

УДК 553.98

Е.В. Ившина, Ю.Б. Силантьев

Методологические основы алгоритмизации оценки геолого-технологических рисков

Ключевые слова:

алгоритм, оценка, геолого-технологический риск, моделирование, ресурсно-добычный потенциал, управление.

Keywords:

algorithm, estimation, geological and technological risk, modelling, resort and production potential, management.

На практике при освоении ресурсов углеводородного (УВ) объекта оценка экономической эффективности реализации проекта проводится почти на каждом этапе. В зависимости от особенностей этапа анализ эффективности может быть представлен в различных формах. Однако смысл оценки экономической эффективности всегда один – соотношение результата и затрат. В аспекте риск-анализа (РА) это уровень минимизации риска. Отметим, что оценки эффективности (в том числе рисков) в большинстве случаев имеют апостериорный характер. Конечно, они предоставляют определенную ценность и характеризуют эффективность использования геолого-технологической модели, но гораздо важнее определить влияние рисков на нее в будущем. Прогноз рисков реализации инвестиционного проекта (ИП) осложнен тем, что действие риск-факторов невозможно определить со 100%-ной достоверностью, что затрудняет оценку экономической эффективности управленческих решений [1].

Последняя определяется соотношением доходности (результат/затраты) и рисков:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Результат}}{\text{Затраты}} \times \frac{P_p}{P_z},$$

Доходность Риск

где P_p и P_z – возможность (риски) получения данного результата и затрат соответственно.

Существует три основных алгоритма оценки риска:

- 1) риск оценивается как произведение вероятностей возможных геолого-технологических ущербов, взвешенных с учетом их значимости;
- 2) риск оценивается как сумма рисков принятия решений и рисков внешней среды (независимых от самих решений);
- 3) риск определяется как произведение вероятности негативного события на степень негативных последствий (в процентах).

Всем трем подходам в той или иной степени присущи следующие недостатки:

- 1) не показаны четкая взаимосвязь и различия между понятиями «риск» и «неопределенность»;
- 2) не отмечены индивидуальность риска и субъективность его оценки;
- 3) спектр критериев оценки риска ограничен, как правило, одним показателем.

Динамика структуры геологических и технологических рисков в аспекте жизненного цикла освоения УВ-объекта представлена в табл. 1.

Включение в показатели оценки риска таких элементов (встречающихся в литературе), как альтернативные издержки, упущенная выгода и т.д., нецелесообразно, так как они в большей степени характеризуют доходность, нежели риск [2]. Некоторые исследователи рассматривают риск как возможность/вероятность (P) потерь, возникающую вследствие принятия решения в условиях информационной неопределенности, характерной для освоения разномасштабных УВ-объектов. Отметим вновь, что понятия «неопределенность» и «риск» не тождественны, а возможность неблагоприятного события не следует сводить к одному показателю – вероятности. Степень

Таблица 1

Динамика структуры геологических и технологических рисков освоения УВ-объекта

Параметр		Этап работ						
		региональный (допоисковый)	поисковый	разведочный	опытно-промышленная эксплуатация	начальная стадия разработки	зрелая стадия разработки	поздняя стадия разработки
Геологический риск		Отсутствует	Высокий	Снижается			Низкий	Высокий
Технологический риск		Отсутствует	Низкий	Повышается		Высокий	Снижается	Повышается
Роль геотехнологий	стадия поиска	Отсутствует	Повышается	Значительная	Понижается		Слабая	Повышается
	стадия разработки	Отсутствует			Повышается		Значительная	
Результаты этапа		Региональная модель «нулевого приближения»	Геологическая модель	Промыслово-геологическая модель			Геолого-технологическая модель	
		Пилотный бизнес-план	Бизнес-модели	Мониторинг и корректировка бизнес-моделей				

этой возможности можно описывать различными характеристиками:

- вероятностью наступления события;
- величиной отклонения от прогнозируемого события (размах вариации);
- дисперсией, математическим ожиданием, среднеквадратическим отклонением, коэффициентом асимметрии и другими статистико-математическими критериями.

