

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ НЕФТИ И ГАЗА РАН
(ИПНГ РАН)

Шустер В.Л.

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ПОДНЯТИЙ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКОВ**

Электронное учебное пособие

*Рекомендовано в качестве учебного пособия по курсу лекций для аспирантов специальности
25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений*

Москва
ИПНГ РАН
2023

УДК 553.98
ББК 26.343
Ш97

Шустер, В.Л. Количественная оценка перспектив нефтегазоносности локальных поднятий на основе анализа геологического и экономического рисков [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / В.Л. Шустер. – М.: Институт проблем нефти и газа РАН, 2023. – 31 с. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 719 Кб). – Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_3.pdf. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-6050096-2-7

Утверждено директором ИПНГ РАН, профессором РАН, доктором технических наук Э.С. Закировым

Рецензенты:

профессор кафедры Общей и нефтегазопромысловой геологии РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, доктор г.-м. наук О.А. Шнип;

профессор кафедры Освоения морских нефтегазовых месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, доктор г.-м. наук А.Д. Дзюбло

Рассмотрена задача достоверной количественной оценки перспектив нефтегазоносности объекта на стадии подготовки проекта поисково-разведочных работ на нефть и газ. Предложена методика построения геолого-математических моделей для оценки перспектив нефтегазоносности в перспективной зоне и на локальной структуре. Приведены примеры расчета геологического и экономического рисков при оценке эффективности проекта.

Учебное пособие предназначено для аспирантов Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, обучающихся по специальности 25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений, а также может быть полезно бакалаврам, магистрантам и аспирантам других специальностей.

ISBN 978-5-6050096-2-7

© Институт проблем нефти и газа РАН, 2023

© В.Л. Шустер, 2023

Содержание

Введение	4
Количественная оценка перспектив нефтегазоносности локальных поднятий на основе анализа геологического и экономического рисков	5
Вероятностное представление ресурсов и запасов нефти и газа	6
Краткие сведения о рисках, возникающих при решении задач в нефтегазовой отрасли	9
Критерии принятия решений в проектном анализе	14
Три компоненты геологического риска	21
Характеристика экономического риска	24
Проектирование поисково-разведочных работ на локальной ловушке	25
Заключение	29
Литература	30

Учебное пособие «Количественная оценка перспектив нефтегазоносности локальных поднятий на основе анализа геологического и экономического рисков» составлено в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 года № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов»;

2. Паспорт научной специальности 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», в рамках Номенклатуры специальностей научных и научно-педагогических работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 (в редакции от 27.09.2021);

3. Программа кандидатского экзамена по специальности 25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов»;

4. Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с Федеральными государственными требованиями в ИПНГ РАН от 22 апреля 2022 г.

Введение

В современных экономических условиях уже на стадии подготовки проекта поисково-разведочных работ на нефть и газ на локальной структуре для принятия решения об инвестировании и проведении работ необходима достоверная количественная оценка перспектив нефтегазоносности объекта. То есть требуется оценить продуктивность, объем запасов УВ и другие геолого-экономические параметры, включая основные – геологические и экономические, а так же дополнительные риски. В учебном пособии, на основе разработанных с участием автора [1.2] геолого-математических моделей и анализа геологических и экономических рисков предложена схема количественной оценки перспектив нефтегазоносности локальных объектов и методические приемы вероятностного определения значений критериев, используемых при принятии решений в проектном анализе.

Учебное пособие предназначено для обучения аспирантов Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН по специальности 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений».

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности локальных поднятий на основе анализа геологического и экономического рисков

В современных условиях рыночной экономики при осуществлении крупных нефтегазовых проектов, к каковым относятся и поисково-оценочные работы на нефть и газ на локальном объекте, необходимо уже на стадии планирования работ и решения вопроса об инвестициях оценить возможные риски получения позитивных результатов.

Из таких рисков: геологического, экономического, политического, социального, экологического и др. – наиболее значимыми, основополагающими для решения поставленной задачи являются первые два: геологический и экономический. Разработка и использование методики оценки геолого-экономических рисков при проектировании поисково-оценочных работ на нефть и газ являются сегодня основным условием для инвестирования средств в подобные дорогостоящие проекты. Такая методика оценки геолого-экономических рисков в доступной форме (показатели оценки должны быть унифицированными в геологоразведочном процессе и легко измеряемыми) позволит производить оценку рисков рассматриваемого проекта геолого-оценочных работ в различных регионах России и мира.

В основу предлагаемой методики положена схема построения геолого-математических моделей для оценки перспектив нефтегазоносности в перспективной зоне и на локальной структуре.

При оценке эффективности прогноза продуктивности ранее рассматривался только геологический фактор (продуктивный или «пустой» объект). В условиях рыночной экономики этого недостаточно, так как решающим обстоятельством при принятии решения об инвестировании проекта является экономический фактор – получит ли инвестор прибыль в результате разработки проекта, то есть необходимо учитывать не только геологический, но и экономический риск.

Для создания методики количественной оценки эффективности проекта по перспективам нефтегазоносности необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить, что представляют собой геологический и экономический риски.
2. Разработать методику оценки этих рисков.
3. Разработать методику прогноза нефтегазоносности объекта (зоны нефтегазонакопления и локальной структуры) с учетом геологического и экономического рисков.
4. Разработать методику проектирования поисково-разведочных работ на таком объекте с учетом геологического и экономического рисков.

