УДК 338.45.665

Э.А.КРАЙНОВА, Ю.В.КУЯРОВА
Российский государственный университет нефти и газа им.И.М.Губкина, Москва

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ РИСКА ОСВОЕНИЯ НОВЫХ СКВАЖИН

Технико-экономические показатели работы скважины во многом зависят от качества проектных решений ее освоения. Экономическая оценка эксплуатационных факторов риска строительства скважин дает возможность найти адекватные управленческие решения для предупреждения возможных отклонений от проекта и дать соответствующие рекомендации для строительства планируемых к вводу новых скважин.

In many ways cost-performance ratio for wells depends on quality of solutions designed for well development. Economic assessment of well construction risks offers an opportunity to find adequate managerial decisions for prevention of possible design deviations and to submit respective recommendations for construction of new wells to be placed in operation.

Перед инициаторами инвестиционных проектов часто возникает вопрос, с помощью каких методов можно не только успешно спланировать и провести проект в рамках имеющегося бюджета и расписания, но учесть и предупредить все возможные отклонения проекта, на первый взгляд, происходящие от неконтролируемых причин.

Для успеха проекта чрезвычайно важна возможность держать под контролем неизбежные изменения, которые возникают в изначально определенных и согласованных структурах, объемах, содержании и результатах работ в ходе проекта.

Управление изменениями представляет собой процесс прогнозирования и планирования будущих отклонений в проекте, регистрации их на всем протяжении жизненного цикла проекта с учетом специфики содержания проекта, структуры, стоимости, построения плана и его сетевого графика. Тем самым достигается детальное изучение оценки последствий реализации проекта, а также мониторинг и координация исполнителей, реализующих изменения в проекте с целью своевременного выявления отклонений от плана проекта для принятия предупредительных действий на случай возникновения возможных проблем.

Учитывая особенности нефтяных проектов, особое внимание следует обратить на комплексный контроль изменений, а точнее планирование изменений в ходе реализации проектов ввода в эксплуатацию новых скважин.

Для нефтегазодобывающих предприятий основной задачей является продолжительная рентабельная добыча по вводимым в эксплуатацию скважинам, которая обеспечивается оптимальными условиями вскрытия пласта, отвечающими особенностям соответствующей стадии разработки конкретного месторождения. В этой связи необходим учет эксплуатационных факторов риска уже на стадии освоения скважины и оценка их влияния на технико-экономические показатели последующей ее эксплуатации.

Результаты проведенных исследований позволяют дать ряд рекомендаций для совершенствования методики принятия проектных решений на стадиях освоения и дальнейшей эксплуатации скважин. Отметим, что во многом качество проектных решений будет зависеть от информиро-

ванности проектного менеджера в процессе контроля над проектом и умения участников этого проекта найти адекватные управленческие решения для конкретных ситуаций.

Строительство скважины любого назначения и вида – это результат многопрофильной кооперации различных предприятий. Нефтегазодобывающее предприятие выступает в качестве заказчика и инициатора проекта, а буровое (сервисное) – в роли генерального подрядчика строительных работ. В процессе строительства скважины заказчик обязан контролировать соблюдение выбранных и утвержденных норм. Основная задача заказчика – следить за безукоризненным выполнением параметров проекта строительства скважины буровой бригадой и другими соисполнителями. В случае отклонения от проекта заказчик должен определить, насколько это отклонение влияет на качество скважины и может в дальнейшем отразиться на технико-экономических показателях ее работы. В зависимости от сложившейся ситуации принимается соответствующее решение с учетом эксплуатационных факторов риска освоения скважины.