Поскольку неопределенность может быть представлена в разной форме (вероятностного распределения, интервальной неопределенности, субъективной вероятности и т.д.), а проявления риска чрезвычайно разнообразны, целесообразно использовать весь арсенал численных критериев. Однако за основной критерий следует брать математическое ожидание (среднеквадратическое отклонение) как наиболее адекватный и хорошо зарекомендовавший себя в математической геологии критерий (У. Крамбейн, Ф. Грейбилл, 1969).

Статистико-математические характеристики (дисперсия, коэффициент вариации и др.) в большинстве случаев обладают общим недостатком: это абсолютные показатели, значения которых предопределены абсолютными значениями исходного фактора. Они применимы, если рассматриваемые вероятности подчинены нормальному закону распределения. Действительно, нормальный закон широко используется при РА (рис. 1), так как его важнейшие свойства – симметричность распределения относительно средней величины, малая вероятность больших отклонений случайной величины от центра ее распределения, правило

«трех сигм» – позволяют существенно упростить анализ [3]. Однако не все операции предполагают нормальное распределение возможных результатов. Например, динамика фактического распределения запасов месторождений в процессе «жизненного цикла» освоения нефтегазоносной провинции характеризуется увеличением асимметрии (скоса) относительно математического ожидания в сторону малых значений по мере опоскования нефтегазоносных территорий, т.е. повышения технологического фактора при освоении нефтегазовых объектов, обусловленного их усложнением (рис. 2).

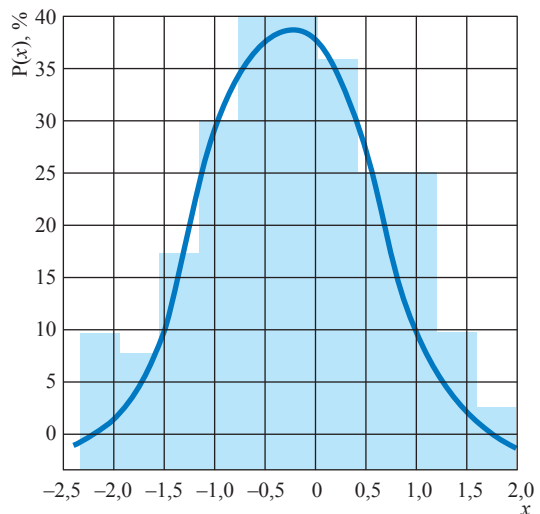


Рис. 1. График плотности нормального распределения вероятности рискового события [1, 2]