Остановимся на некоторых важных понятиях, используемых в разработанной, при участии автора учебного пособия, методике: вероятностное распределение ресурсов и запасов УВ, геологический и экономический риски, чистый дисконтированный доход (прибыль) [1.2].

Вероятностное представление ресурсов и запасов нефти и газа

В нашей стране до сих пор используются главным образом детерминированные методы оценки ресурсов и запасов нефти и газа. За рубежом уже более 30 лет при решении этих задач применяется вероятностный подход: ресурсы и запасы представляют в виде некоего вероятностного распределения. Дисперсия этого распределения зависит от уровня знаний об изучаемых ресурсах и запасах углеводородов и по мере углубления этих знаний уменьшается. Как же изучается такое распределение?

В теории вероятностей и математической статистике используется функция распределения $F(x) = P(X < x)$. Здесь $P(X < x)$ – есть вероятность события, состоящего в том, что случайная величина X принимает значения меньше, чем x . С увеличением x эта функция возрастает от нуля до единицы.

При прогнозировании ресурсов используют как бы зеркальное отображение $F(x)$, а именно функцию $F(q)$, равную вероятности того, что прогнозируемые ресурсы поискового объекта не менее значения q . При возрастании ресурсов q функция $F(q)$ убывает от единицы до нуля.

На рис. 1 приведены примеры типичных кривых $F(q)$, каждая из которых отвечает различной степени точности оценки ресурсов. Например, по кривой 2 с вероятностью 0,75 ресурсы равны (не меньше) 10 млн.т., а с вероятностью 0,25 – 50 млн.т.

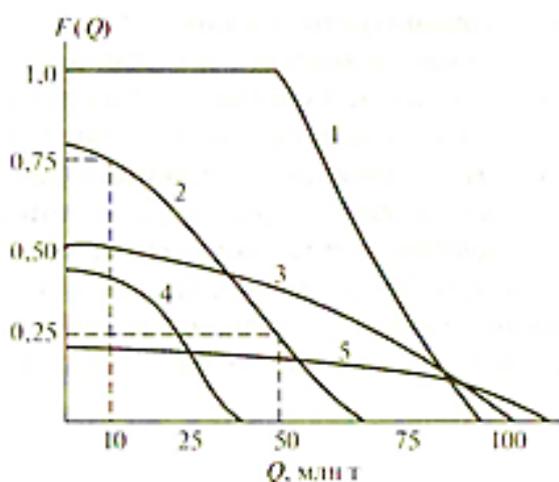


Рис. 1. Типы кривых распределения прогнозных оценок потенциальных ресурсов нефти: 1 – перспективная зона, уже открыты месторождения (геологический риск равен нулю); 2 – перспективный объект (риск равен 0,2); 3 – объект с неуверенно оцениваемыми ресурсами (ситуация «или-или»); 4 – очень бедный объект; 5 – малообоснованная оценка (с малой вероятностью оцениваются крупные ресурсы)

Если для изучаемого объекта нефтегазоносность объекта не установлена, то существует не равная нулю вероятность того, что ресурсы равны нулю, то есть $P_0 = [1 - F(0)] \neq 0$. Вероятность отсутствия нефтеносности P_0 называется коэффициентом риска или просто риском, а величина $F(0)$ – коэффициентом успеха.

Поскольку в настоящее время при проектировании и моделировании поисково-разведочных работ на нефть и газ широко используют различные риски: экономический, политический, экологический, социальный и др., введенный риск разумно называть геологическим. Для той же кривой 2 вероятность отсутствия нефтегазоносности или геологический риск $P_0 = 0,2$.

Как можно получить распределение прогнозных ресурсов нефти и газа? Чаще всего на ранней стадии поисковых работ для этого применяется метод экспертных оценок. Этот метод базируется на методе «Дельфы» (по имени

древнегреческого Дельфийского оракула). Он заключается в осреднении оценок какой-то прогнозируемой величины, полученной различными экспертами. В нашем случае усредняются экспертные оценки вероятностного распределения потенциальных ресурсов нефти и газа. Группа экспертов сначала обсуждает особенности геологического строения рассматриваемого района, выбирает основные факторы и значения параметров, определяющих его нефтегазоносность.

Затем каждый эксперт «строит» свою собственную кривую распределения потенциальных ресурсов, указывая 4 характеристики этого распределения: нижнюю, «пессимистическую» оценку ресурсов (с вероятностью 0,95), верхнюю, «оптимистическую» оценку (с вероятностью 0,05), модальную оценку (с вероятностью 0,5 – наиболее вероятное значение ресурсов) и статистическое среднее (равное сумме трех предыдущих оценок, деленной на 3). И, наконец, полученные разными экспертами данные усредняются, чтобы получить окончательную кривую распределения потенциальных ресурсов.

В табл. 1 показан пример «выдачи» результатов прогноза потенциальных ресурсов для одного из районов США, сделанный в конце 80-х годов прошлого века. Поскольку к моменту прогноза этот район был новым поисковым объектом, даны два варианта прогноза нефтегазоносности: без учета геологического риска (вероятности непродуктивности района) и с его учетом.

