

УДК 622.245+622.279.7

Н.С. Акелян, С.Б. Бекетов

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Рассмотрены риски, сопутствующие реализации нефтегазовых проектов и в частности реализации геолого-технических мероприятий в области повышения производительности нефтяных и газовых скважин, приведен пример оценки рисков по мощью построения прогнозных моделей.

Ключевые слова: скважина, нефть, газ, риски, мероприятие.

При принятии решений о целесообразности реализации проектных научно-технических мероприятий при проведении геолого-технических мероприятий (ГТМ) в области повышения производительности скважин существенную роль играет учет и анализ риска неблагоприятного исхода ГТМ. Под риском здесь следует понимать возможность возникновения в ходе реализации мероприятий неблагоприятных ситуаций и последствий (потери, убытки, ущерб), появление дополнительных расходов по сравнению с ожидаемым вариантом.

Реализация проектных решений нефтегазодобывающего производства, в т.ч. научно-технических решений ГТМ имеет ряд специфических особенностей организационно-производственного и экономико-управленческого характера [1]. Основными особенностями, по нашему мнению, являются следующие [2]:

- обособленность производственных объектов;
- невозможность изменить территориальное расположение нефтегазовых месторождений;

- зависимость выполняемых работ от природных горно-геологических условий;
- динамичный характер природных факторов;
- стадийность эксплуатации месторождений;
- значительное влияние на объект труда природных факторов;
- удаленность предмета труда (нефтегазового пласта) и подземной части эксплуатационного оборудования от места управления производственным процессом (устья скважины);
- неопределенность (часто очень) высокая исходной информации;
- высокая капиталоемкость производства;
- повышенный уровень риска инвестиций в реализацию ГТМ;
- постоянное ухудшение экономических показателей разрабатываемого месторождения, связанное с природными факторами;
- зависимость денежного потока, генерируемого инвестиционным проектом от истощения запасов месторождения;
- рост себестоимости добываемого сырья во времени в зависимости от выработки месторождения.

Таким образом, реализация проекта ГТМ идет в условиях неопределенности и рисков, и эти две категории взаимосвязаны. При этом неопределенность — это неполнота или неточность информации об условиях реализации проекта, в том числе связанных с ними затратах и результатах. Риск — это потенциальная, численно измеримая возможность неблагоприятных ситуаций и связанных с ними последствий в виде потерь, убытков в связи с неопределенностью; возможность получения непредсказуемого результата в зависимости от принятого решения, действия. Степень допустимых рисков, как правило, определяется с учетом таких параметров, как размер и надежность инвестиций в проект, запланированный уровень рентабельности и др. В количественном отношении неопределенность подразумевает возможность отклонения результата от ожидаемого значения как в меньшую так и в большую сторону. Соответственно, под риском в данном контексте понимается вероятность потери части ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов и/или обратное — возможность получения значительной выгоды (дохода) в результате осуществления определенной целенаправленной деятельности. Поэтому эти две категории, влияющие на реализацию проекта, должны анализироваться и оцениваться совместно [3].

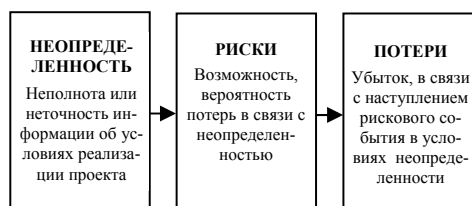
С экономической точки зрения риск представляет собой событие, которое может произойти с некоторой вероятностью, при этом возможен исход с тремя экономическими результатами:

1. отрицательный (ущерб, убыток);
2. положительный (выгода, прибыль);
3. нулевой.

Неопределенность, риски и потери при реализации проектов связаны в

первую очередь с возможностью понесения потерь вследствие прогнозного, вероятностного характера будущих денежных потоков и реализации вероятностных аспектов проекта и его многочисленных ресурсов, внешних и внутренних обстоятельств.

Таким образом, видна четкая взаимосвязь рассмотренных категорий:



Алгоритм оценки (анализа) риска включает, как правило, элементы, представленные на рис. 1 [2].