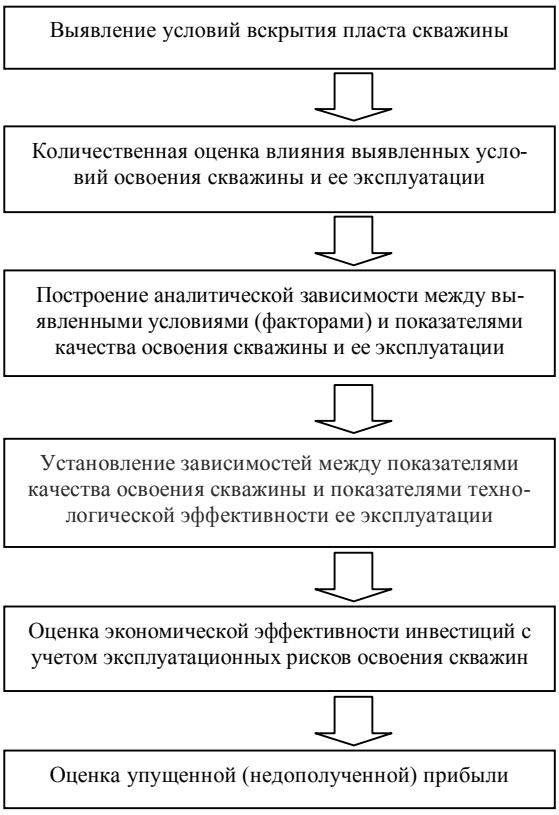


Рис.1. Экономическая оценка эксплуатационных факторов риска при освоении скважин

Существующая упрощенная система взаимоотношений между заказчиком и подрядчиком и недостаточная изученность горно-геологических условий являются основными причинами превышения сроков строительства (иногда в 1,5 раза), удорожания работ (на 20-30 %) и их низкого качества. Факторный анализ простоев при строительстве скважин позволил сделать вывод, что 30 % простоев связаны с ликвидацией аварий и 38 % (например, простоев в ожидании ремонтов) вызваны некачественным менеджментом.

Таким образом, экономическая оценка качества освоения скважины и соответствие ее показателей параметрам, заложенным в проекте разработки месторождения, дает возможность выявить влияние вскрытия пласта на технико-экономические показатели добывающей скважины и эффективность проекта строительства планируемых к вводу новых скважин.

Так как реальное влияние условий вскрытия пласта на технико-экономические показатели работы скважины можно оценить лишь на основании изучения опыта ее работы в период последующей эксплуатации, когда последствия неправильных решений на стадии вскрытия исправить уже невозможно, важно обобщить опыт условий вскрытия пласта на новых скважинах конкретного месторождения за предыдущий период и провести экономическую оценку последующей эксплуатации скважин до проведения первого капитального ремонта.

Исследования показали, что основными показателями, характеризующими эффективность освоения скважины и ее эксплуатации в дальнейшем, являются начальный дебит и период работы скважины до первой ее остановки после освоения. Основная проблема оценки эффективности заключается в количественном определении уровней эксплуатационных рисков, их классификации и

выявлении факторов, влияющих на начальный проектный дебит скважины и время ее эксплуатации до первой остановки на ремонт (рис.1).

В качестве исходной информации использованы данные по законченным бурением и переданным в эксплуатацию скважинам. Для выявления обобщенных факторов, определяющих экономическую оценку освоения скважины и технико-экономические возможности ее эксплуатации, использован факторный анализ, конечной целью которого является расчет факторных нагрузок обобщенных показателей и их экономическая интерпретация. Информационной базой факторного анализа качества вскрытия пласта являются природно-геологические, технико-технологические и организационно-экономические условия буровых работ.

В ходе анализа выделены четыре обобщенных фактора, влияющих на качество вскрытия пласта (табл.1): технология первичного вскрытия пласта (фактор F1), коллекторские свойства пласта (фактор F2), технология освоения скважины (фактор F3) и технология вторичного вскрытия пласта (фактор F4).

Таблица 1

Экспертные оценки факторов влияния, баллы

Фактор влияния	На начальный дебит	На продолжительность безремонтной работы	Сумма
F1	4	4	8
F2	5	5	10
F3	4	3	7
F4	5	5	10

Построение модели аналитической зависимости показателя качества от обобщенных факторов основано на множественной регрессии, которая позволяет изучать связь одной зависимой переменной с несколькими независимыми переменными. Получена аналитическая зависимость между показателем качества и факторами, его определяющими.

