скважины, т;

q'_3 - дополнительная добыча воды в результате замены 1 задвижки, т;

q'_4 - дополнительная добыча воды в результате замены 1 нефтекомпрессорной трубы (НКТ), т.

Выручка от реализации добытой нефти в i -м интервале будет составлять:

$$D_i(x, y, z, v) = Q_{li}(x, y, z, v) + Q_H \cdot p, \quad (12)$$

где p - цена нефти.

Объем вложений (инвестиций), необходимый для осуществления того или иного сочетания способов в i -м интервале, будет составлять:

$$I_i(x, y, z, v) = w_1 \cdot x_i + w_2 \cdot y_i + w_3 \cdot z_i + w_4 \cdot v_i, \quad (13)$$

где w_1 - цена 1 т реагента;

w_2 - цена капитального ремонта 1 скважины;

w_3 - цена 1 задвижки;

w_4 - цена 1 НКТ.

Таким образом, притоки денежных средств в i -м интервале, возникающие в процессе модернизации, ремонта, будут иметь вид

$$P_i(x, y, z, v) = D_i(x, y, z, v) + I_i(x, y, z, v). \quad (14)$$

Затраты в i -м интервале будут иметь вид

$$R_i = PP_i + (Q_{li} + Q_H) \cdot (a_0 + b_0 + c + d) + (Q_{2i} + Q_B) \cdot (a_1 + b_1) + (l_0 + e_0) \cdot x_i + (l_1 + e_1) \cdot y_i + (l_2 + e_2) \cdot z_i + (l_3 + e_3) \cdot v_i + k \cdot w_4 \cdot v_i + I_i - w_4 \cdot v_i, \quad (15)$$

где R_i - затраты в i -м интервале;

PP_i - постоянные затраты;

a_0 - норма потребления электроэнергии на добычу 1 т нефти;

a_1 - норма потребления электроэнергии на добычу 1 т воды;

b_0 - норма затрат по сбору и транспортировке 1 т добытой нефти;

b_1 - норма затрат по сбору и транспортировке 1 т добытой воды;

c - норма затрат по подготовке 1 т нефти;

d - норма затрат на содержание оборудования в расчете на 1 т нефти;

l_0 - норматив трудовых затрат на 1 реагента;

l_1 - норматив трудовых затрат на 1 отремонтированную скважину;

l_2 - норматив трудовых затрат на 1 заменяемую задвижку;

l_3 - норматив трудовых затрат на 1 заменяемую НКТ;

e_0 - норматив затрат на пусконаладочные работы на 1 т реагента;

e_1 - норматив затрат на пусконаладочные работы на 1 отремонтированную скважину;

e_2 - норматив затрат на пусконаладочные работы на 1 заменяемую задвижку;

e_3 - норматив затрат на пусконаладочные работы на 1 заменяемую НКТ;

k - норма амортизации НКТ.

Оттоки денежных средств в i -м интервале времени состоят из затрат на реализацию сочетания способов в i -м интервале, налоговых отчислений от прибыли выплаты по кредиту и процентов по кредитам, полученным в предыдущие периоды. Будем считать, что выплата кредитов происходит равными долями.

$$O_i = R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right), \quad (16)$$

где O_i - оттоки денежных средств;

N - ставка налога на прибыль;

μ - процент за кредит.

Рассмотрим критерии выбора того или иного сочетания способов модернизации по периодам:

$$f_1 = \sum_{i=1}^n \frac{P_i - O_i}{(1 + ND)^i} \rightarrow \max; \quad (17)$$

$$f_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i - O_i}{(1 + ND)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{I_i}{(1 + ND)^i}} \rightarrow \max; \quad (18)$$

$$f_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i - O_i}{(1 + ND)^i}}{\sum_{i=1}^n I_i} \rightarrow \max; \quad (19)$$

$$f_4 = SO \rightarrow \min; \quad (20)$$

$$f_5 = VND \rightarrow \max, \quad (21)$$

где f_1 - чистый дисконтированный доход;

f_2 - индекс доходности;

f_3 - рентабельность инвестиций;

f_4 - срок окупаемости;

f_5 - внутренняя норма доходности.