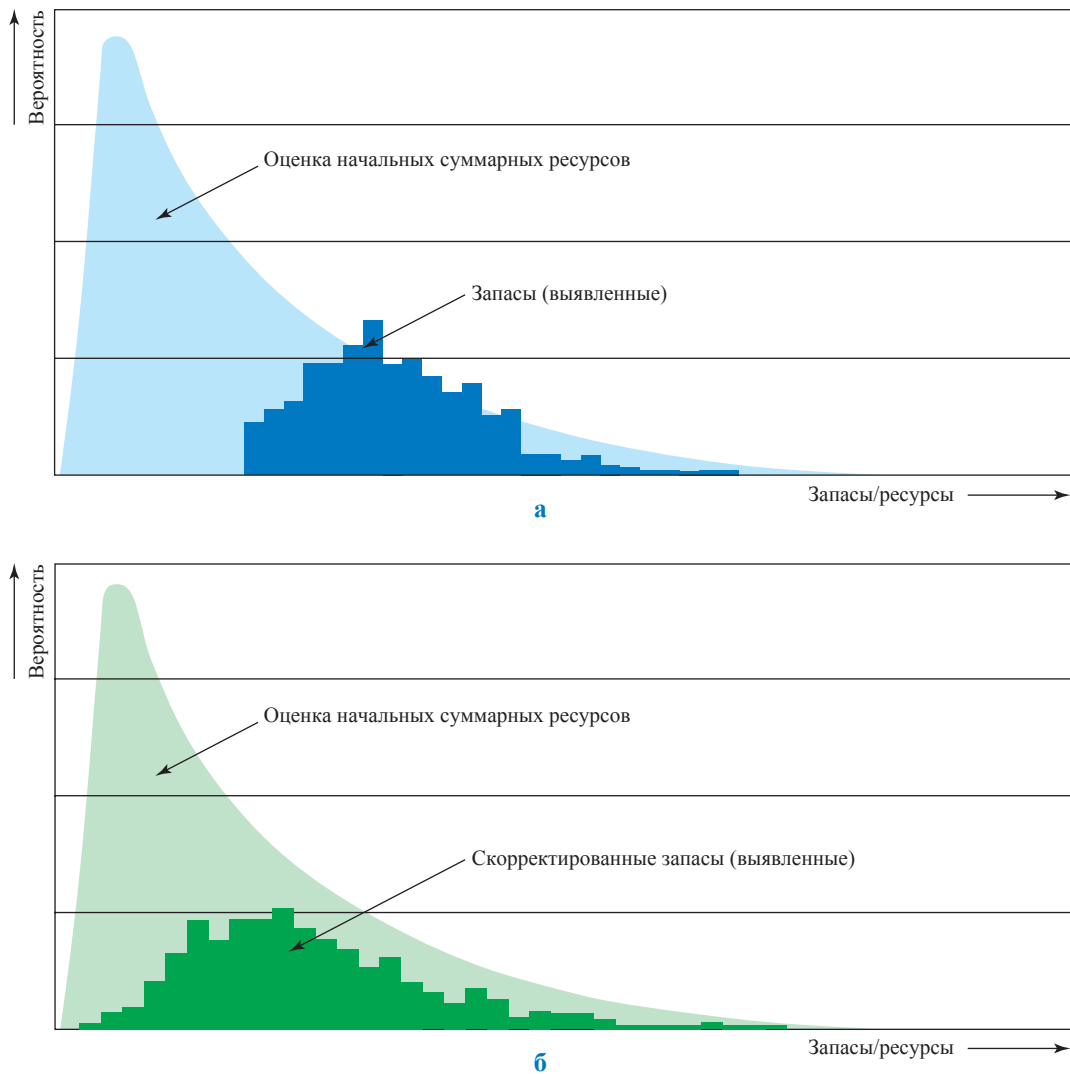


Рис. 2. Динамика вероятностного распределения запасов/ресурсов при освоении нефтегазового бассейна (НГБ) [1]: а – на ранних стадиях поиска; б – на зрелой стадии

В подобных случаях использование в процессе только двух параметров (средней величины и стандартного отклонения) может привести к неверным выводам. В начале проведения геологоразведочных работ распределение запасов близко к нормальному. Впоследствии на зрелой стадии поиска в результате выявления преимущественно малых месторождений устанавливается левая асимметрия. Следовательно, стандартное отклонение неадекватно характеризует риски при смещении распределения. Большая часть изменчивости приходится на «хорошую» (правую) или «плохую» (левую) стороны распределения запасов, ожидаемой доходности и высоких технологических рисков (мелкие объекты). Поэтому при анализе асимметричного

распределения используют дополнительный параметр – коэффициент асимметрии (скоса). Он представляет собой нормированную величину третьего центрального момента:

$$S = \frac{M(E - M(E))^3}{\sigma^3},$$

где $M(E)$ – среднее или ожидаемое значение (математическое ожидание) дисперсной случайной величины E ; σ – среднее квадратическое отклонение [4].

Экономический смысл коэффициента S заключается в следующем: если коэффициент имеет положительное значение (скос), то самые крупные месторождения (или доходы) считаются более предпочтительными

(в аспекте геотехнологий), чем малые (или низкие), и наоборот. Коэффициент асимметрии может быть использован для приблизительной проверки гипотезы о нормальном распределении случайной величины. Его значение в этом случае должно быть равно нулю.

Характеристика наиболее встречаемых типов распределения нефтегазовых объектов (месторождений и структур) в пределах провинции представлена в табл. 2.

Обобщая приведенные ранее сведения, можно сформулировать важнейшие доминанты количественной оценки риска:

- будущее определяет динамику рисков;
- неопределенность есть объективный фактор существования риска;
- необходимость принятия решений – субъективная причина существования риска;
- возможность потерь – это степень угрозы от риска;
- взаимосвязь «риск – доходность» – стимулирующий фактор принятия решения в условиях неопределенности.