Для интерпретации результатов факторные нагрузки были распределены по степени их значимости для каждого фактора. Полученная матрица факторных нагрузок для четырех факторов отражает обобщенную информацию их влияния на качество вскрытия пласта и последующую эксплуатацию скважин и подтверждает правильность экспертных оценок выбранных исходных показателей для критериальной экономической оценки эксплуатационных факторов риска при освоении скважин (табл.2).

Таблица 2

Факторные нагрузки и дисперсии

Показатель	F1	F2	F3	F4	Дисперсия
Время остановки скважины до первого ремонта, месяцы	–0,0732	0,450	–0,5702	–0,3623	0,196
Глубина скважины, м	0,972	–0,024	0,088	0,038	0,222
Пластовое давление, МПа	0,0943	0,163	0,1071	–0,0224	0,006
Количество дыр на 1 м колонны	–0,0704	0,0821	0,622	0,9819	0,237
Мощность продуктивного пласта, м	0,0465	–0,2183	0,13	0,1715	0,031
Забой, м	0,944	0,088	0,055	–0,021	0,206
Растекаемость, см	0,1493	–0,0387	–0,1295	0,4515	0,066
Вязкость, с	0,8989	–0,1383	0,0277	0,1345	0,211
Водоотдача, $см^3$/30 мин	0,9682	0,4201	–0,1119	0,0341	0,233
Начальный дебит по нефти, т/сут	–0,2807	0,5032	–0,2603	–0,0229	0,133
Проницаемость пласта, мД	–0,2251	0,9237	–0,011	–0,2723	0,312
Пористость пласта, %	0,0546	0,8149	0,046	–0,2624	0,210
Время до вывода притока, ч	0,3232	–0,709	–0,8571	–0,198	0,287

Окончание табл.2

Показатель	F1	F2	F3	F4	Дисперсия
Депрессия при вызове притока, МПа	–0,0607	0,3163	0,9726	0,1518	0,199
Плотность промывочной жидкости, кг/м^3	0,9781	–0,0544	–0,0728	0,0329	0,257
Начальная обводненность, %	0,1776	–0,3022	0,4521	–0,4067	0,164
Сумма квадратов факторных нагрузок	4,854	2,956	2,741	1,723	

По итогам математической процедуры часть признаков объединяется в факторы, характеризующие общие свойства.

Рассчитанные показатели дисперсии, обусловленные действием соответствующих обобщенных факторов позволяют выявить вклад каждого фактора в уровень качества освоения скважины и ее эксплуатационные возможности уже на стадии проектирования. Наибольшее влияние на уровень качества освоения скважин оказывают технология первичного вскрытия продуктивных пластов (F1) и технология освоения скважины (F3), что демонстрируют следующие данные:

Фактор	F1	F2	F3	F4	Прочие	Всего
Дисперсия, %	22,4	17,4	18,2	11,4	30,5	100

Для построения регрессионных моделей, связывающих начальный дебит скважины Q (в тоннах в сутки) и продолжительность периода безремонтной работы I (в сутках) с эксплуатационными факторами риска, влияющими на экономическую эффективность инвестиций, использованы данные по законченным бурением и переданным в эксплуатацию скважинам одного из месторождений Западной Сибири. Выявленные зависимости имеют вид

$$Q = -2{,}51 - 2{,}75F1 + 0{,}32F2 + 2{,}08F3 + 1{,}24F4 - 1{,}33F1^2 - 0{,}32F2^2 + 0{,}2F3^2 - 0{,}27F4^2 - 0{,}04F1F2 + 1{,}41F1F3 + 1{,}23F1F4 - 0{,}39F2F3 - 0{,}06F2F4 - 0{,}45F3F4 ; \quad (1)$$

$$T = -165{,}9 - 312{,}02F1 + 148{,}6F2 + 135{,}4F3 + 143F4 - 174{,}1F1^2 + 23{,}33F2^2 + 32{,}59F3^2 - 8{,}66F4^2 + 130{,}1F1F2 + 59{,}6F1F3 + 124{,}7F1F4 - 154{,}4F2F3 - 28{,}29F2F4 - 5{,}06F3F4 . \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) видно, что на отклонение от проектного показателя добычи нефти Q влияют технология первичного вскрытия пласта и технология освоения скважины, а на продолжительность безремонтной эксплуатации скважин T – технология первичного вскрытия пласта и коллекторские свойства пласта. Выявленные отклонения отражаются на показателях эффективности проекта как упущенная (недополученная) прибыль.