Таблица 1

Прогнозная оценка потенциальных ресурсов нефти
пояса надвигов Монтаны (в млн. т.)

Распределение	Значения		Вероятность, %					Мода	Стандартное отклонение
	Среднее	Медиана	95	75	50	25	5		
Без учета риска	93,0	56,6	10,8	28,3	56,6	110,5	292,5	20,2	122,7
С учетом риска	79,5	45,8	0	17,5	45,8	98,4	272,3	20,2	118,6

Рассмотренный геологический риск, то есть вероятность непродуктивности поискового объекта, является лишь первой компонентой геологического риска. При проведении поискового бурения мы рискуем не только тем, что данный поисковый объект может оказаться непродуктивным. Не исключено, что даже если он продуктивен, мы его не обнаружим (вторая компонента геологического риска). И, наконец, если он продуктивен и мы обнаружим залежь или группу залежей, запасы углеводородов могут оказаться значительно меньше тех, на которые мы рассчитывали (третья компонента геологического риска). Более подробно мы рассмотрим все три компоненты геологического риска далее, а сейчас попытаемся выяснить «родословную» понятия «риск». Это необходимо сделать, так как разные риски отражают неблагоприятное влияние тех или иных факторов на реализацию данного проекта работ и выражаются в самых разных единицах: сумме денег, количестве нефти и газа, времени безопасной работы трубопровода и т.д. Тем не менее, как будет показано далее, *любой риск имеет вероятностную природу и отражает вероятность некоего неблагоприятного события, наносящего ущерб данному проекту работ.*

Краткие сведения о рисках, возникающих при решении задач в нефтегазовой отрасли

Проектные инвестиционные решения могут приниматься в различных условиях, которые называются средой принятия решений. Обычно выделяют три возможных среды [3]:

- а) определенности (детерминированности);
- б) риска (вероятностной определенности);
- в) неопределенности.

Для среды определенности известны будущие состояния системы или, другими словами, известны возможные исходы реализации решения.

Риск определяется как опасность, возможность убытка или ущерба. Следовательно, риск относится к возможности наступления какого-либо неблагоприятного события. Под риском принято понимать вероятность возможных потерь части ресурсов, недополучения доходов, появления дополнительных расходов по сравнению с вариантом, предусмотренным проектом, или дисперсию вокруг предполагаемого результата. Средой риска в этом случае является ситуация, когда известны возможные исходы осуществления проекта и вероятности их появления. Среда неопределенности соответствует такой ситуации, когда известны только возможные исходы реализации проекта и неизвестны вероятности этих исходов. Все риски, которые могут возникать при реализации того или иного проекта, подразделяются на несколько видов:

- политический;
- социальный;
- экономический;
- экологический;
- юридический и др.

Классификация рисков по видам используется при анализе предпринимательского климата в стране, инвестиционного рейтинга отдельных регионов и решения иных задач.

Политический риск представляет собой угрозу извне, степень влияния оппозиции, отношение региональных органов власти к политике правительства, к иностранным инвестициям, степень вмешательства государства в экономику, возможность национализации без полной компенсации, введение запретов на импорт и т. д. Социальный риск характеризуется уровнем безработицы, возможностью забастовок, выражением недоверия со стороны работников органам власти на местах, администрации предприятия и т. д. В ряде случаев эти виды рисков объединяют и определяют социально-политический риск. Для оценки социально-политического, а также и иных видов риска часто используется

метод экспертных оценок, заключающийся в том, что каждому показателю, характеризующему определенный вид риска, присваивается некоторое количество баллов. При этом каждый из показателей в системе оценки имеет свой вес, соответствующий его значимости. Затем полученные в процессе экспертизы баллы суммируются по всем показателям с учетом весовых коэффициентов и образуется обобщенная оценка данного вида риска по региону или стране.

Экономический риск подразделяется:

- производственный;
- финансовый;
- инвестиционный;
- коммерческий;
- кредитный и т. д.

Экологический риск связан с возможным возникновением стихийных бедствий (землетрясений, наводнений и т. д.), пожаров, аварий и т. п.

Юридический риск вызывается неблагоприятными для участников проекта изменениями в законодательстве (введение нового налога, повышение ставок по действующим налогам, отмена налоговых льгот и т. д.).

По стадиям проявления риск можно классифицировать на предоперационный и операционный. Анализ по стадиям осуществления проекта позволяет финансирующей организации выявить риск, присущий конкретному проекту, и предусмотреть меры по его снижению. Риск по причинам возникновения (в частности, на рынке ценных бумаг) делится на функциональный, денежный, инфляционный, риск ликвидности и др.

По своим последствиям риск можно подразделить на риск прекращения деятельности (например, вследствие банкротства, неплатежеспособности, бесперспективности дальнейших поисков полезных ископаемых и т. д.) и вариационный риск, обусловленный изменчивостью доходов, получаемых от ценных бумаг.