На рис. 3 представлена схема вероятностного моделирования геолого-технологического освоения месторождений нефти и газа в аспекте принятия решений. Структура моделирования вероятности имеет три уровня:

- 1) вероятностное моделирование;
- 2) формирование параметров вероятностной модели;
- 3) расчет показателей технологической и экономической эффективности проекта.

В данном варианте вероятность является аналогом риска и определяется с учетом S -распределения [1, 4].

Первый уровень направлен на определение максимальной вероятности исходных

параметров; второй – на интегрированный анализ, в том числе формирование промыслово-геологической модели (с оценкой ее вероятности, в том числе рисков). На третьем уровне акцентируется оценка эффективности, в частности экономической (в схеме на рис. 3 не представлена). В данном варианте с анализом распределений связано содержание интервального экспертного анализа (прогноза).

Алгоритм этого прогноза включает три этапа. На 1-м определяется реально возможный диапазон (РВД) возможных значений, вероятность попадания в который случайной величины стремится к единице. На 2-м этапе эксперт моделирует распределения случайной прогнозной величины в пределах установленного РВД (см. табл. 2). На 3-м определяется достоверная вероятность (ДВ), характеризующая вероятность реализации прогноза.

В целях анализа и управления системой рисков ИП структуру риск-анализа на 1-м этапе разбивают на следующие блоки (составляющих алгоритм РА, рис. 4):

- выявление всех рисков, присущих ИП;
- классификация и группировка рисков;
- снижение рисков;
- анализ исходных допущений.

Второй и наиболее сложный этап РА (см. рис. 4) – количественный анализ рисков, целью которого является риск-оценка.

Третий и четвертый этапы РА связаны с управлением и мониторингом риска.

Предлагаемую структуру риск-анализа и алгоритма управления рисками следует рассматривать в качестве методической основы формирования адаптированных (под «региональные особенности» динамики поискового процесса и обоснования принятия решений)

Таблица 2

Характеристика распределений случайной величины целевых показателей (локальных объектов, месторождений, запасов, их крупности и т.п.)

Распределение	Характеристика	Вероятность существования
Нормальное	Варианты прогнозируемого параметра тяготеют к среднему значению	Малая
Треугольное	«Суррогат» нормального распределения, предполагает нарастание по мере приближения к модальному значению	Средняя
Трапецевидное	Характеризуется наличием интервала постоянных значений с наибольшей вероятностью	Малая
Равномерное	Все варианты прогнозируемого показателя имеют одинаковую вероятность	Очень малая
Биноминальное	Случайная величина дисперсна	Средняя
Распределение Пуассона	Случайная величина дискретна	Средняя