Итак, экономическая оценка эффективности инвестиций с учетом эксплуатационных рисков позволяет установить причины и величину экономического риска и возможных отклонений на стадии проектирования и освоения скважины и ее последующей эксплуатации.

При оценке недополученной прибыли в результате возникновения эксплуатационных рисков при освоении скважин и выбора мероприятий по их снижению или исключению как способ управления рисками следует использовать матрицу оценки рисков по ранее выявленным условиям освоения (обобщенным факторам) скважин, влияющим на дальнейшие эксплуатационные свойства скважин. Для каждого обобщенного фактора, которому присущи риски, составляется соответствующая матрица. Присвоение статуса рискам позволяет оценить стоимость снижения риска и разработать мероприятия по страхованию промышленных рисков. На рис.2 представлена схема управления эксплуатационными рисками при освоении скважины и составлении проекта ввода новых скважин в эксплуатацию.

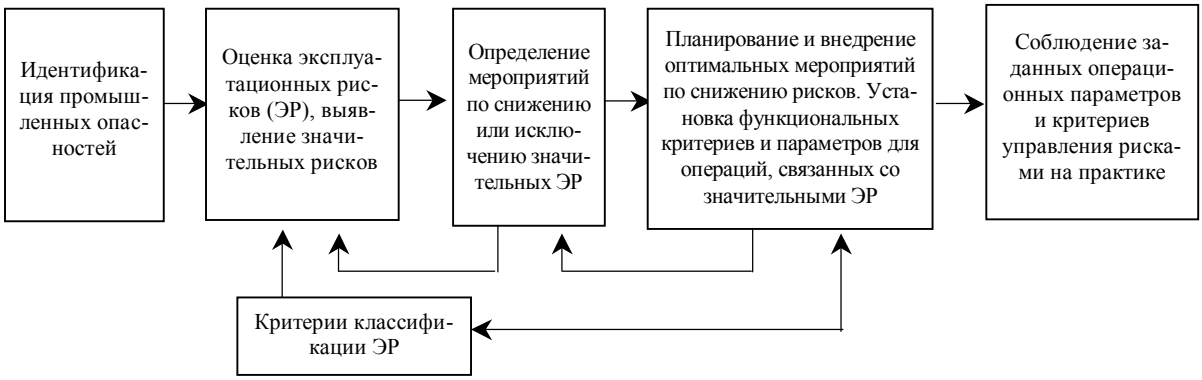


Рис.2. Схема управления эксплуатационными рисками при освоении скважин

Определив по проекту и фактически технологическую целесообразность эксплуатации скважины и проведя оценку экономической эффективности каждой скважины, скважины распределяют по критериям технологической и экономической эффективности, что позволяет установить разрыв фактических и проектных уровней технологической и экономической целесообразности эксплуатации скважин, учитывая особенности их освоения и факторы качества, влияние которых устанавливается через зависимости вида (1) и (2).

В общем случае к факторам, прямо или косвенно уменьшающим эксплуатационные риски освоенной скважины, можно отнести следующие:

- соответствие состава бурового раствора проектным параметрам для поддержания фильтрационно-емкостных свойств скважины;
- качество крепления эксплуатационной колонны в продуктивном интервале скважины;
- соблюдение технологии освоения скважины.

Таким образом, надежность прогнозов и принимаемых на их основе инвестиционных решений могут быть повышены, если устанавливать и использовать зависимости между качеством освоения скважины уже на стадии ее проектирования, с одной стороны, и технико-экономическими показателями ее эксплуатации, с другой, учитывать значимые эксплуатационные риски и применять меры по их страхованию.