Представим характеристики основных показателей эффективности инвестиционного проекта:

1) f_1 - чистая текущая стоимость, на которую ценность фирмы может прирасти в результате реализации инвестиционного проекта, $f_1 > 0$;

2) f_2 - показывает относительную величину прироста чистой текущей стоимости после завершения проекта, $f_2 > 1$;

3) f_3 - показывает, сколько денежных единиц чистого дохода принесет одна денежная единица, инвестированная в проект, $f_3 > r$, где r - стандартный для фирмы инвестора уровень рентабельности;

4) SO - период, начиная с которого первоначальные инвестиции возмещаются суммарными доходами от реализации, $f_4 > 0$;

5) VND - означает уровень окупаемости инвестиционных средств, направленных на реализацию проекта, $f_5 > ND$, где ND - норма дисконта.

Модель принимает следующий вид:

$$f_1 = \sum_{i=1}^n \frac{\left[D_i + I_i - \left[R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right) \right] \right]}{(1+VND)^i} \rightarrow \max, \quad (22)$$

$$f_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\left[D_i + I_i - \left[R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right) \right] \right]}{(1+ND)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{I_i}{(1+ND)^i}} \rightarrow \max, \quad (23)$$

$$f_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\left[D_i + I_i - \left[R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right) \right] \right]}{(1+ND)^i}}{\sum_{i=0}^n I_i} \rightarrow \max, \quad (24)$$

$$f_4 = SO \rightarrow \min, \quad (25)$$

$$f_5 = VND \rightarrow \max, \quad (26)$$

$$f_1 > 0, f_2 > 1, f_3 > r, f_4 > 0, f_5 > ND \quad (27)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\left[D_i + I_i - \left[R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right) \right] \right]}{(1+VND)^i} = 0 \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^{SO} \frac{\left[D_i + I_i - \left[R_i + N \cdot (D_i - R_i) + \sum_{j=0}^i \left[I_j \cdot \frac{n \cdot (i-j)}{n-j} \right] + \mu \cdot (n-i) \cdot \sum_{j=0}^i \left(I_j \cdot \frac{n}{n-j} \right) \right] \right]}{(1+ND)^i} = 0 \quad (29)$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^n x_i \leq X, \quad 0 \leq \sum_{i=1}^n y_i \leq Y, \quad 0 \leq \sum_{i=1}^n z_i \leq Z, \quad 0 \leq \sum_{i=1}^n v_i \leq V \quad (30)$$

$$y_i, z_i, v_i, SO - \text{целые.} \quad (31)$$

Представленная задача является векторной задачей математического программирования, с пятью нелинейными целевыми функциями, $(4 \cdot n + 2)$ неизвестными и $(3 \cdot n + 12)$ ограничениями (линейными и нелинейными). В² была предложена методика решения многокритериальных задач векторной оптимизации при равнозначных критериях и заданном приоритете критериев, в результате которой находится решение, оптимальное по Парето. Методика основана на нормализации критериев и сведений векторной задачи к максимизации минимального значения нормализованных критериев, получившей название λ -задачи.

¹ Виленский П.Л., Смоляк С.А. Проблемы инвестирования. Оценка эффективности инвестиционного проекта при платежах в разных валютах / АО "Интеринвестпроект", ЦЭМИ РАН. URL: <http://auditfin.com/fin/2000/1/rinvest/rinvest.asp>.

² Родионова Л.Н., Кантор О.Г., Бабакина Е.В. Ранжирование инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности // Экономика России на рубеже веков : сб. науч. тр. / под ред. Л.Н. Родионовой. Уфа, 2000.

Поступила в редакцию 01.08.2015 г.