Нефтегазодобывающая промышленность как система характеризуется рядом специфических особенностей, отличающих ее от других отраслей материального производства. Наиболее существенными из них с точки зрения анализа эффективности инвестиционных проектов и оценки риска являются: большая зависимость показателей и критериев эффективности затрат от природных условий, от уровня использования разведанных и извлекаемых ресурсов углеводородов; динамический характер (изменчивость во времени) природных факторов; вероятностный характер большинства технико-экономических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений; изменение воспроизводственной структуры капиталовложений в масштабе отрасли в сторону увеличения их доли, направляемой на компенсацию падения добычи на старых месторождениях; большая продолжительность реализации нефтяных и газовых проектов; высокая капиталоемкость нефтегазодобычи; необходимость осуществления крупных начальных инвестиций; длительный период возмещения начального капитала и др.

Эти особенности нефтяной и газовой промышленности оказывают влияние и на формирование системы проектных рисков. Инвестиционным проектам в этих отраслях присущи все виды рисков, рассмотренных ранее. Кроме этих рисков, специфическими для нефтегазовой отрасли являются:

- риск неоткрытия месторождения;
- риск открытия нерентабельного месторождения;
- риск, связанный с неточным определением геолого-промысловых характеристик объекта разработки (объема геологических запасов, уровня нефтегазоизвлечения, объема извлекаемых запасов, динамики добычи углеводородов и т. д.);
- риск, связанный с условиями рынка сбыта нефти, газа, нефтепродуктов;
- риск, вызванный вероятностью возникновения форс-мажорных ситуаций.

Основными причинами рисков, возникающих при реализации нефтегазовых проектов, являются: распределение отдачи от проекта во времени; разброс значений каждой переменной, влияющей на величину критериев эффективности; значительные расходы, связанные со сбором дополнительной информации. Таким образом, назначение анализа риска заключается в том, чтобы дать потенциальным партнерам необходимую информацию для принятия решений о целесообразности участия в проекте и предусмотреть меры по защите от возможных финансовых потерь. Как показывает практика и в своих построениях учитывает экономическая теория, лица, принимающие решения об инвестициях, могут быть расположены к риску, не расположены к риску или безразличны к нему. Как опять же показывает практика, большинство инвесторов не склонны к риску, что подтверждается их стремлением застраховаться от рискованных ситуаций.

На рис. 2 приведена взаимосвязь между риском проекта и прибылью на инвестируемый капитал, показывающая, что при большем риске проект должен гарантировать большую прибыль, заинтересовывающую инвестора во вложениях.

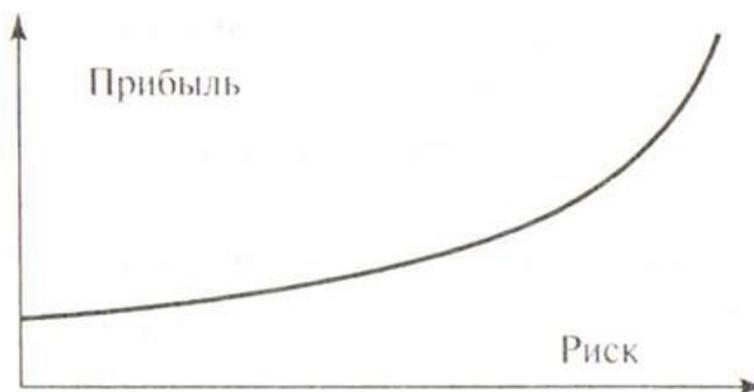


Рис. 2 Взаимосвязь прибыли и риска проекта

Анализ рисков можно подразделить на два взаимно дополняющих друг друга вида: качественный и количественный. Главная задача качественного анализа — определить факторы риска, этапы и работы, при выполнении которых он возникает, установить потенциальные области риска, после чего — идентифицировать все возможные риски. Количественный анализ риска подразумевает численное определение размеров отдельных рисков и риска проекта в целом. Количественный анализ значительно сложнее и базируется на теории вероятности, математической статистике, теории исследования операций. При рассмотрении метода минимального риска, ясно, что для принятия наилучшего решения необходимо знать потери и прибыль, которые будут получены для каждого из возможных альтернативных решений.

Ознакомимся с методами оценки этих характеристик проектов поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Критерии принятия решений в проектном анализе

Ключевым вопросом в анализе финансовой рентабельности проекта является выбор критериев, по которым можно оценивать решения в проектном анализе.

Самым известным и чаще всего применяемым критерием оценки эффективности инвестиционных решений является **чистая текущая стоимость или чистый дисконтированный доход (ЧДД)**.

Экономическое содержание этого показателя станет понятным при использовании числовых примеров денежного потока, включающего два момента времени: осуществления инвестиций (оттока денежных средств) и получения результата (притока денежных средств).

Пусть один инвестиционный проект предусматривает единовременную затрату 800 денежных единиц (д.ед.) и получение 1500 д. ед. через семилетний период. Другой — альтернативный проект, предусматривает затрату 1000 д. ед. и получение 1800 д. ед. в те же моменты времени. Пусть

потенциальный инвестор оценивает минимально приемлемую для него эффективность использования капитала как 9% годовых. Для принятия решения о выборе наилучшего из двух предлагаемых проектов и о целесообразности его финансирования он должен рассчитать, превышает ли эффективность использования капитала в предлагаемых проектах минимально приемлемую величину (9% годовых), и если превышает, то насколько? Результаты расчетов выглядят следующим образом:

$$1500 - 800(1 + 0,09)^7 \approx 36$$

$$1800 - 1000(1 + 0,09)^7 \approx -30.$$

В случае реализации первого проекта инвестор получает 36 д. ед. сверх минимально приемлемой для него эффективности, то есть сверх 9% годовых (в известном смысле 36 д. ед. сверхприбыли, если под прибылью понимать превышение доходов над расходами). Во втором случае он недополучает 30 д. ед. Ясно, что в такой ситуации он предпочтет первый проект. Второй же проект оказывается неприемлемым даже в случае отсутствия альтернативы, то есть первого проекта.