При анализе проектов на стадии планирования следует учесть факторы рисков, выявить как можно больше видов рисков и минимизировать общие риски проекта. Анализ рисков можно разделить на качественный и количественный. Качественный анализ имеет целью определить факторы, области и виды рисков. Риски в мировой практике обычно классифицируются как [4, 5]:

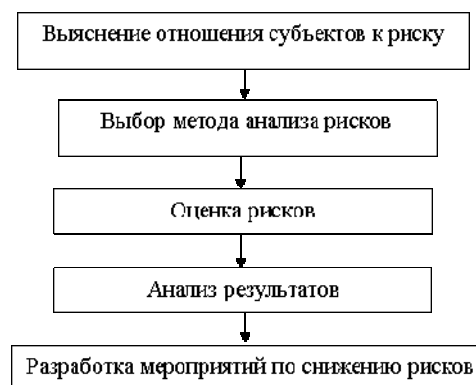


Рис. 1. Алгоритм оценки (анализа) рисков

- социально-политические (политическая нестабильность, уровень преступности и т.д.);

- макроэкономические (устойчивость экономической системы, степень государственного регулирования);

- микроэкономические (доля компании на рынке, ее финансовое состояние, инновационный потенциал, качество управления);

- правовые (уровень защиты бизнеса, налоговая, таможенная системы),

- технологические (уровень научно-технических решений, состояние технологического оборудования, кадровый потенциал и т.д.);

- экологические (природные катастрофы, а также возможность возникновения неблагоприятных экологических последствий от реализации проектных решений).

Совершенно очевидно, что важно учитывать все виды рисков, однако сила их влияния на ход реализации рассматриваемых нами ГТМ различна. Работая в стабильных субъектах страны социально-политические риски можно не учитывать ввиду их незначительного влияния. Кроме того, макроэкономические риски проявляются, как правило, при реализации долгосрочных проектов (к примеру, разбуривания крупного месторождения, ревизия и ремонт старого фонда скважин такого месторождения, который может насчитывать до тысячи и более скважин различного назначения). При проведении работ по повышению производительности скважин такими рисками также можно пренебречь. Существенное влияние на реализацию проектных мероприятий оказывают четыре последние типа рисков, причем ряд факторов названных рисков имеют наибольшее влияние [2]:

- выполнение работ низкого качества (требующих дополнительных за-

трат ресурсов на приведение скважин в удовлетворительное техническое состояние);

- высокая изношенность технологического оборудования (приводящая к отказам и авариям в работе);

- высокий уровень миграции высококвалифицированных специалистов;

- неравномерный уровень инфляции;

- нестационарность денежных потоков;

- задержки выплат по дебиторским задолженностям;

- слабо прогнозируемый рост транспортных и командировочных расходов;

- изменение законодательства (налоги).

Количественный анализ рисков должен дать возможность численно определить размеры как отдельных рисков, так и совокупного риска проекта в целом. Количественный анализ рисков опирается на методы теории вероятностей, что обусловлено вероятностным характером неопределенности и рисков.

Общий совокупный риск определяется спектром охватываемых проблем, а следовательно, сопутствующих им рискам. Чем уже круг проблем, обусловленных неопределенностью и влияющих на проект, тем меньше будет совокупный риск [6].

При проведении ГТМ, для выбора способа воздействия на продуктивный пласт, разработки дизайна процесса, определения оптимальных технологических параметров при выполнении скважино-операции, необходима полная и достоверная информация, характеризующая ситуацию. Иначе говоря, должна быть полная определенность относительно всех факторов, прямо или косвенно влияющих на принятие решения. Однако на практике, как было отмечено выше, действие многих факторов нельзя предсказать с высокой достоверностью. Поэтому и

выбор решения очень часто сопряжен с неопределенностью.

В процессе принятия решений неопределенными могут быть условия реализации проекта, их последствия и др. В некоторой степени неопределенными могут быть цели (критерии) выбора конечного решения, когда эффективность решения нельзя охарактеризовать одним-единственным показателем. Следует отметить, что в отсутствии полной определенности всегда неизбежен риск принятия не самого эффективного решения. Однако в сложной ситуации использование специальных статистических методов позволяет глубже разобраться в происходящем и оценить каждое возможное решение с точки зрения наименьшего риска [7].

Любое принятие решений предполагает выполнение ряда последовательных действий:

1. Выявление возможных вариантов действий (альтернативных решений).

2. Описание факторов неопределенности, т.е. будущих событий, связанных с принимаемыми решениями.

3. Оценку результатов (последствий) принимаемых решений.

Для рассматриваемого нами случая — проведение ГТМ, под выявлением возможных вариантов действия подразумевается выбор скважины-кандидата и проведение того или иного вида работ в ней, определение технологических параметров процесса. По сути, скважина — объект с некоторой системой входных данных, включающих в себя большое количество переменных, основными из которых являются:

- величина работающего интервала пласта;
- начальное и текущее пластовое давление;
- начальный и текущий дебит скважины;

• коэффициент обводненности продукции начальный и текущий;

• начальная и текущая пластовая температура;

• минералогический и гранулометрический состав продуктивных отложений;

• химсостав и количественное содержание компонентов, входящих в композицию, воздействующую на пласт;

• сведения о предыдущих проводимых мероприятиях (реперфорация, ОПЗ, ГРП и др.);

• объем раствора для обработки пласта;

• состояние фонда скважин, находящихся в непосредственной близости от выбранной для воздействия скважины;

• история строительства скважины.