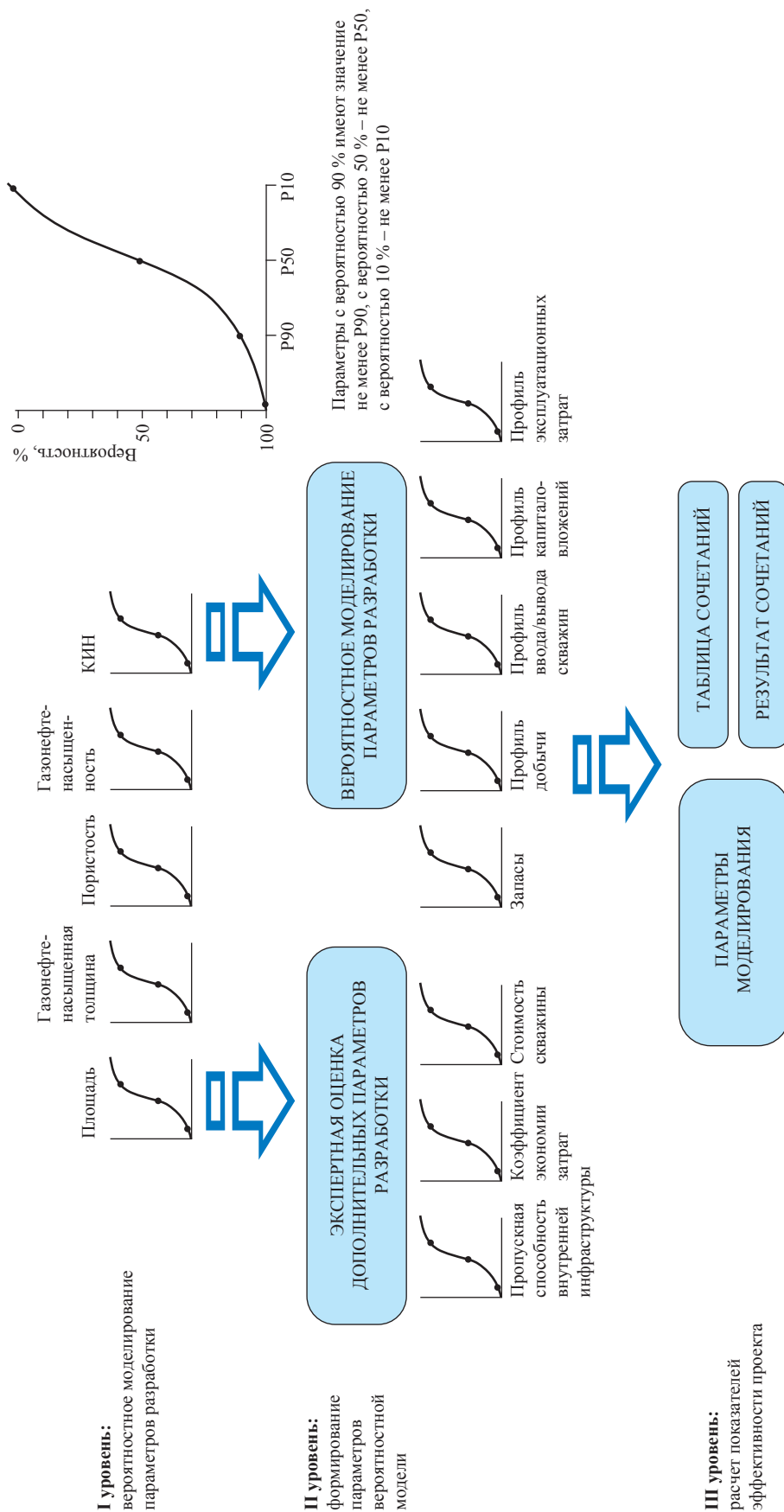


Рис. 3. Схема вероятностного моделирования геолого-технологического освоения месторождений нефти и газа: КИН – коэффициент извлечения нефти [5]



Рис. 4. Алгоритм управления геолого-технологическими рисками нефтегазового (инвестиционного) проекта [5]

систем управления в процессе освоения нефтегазовых ресурсов.

Очевидно, данный алгоритм должен являться базовым для проведения геолого-экономического мониторинга [5], в том числе сырьевой базы УВ регионов, различающихся особен-

ностями нефтегазоносности и освоения ресурсно-добычного потенциала. Это позволит стандартизировать структуру риск-матриц сопоставления инновационных проектов (современных и перспективных), т.е. повысить обоснованность принимаемых управленческих решений.

Список литературы

1. Ампилов Ю.П. Количественные методы финансово-инвестиционного анализа в примерах и задачах / Ю.П. Ампилов. – Мурманск: МГТУ, 2000. – 211 с.
2. Миловидов К.Н. Методы анализа инвестиционных решений в разведке и добыче полезных ископаемых в условиях риска / К.Н. Миловидов, Е.А. Василевская // ТЭК. – 1999. – № 2. – С. 60–61.
3. Воронцовский А.В. Управление рисками / А.В. Воронцовский. – М.: Озон, 2003. – 204 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 452 с.
5. Гудымова Т.В. Геолого-экономический мониторинг сырьевой базы углеводородов / Т.В. Гудымова, Л.Е. Николаева, Ю.Б. Силантьев и др. // Газовая геология России (вчера, сегодня, завтра). – М.: ВНИИГАЗ, 2000. – С. 92–101.