Задачу оценки проектов можно поставить иначе, то есть исходить из других логических соображений. Инвестор может захотеть оценить эффективность возможных инвестиций в момент начала их осуществления. Ему важно знать, насколько меньшей суммой можно обойтись для получения обещаемого в проекте результата по сравнению с использованием инвестиций с минимально приемлемой эффективностью.

$$1500(1 + 0,09)^{-7} - 800 \approx 20$$

$$1800(1 + 0,09)^{-7} - 1000 \approx -16$$

Действительно, для осуществления первого проекта с минимально приемлемой эффективностью инвестор должен был бы затратить $1500(1 +$

$0,09)^{-7} = 820$ денежных единиц. Ему же предлагают затратить только 800. Значит, реальная экономия в момент осуществления инвестиций составит 20 д. ед.

При осуществлении второго проекта реальные потери составят 16 денежных единиц. Для реализации этого проекта с минимально приемлемой эффективностью инвестору надо затратить 984 д. ед., а ему предлагают затратить 1000 д. ед. Ясно, что на основании этой информации он также может принять решение — предпочесть первый проект, а второй в любом случае отвергнуть.

Эти экономии, положительная и отрицательная, также являются сверхприбылями, но соответствующими *моменту* начала инвестирования. При экономической оценке инвестиционных проектов полученные нами денежные величины (20 и -16) принято называть *чистой дисконтированной стоимостью или прибылью*: чистой — так как это должна быть прибыль после уплаты всех налогов и отчислений, дисконтированной — так как это эквивалент той прибыли, а вернее сверхприбыли, которая будет получена в будущем.

На основании вышеприведенных рассуждений можно дать двойное определение рассматриваемого экономического показателя.

1) Дисконтированная чистая стоимость является эквивалентом сверхприбыли, которая должна быть получена за период реализации инвестиционного проекта, то есть массы прибыли, превышающей минимально приемлемую для инвестора ее часть.

2) Дисконтированная чистая стоимость представляет собой экономию денежных средств, которую имеет инвестор в момент начала реализации проекта, если он готов его финансировать при условии превышения минимально приемлемой для него эффективности использования капитала, отраженной выбранной нормой дисконта [3].

Исходя из сказанного чистый дисконтированный доход определяется как сумма следующего вида:

$$\text{ЧДД} = \Phi_{\text{рд}}(0) + \Phi_{\text{рд}}(t_1)\alpha(t_1) + \Phi_{\text{рд}}(t_2)\alpha(t_2) + \dots + \Phi_{\text{рд}}(T)\alpha(T),$$

или

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (B_t - Z_t) / (1 + i)^t,$$

где t_k, t — моменты времени; B_t — поток выгод; Z_t — поток затрат; T — срок жизни проекта; i — ставка дисконта; $\Phi_{\text{рд}}(t)$ — поток реальных денег для проекта в целом или отдельного его участника; $\alpha(t_k)$ — коэффициент дисконтирования в моменты времени t_k связанный с нормой дисконта уравнением:

$$\alpha(t_k) = (1+i)^{-tk}$$

Значения коэффициентов дисконтирования можно получить из специальных таблиц дисконтированных величин.

ЧДД рассматривается для проекта по соответствующему потоку реальных денег и с соответствующей ставкой дисконта.

Норма дисконта должна отражать вложенную стоимость капитала, соответствующую возможной прибыли инвестора, которую он мог бы получить на ту же сумму капитала, вкладывая его в другом месте, при допущении, что финансовые риски для обоих вариантов инвестирования одинаковые. Другими словами, норма дисконта должна являться минимальной нормой прибыли, ниже которой предприниматель счел бы инвестиции невыгодными для себя.

Если рассчитанная величина ЧДД положительна, то прибыльность инвестиции выше нормы дисконта и проект следует принять. Если величина ЧДД равна нулю, то прибыльность равна норме дисконта. Если же величина ЧДД меньше нуля, то прибыльность инвестиций ниже нормы дисконта и от этого проекта следует отказаться.

Вторым, широко применяемым в проектном анализе критерием, является *внутренняя норма рентабельности (ВНР)* проекта, т. е. ставка

дисконта, которая уравнивает сумму дисконтированных выгод с суммой дисконтированных затрат. Иначе говоря, при ставке дисконта, равной ВНР, чистый дисконтированный доход равен нулю. Этот показатель, часто применяющийся в финансовом и экономическом анализе в качестве основного критерия, дает инвесторам возможность сравнить прибыльность проекта (ВНР) с альтернативной стоимостью капитала i для данного проекта. При этом проект считается эффективным, если ВНР больше ставки дисконта (только для тех проектов, у которых на начальном периоде поток реальных денег отрицательный, а на заключительном положительный; в обратном случае проект считается эффективным, если ВНР меньше ставки дисконта).