Далее следует описание факторов неопределенности. К факторам неопределенности относятся результаты событий, связанных с принятием решения, т.е. ожидаемый технологический эффект (изменение дебита нефти и обводненности продукции, накопленный объем дополнительно добытой нефти, продолжительность действия положительного эффекта и др.) от проведенного ГТМ. Для решения этой задачи рекомендуется использовать вероятностно-статистические модели. В частности, в работе [8] рассмотрена модель множественной регрессии, построенная на основе большого количества наблюдений, полученных по скважинам нефтяных месторождений ХМАО. Как показывает опыт, используемые данные позволяют с высокой степенью достоверности определить еще на стадии планирования основные показатели эффективности ГТМ:

• величину изменения дебита скважины;

• ожидаемую накопленную добычу углеводородов;

Таблица 1

Вероятность достижения необходимого значения основного параметра объекта

Скважина-кандидат	Основные параметры объекта после проведения работ				
	S ₁	S ₂	S ₃	...	S _n
H ₁	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	...	P _{1n}
H ₂	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	...	P _{2n}
H ₃	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	...	P _{3n}
...
H _n	P _{n1}	P _{n2}	P _{n3}	...	P _{nn}

• время действия положительного эффекта и др.

Множественная регрессия представляет собой регрессию результативного признака (y) с двумя или большим числом независимых переменных (x_i) вида $y = f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$. Вид уравнения множественной регрессии может быть как линейный, так и нелинейными, в зависимости от первоначальных условий. К основным видам нелинейной регрессии относятся: полиномиальная регрессия; факторная регрессия; регрессии квадратичной поверхности отклика; регрессионные модели с точками разрыва (кусочно-линейные регрессии). А такие функции нелинейной регрессии как степенная, показательная, экспоненциальная, логарифмическая удобно применять в тех случаях, когда количество предикторов (факторов) мало. Коэффициент детерминации моделей, построенных для рассматриваемых в работе месторождений ХМАО составил порядка 80—100 %.

Последствия (результаты) проводимых геолого-технических мероприятий можно свести в таблицу вероятности прироста объема добычи. Элементы таблицы представляют собой вероятность (P_{nn}) достижения того или иного результата основных параметров объекта после проведения геолого-технического мероприятия (S_n).

Данные вероятности могут быть получены экспертным (оценочным)

путем или в результате расчетов. Вероятность достижения определенного уровня технологического эффекта от проводимого ГТМ можно оценить с помощью построения прогнозных моделей для основных параметров эффективности (в частности объема добычи нефти после проведения ГТМ). Как было сказано выше, модели множественной регрессии позволяют прогнозировать технологический эффект от проводимого ГТМ с точностью $z = 80-100$ %. Т.е. и вероятность достижения того или иного уровня технологического эффекта также составит 80-100 %, в то время как вероятности, достижения отличных от расчетных значений, необходимо принять равновероятными. Данные вероятности будут рассчитываться следующим образом:

$$P_{nn} = \frac{1-z}{n}, \quad (1)$$

В качестве примера составим рассмотренную выше таблицу для пяти скважин одного из месторождений ХМАО. Основным параметром объекта, характеризующим эффективность проведения ГТМ выберем прирост объема добычи нефти.

Так для первой скважины-кандидата по результату полученному с помощью прогнозной модели, вероятность того, что прирост добычи после проведения ГТМ будет меньше 4 т, составляет 98 %. Соответственно,

Таблица 2

Вероятность прироста объема добычи нефти

Скважина - кандидат	Изменение уровня добычи нефти после проведения ГТМ					
	$S_1=\Delta Q_n < 0$ т	$S_2=\Delta Q_n < 4$ т	$S_3=\Delta Q_n < 6$ т	$S_4=\Delta Q_n < 8$ т	$S_5=\Delta Q_n < 10$ т	$S_6=\Delta Q_n \geq 10$ т
H ₁	0,004	0,98	0,004	0,004	0,004	0,004
H ₂	0,04	0,04	0,8	0,04	0,04	0,04
H ₃	0,056	0,056	0,056	0,72	0,056	0,056
H ₄	0,024	0,024	0,88	0,024	0,024	0,024
H ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1

Таблица 3

Рассчитанные риски

Скважина-кандидат	Ожидаемый технологический эффект	Риск (дисперсия)
H ₁	4,1	0,54
H ₂	6,2	3,84
H ₃	7,6	5,62
H ₄	6,1	2,29
H ₅	8,0	12

для остальных интервалов прироста объема добычи, данная вероятность составит 0,4 %.

Ожидаемый эффект будет характеризовать математическое ожидание величины S_n . Как видно из таблицы, наблюдается большая колеблемость значений случайной величины, причем ее максимальному значению соответствует наибольшая вероятность. В связи с этим в качестве показателя риска — вероятности неполучения предполагаемого прироста объема добычи — имеет смысл рассматривать меру разброса значений S_n около математического ожидания, т.е. дисперсию.

$$R = \sum S_n^2 \cdot P_n - \mu_n^2, \quad (2)$$

$$\mu_n = \sum S_n \cdot P_n, \quad (3)$$

где R — дисперсия (риск), μ_n — математическое ожидание величины S_n , P_n — вероятность достижения значения S_n .

Исходя из этого вычислим риски (табл. 3).

Заметим, что дисперсия для варианта H₁ равна 0,54, т.е. данный вариант является наименее рискованным, но и ожидаемый технологический эффект тоже не высок. Вместе с тем вариант H₄ — оптимальное решение: умеренный риск и достижение требуемого технологического эффекта. И самый рискованный вариант — H₅, но при этом максимум ожидаемого результата.

В приведенном выше примере, мы количественно оценили риск неполучения требуемого объема дополнительной добычи нефти. Поскольку, в качестве основных параметров результата ГТМ относятся такие как: увеличение дебита скважины, суммарный объем дополнительно добытой нефти, обводненность продукции, время действия положительного эффекта и др., целесообразно провести оценку рисков по основным из них. Так, необходимо оценить минимальный суммарный объем добычи нефти и риск его неполучения. При одном и том же уровне увеличения дебита различных скважин сразу после прове-

дения ГТМ, объемы суммарной добычи могут значительно отличаться вследствие различного времени действия положительного эффекта, что в конечном итоге может негативно отразиться на рентабельности работ. Таким образом, необходимо учитывать и время действия положительного эффекта ГТМ.

Таким образом, проведя комплексную оценку рисков по нескольким основным параметрам, мы сможем сделать наиболее оптимальный выбор проекта воздействия на пласт тем или иным способом. Всесторонний анализ и оценка рисков, сопутствующих ГТМ, позволяет отобрать для проведения работ наиболее перспективные скважины-кандидаты на существующем этапе разработки месторождения.

Как показывает наш опыт, данную методику можно применять для выбора вида ГТМ на месторождениях с различными геологическими условиями. Однако при этом необходимо привлечение максимального количества информации, которая в процессе наработки опыта должна пополняться для дальнейшего совершенствования прогнозной модели. Оценив риски по проведенным ранее ГТМ, мы сможем ответить на вопрос, какие работы стоит проводить на конкретной скважине, будь то ГРП, кислотная обработка или другой вид работ.

Так, еще на стадии планирования, применение статистических методов, позволяет значительно минимизировать риски и принять оптимальное решение с точки зрения максимального выигрыша (результата).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А.Ф., Зубарева В.Д., Саркисов А.С. Анализ рисков нефтегазовых проектов / Учебное пособие. М.: «Нефть и газ». РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 232 с.
2. Бекетов С.Б., Косович Т.А., Штепа С.И. Анализ рисков при реализации научно-технических решений в области бурения и капитального ремонта скважин / Горный информационно-аналитический бюллетень, № 6. 2005. М.: Государственный горный университет. С. 52-54.
3. Забродин Ю.Н., Коликов Л.В., Саруханов А.М. Управление нефтегазостроительными проектами / М.: «Экономика», 2004. 406 с.
4. Бобылева А.З. Финансовые управленческие технологии / М. «Инфра», 2004. 492 с.
5. Грачева М.В. Анализ проектных рисков / М.: «Финстатинформ», 1999. 215 с.
6. Краснов О.С. Вероятностная оценка геологических рисков при подготовке запасов нефти и газа. / Oil&Gas Journal Russia, № 5. 2011. С. 48-53.
7. Сулицкий В.Н. Деловая статистика и вероятностные методы в управлении и бизнесе. М., 2010. 400 с.
8. Акелян Н.С., Бекетов С.Б. Особенности построения моделей прогноза эффективности геолого-технических мероприятий при разработке месторождений нефти и газа. / Горный информационно-аналитический бюллетень, № 2. 2011. М.: Государственный горный университет. — С. 342-348. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Бекетов Сергей Борисович — доктор технических наук, профессор почетный работник науки и техники РФ, СевКавГТУ, bsb.gt@rambler.ru
Акелян Нушик Самадовна — аспирант, СевКавГТУ.