ВНР определяется из уравнения ЧДД = 0, которое можно записать в виде

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (B_t - Z_t) / (1 + r)^t,$$

где r — ВНР.

Некоторые свойства ВНР могут ограничить ее применение. Уравнение ЧДД = 0 может иметь несколько решений. Это может иметь место, если денежные потоки меняют знак более одного раза за срок жизни проекта (например, плюс-минус-плюс).

Несмотря на это критерий ВНР так прочно укоренился в финансовом анализе, что принятие решений по большинству проектов опирается именно на него. Очевидная причина этого в том, что ВНР дает измеритель, который можно сравнивать с текущей рыночной стоимостью инвестиционных ресурсов. Большинство инвесторов смотрят на ВНР как на указатель того, каков будет их доход на капитал, и принимают решения об инвестициях в зависимости от уровня ВНР.

Третьим критерием является коэффициент «выгоды/затраты» (В/З). Он определяется отношением суммы дисконтированных выгод к сумме дисконтированных затрат по формуле:

$$B = \sum_{t=0}^T B_t / (1+i)^t, Z = \sum_{t=0}^T Z_t / (1+i)^t.$$

Для эффективных проектов коэффициент В/З должен быть больше 1.

При анализе инвестиционных проектов часто используется **индекс доходности** (ИД), представляющий собой отношение суммы дисконтированных эффектов, которые определяются как выгоды минус эксплуатационные затраты, к сумме дисконтированных капитальных вложений:

$$\text{ИД} = \left\{ \sum_{t=0}^T (B_t - Z_{\text{эт}}) / (1+i)^t \right\} / \left\{ \sum_{t=0}^T KB_t / (1+i)^t \right\},$$

где KB_t — капитальные вложения в момент времени t ; $Z_{\text{эт}}$ — эксплуатационные затраты.

Индекс доходности тесно связан с ЧДД. Если ЧДД положителен, то ИД > 1 . Если ЧДД отрицателен, то ИД < 1 . Если ИД > 1 , проект эффективен, если ИД < 1 , проект неэффективен.

Еще одним критерием, которым пользуются в финансовом анализе, является *срок окупаемости*, или как его часто называют *срок возмещения затрат*. Его величина говорит о том, за какой период времени проект позволяет возместить инвестиционные затраты (в этом случае говорят о сроке возмещения затрат или простом сроке окупаемости) и позволит получить минимально приемлемый уровень прибыли (в этом случае говорят о дисконтированном сроке окупаемости). Отбор проектов по критерию срока окупаемости означает, что одобряются проекты с самым коротким сроком

окупаемости. Поскольку этот критерий прямо связан только со сроком возмещения инвестиционных издержек, то его использование в качестве основного критерия при сравнении проектов не благоприятствует проектам, приносящим выгоды в более поздние сроки. Тем не менее, этот показатель используется в финансовом анализе, поскольку часто инвесторы заинтересованы в получении информации о сроках возмещения их затрат.

Простой срок окупаемости определяется по кумулятивному потоку реальных денег проекта как наиболее ранний момент времени, после которого кумулятивный поток реальных денег остается неотрицательным до момента окончания проекта.

Дисконтированный срок окупаемости определяется по кумулятивному дисконтированному потоку реальных денег проекта как наиболее ранний момент времени, после которого кумулятивный дисконтированный поток реальных денег остается неотрицательным до момента окончания проекта. Если такой момент времени определить нельзя, то проект считается неэффективным.

В соответствии с описанными критериями оценка финансовой рентабельности проекта осуществляется путем последовательного расчета следующих показателей:

1. Доход от реализации продукции (продаж) — выгоды — В;
2. Капитальные вложения — К;
3. Эксплуатационные затраты — З, включая амортизационные отчисления — АО;
4. Прибыль $\Pi = В - З$;
5. Налоговые выплаты, включая налог на прибыль — НВ;
6. Чистая прибыль $\text{ЧП} = \Pi - \text{НВ}$;
7. Поток реальных денег — $\text{ДП} = \text{ЧП} + \text{АО} - \text{К}$;
8. Чистый дисконтированный доход — ЧДД;
9. Внутренняя норма рентабельности — ВНР;
10. Срок окупаемости — $T_{\text{ок}}$;

11. Индекс доходности — ИД.

Таким образом с помощью выбранных критериев оценивается финансовая рентабельность проекта.

Три компоненты геологического риска

Ранее, рассматривая вероятностное описание прогнозных ресурсов нефти и газа, учитывалась только одна из компонент геологического риска

$$P_0 = 1 - F(0).$$

Это — первая компонента геологического риска, равная вероятности непродуктивности поискового объекта. Но геологический риск проявляется еще в двух компонентах. Вторая компонента характеризует ситуацию, когда в результате поисковых работ не будет выявлена нефтегазоносность поискового объекта. Рассмотрим возможность такой ситуации на примере локальных структур. На рис. 3 показаны графики зависимости вероятности открытия продуктивной ловушки от числа пробуренных на этой ловушке поисковых скважин.

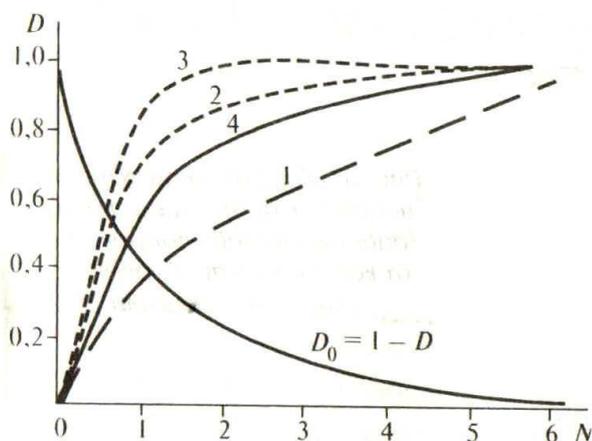


Рис 3 . Графики зависимости вероятности открытия залежи нефти и газа D и вероятности «пропуска» залежи D_0 от количества пробуренных поисковых скважин: по результатам нефтегазопроисковых работ на Украине (1), в Средней Азии (2), в Калининградской области (3), в целом по СССР (4)

Как видно из приведенного рисунка, эта вероятность для одной поисковой скважины равна 0,6; для двух скважин — 0,75; для трех — 0,86 и только для шести поисковых скважин она становится равной единице.

Величина, равная

$$D_0 = 1 - D,$$

то есть *вероятность «пропуска» продуктивной ловушки, и есть вторая компонента геологического риска* (D — вероятность открытия залежи в ловушке, если она есть). Конечно, эту компоненту риска нельзя относить целиком к геологическому риску. Она в какой-то степени зависит от технологии бурения, вскрытия и опробования пластов. Но поскольку технологические факторы обычно достаточно стабильны для того или иного района поисковых работ, их вклад в величину D_0 будет постоянным, в то время как вклад геологических факторов будет переменным, зависящим от сложности строения ловушки, от характера распространения коллекторов в пределах ловушки и от других геологических факторов. Поэтому в дальнейшем величину D_0 мы будем считать второй компонентой геологического риска. Величина D_0 является не безусловной, как P_0 , а условной вероятностью. Она зависит от вероятности продуктивности ловушки, то есть от первой компоненты геологического риска P_0 .

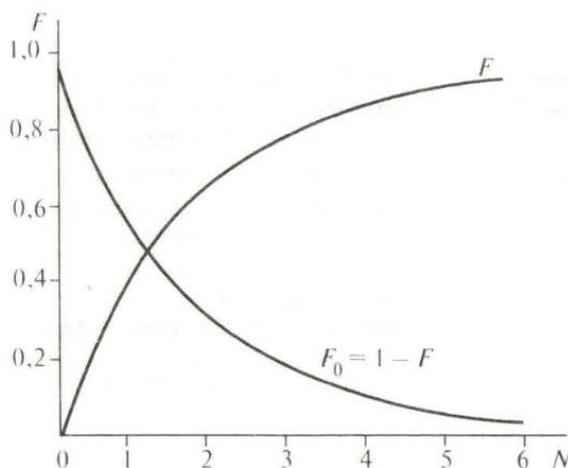


Рис. 4 . График зависимости вероятности отрицательной оценки «пустой» ловушки F от количества пробуренных поисковых скважин

Рис. 4 иллюстрирует вторую компоненту геологического риска в ситуации, когда «пустая» структура может быть ошибочно оценена как продуктивная. Вероятность правильной ее оценки, как видно из рисунка, по первой поисковой скважине равна 0,45, по второй — 0,69, по третьей — 0,83 и лишь после бурения шестой скважины данная ловушка будет идентифицирована как пустая с вероятностью единица. Геологический риск ошибочной оценки пустой структуры как продуктивной будет равен: для первой поисковой скважины 0,55, для второй — 0,31, для третьей — 0,17 для шестой поисковой скважины — 0.

Перейдем к третьей компоненте геологического риска. Прогнозируя ресурсы перспективной зоны или запасы локальной ловушки в вероятностной форме, мы должны оценить их распределение. Для каждого значения ресурсов или запасов q , как мы уже говорили в девятой главе, может быть определена величина $F(q)$, равная вероятности того, что истинные ресурсы (запасы) будут больше q .

Величина

$$P(q) = 1 - F(q)$$

будет третьей компонентой геологического риска, равной вероятности того, что реальные ресурсы или запасы Q будут меньше прогнозного значения q .

Вероятность «геологического» успеха, то есть вероятность сложного события, заключающегося в том, что а) изучаемый поисковый объект продуктивен, б) он обнаружен в результате поисковых работ и в) его запасы не менее прогнозного значения q , составит

$$P_{\text{успеха}} = (1 - P_0) (1 - D_0) (1 - P(q))$$

Вероятность геологической успешности проекта можно оценить, основываясь на анализе трех компонент геологического риска.

Характеристика экономического риска

Ранее мы дали определение рисков, с которыми связан любой производственный процесс: политический, социальный, экологический, экономический и т. д.

Экономический риск, в свою очередь, можно подразделить на виды:

— производственный, связанный с возможностью невыполнения предприятием своих обязательств по контракту с заказчиком; наиболее важными причинами производственного риска являются возможное снижение предполагаемых объемов производства и реализации продукции, рост материальных или иных затрат, выплата повышенных отчислений и налогов и т. д.;

— финансовый, связанный с возможностью невыполнения предприятием своих финансовых обязательств перед инвестором; финансовый риск зависит от отношения заемных средств ко всем финансовым средствам предприятия. Чем выше отношение заемных средств к собственным, тем больше финансовый риск;

— рыночный, вызываемый колебаниями курсов валют и процентных ставок;

— инвестиционный, связанный с возможностью обесценивания инвестиционного портфеля, состоящего как из собственных, так и приобретенных ценных бумаг;

— коммерческий риск, отражающий ненадежность будущих доходов за счет уменьшения объемов продаж, роста цен на потребляемые ресурсы и прочих факторов; коммерческий риск возникает в процессе реализации товаров и услуг, закупленных предприятием, и связан с завышением

закупочных цен, снижением объема закупок, наличием потерь в процессе обращения и т. д.;

— кредитный риск обусловлен тем, что заемщик вовремя не уплатил по ссуде.

Риск проекта теснейшим образом связан с величиной прибыли на инвестированный капитал. Чем выше уровень риска проекта, тем большую прибыль, компенсирующую этот риск, он должен генерировать. Чтобы избежать риска и получить большую прибыль существует ряд критериев, по которым можно оценивать решения в проектном анализе [3].

Проектирование поисково-разведочных работ на локальной ловушке

В рассматриваемой методике используется геолого-математическая модель локальной структуры, состоящая, из двух элементов: а) вероятности продуктивности данной структуры $P_{\text{прод}}$ и б) распределения запасов нефти (газа) на данной структуре, известного перед тем или иным шагом поисково-разведочных работ. О способе оценки величины $P_{\text{прод}}$ сказано выше. Первоначальное распределение запасов углеводородов на данной структуре (перед началом поискового бурения) строится на основе таблицы о подсчетных параметрах, полученной в результате экспертных оценок, с использованием метода Монте-Карло. Это распределение содержит информацию о возможном диапазоне изменения запасов углеводородов и вероятности каждого значения запасов.

Для дальнейшего анализа данные о распределении запасов «загрубляются» следующим образом. Весь возможный диапазон значений запасов нефти или газа разбивается на несколько интервалов, в каждом из которых оценивается вероятность запасов. Естественно, что сумма вероятностей попадания запасов УВ во все выделенные интервалы должна быть равной единице.

Для определенности будем считать, что выделено три интервала возможных значений запасов нефти и газа. Пусть левый интервал соответствует «мелкой» залежи (по одной из существующих классификаций залежей по величине запасов нефти или газа), средний интервал — «средней» залежи и правый интервал — «крупной» залежи. Пусть на основании полученного распределения запасов исследуемой локальной структуры вероятности этих залежей (равные площадям, заключенным между выделенными интервалами запасов и кривой их распределения) соответственно равны: 0,6; 0,2; 0,2. Допустим также, что вторая компонента геологического риска, равная вероятности необнаружения продуктивной структуры, равна нулю.

Тогда геологическая модель изучаемой ловушки будет иметь следующий вид: а) вероятность открытия на этой ловушке залежи нефти (газа) $P_{\text{прод}} = 0,32$; б) открытая залежь может оказаться мелкой — с вероятностью 0,6; средней — с вероятностью 0,2 и крупной — с вероятностью 0,2.

Теперь посмотрим, как использовать геолого-математическую модель ловушки для оценки целесообразности каждого шага проведения работ по выявлению и освоению залежи, если она будет открыта:

- а) поисковых работ;
- б) разведочных работ и подсчета запасов нефти и газа;
- в) проектирования разработки и проведения самой разработки и эксплуатации.

Для каждого шага работ рассчитывается чистый дисконтированный доход (ЧДД) с учетом: прибыли от эксплуатации залежи, потерь от создания промысла и инфраструктуры, необходимых для разработки и эксплуатации залежи, и процента дисконтирования.

Пусть в нашем примере величина ЧДД для крупной залежи будет равна 1000 млн долл., для средней — 600 млн долл., для мелкой - 200 млн долл.

Математическое ожидание ЧДД (среднее арифметическое значение) рассчитывается с учетом вероятностей возможной величины залежи нефти или газа:

$$1000 \times 0,2 + 600 \times 0,2 + 200 \times 0,6 = 200 + 120 + 120 = 440 \text{ млн долл.}$$

Пусть стоимость поисковых работ на данной ловушке равна 50 млн долл., а разведочных работ и подсчета запасов — 200 млн долл.

На первом шаге решается вопрос о целесообразности проведения поисковых работ.

Для этого оценивается априорная величина ЧДД от проведения этих работ с учетом:

- 1) ЧДД от эксплуатации залежи (в случае ее открытия);
- 2) потерь, равных стоимости поисковых работ;
- 3) потерь, равных стоимости разведочных работ и подсчета запасов нефти и газа, которые будут проводиться в случае открытия залежи. Как видно, среди выделенных компонент ЧДД вторая (стоимость поисковых работ) — безусловная (если мы решим проводить поисковые работы, то должны полностью оплатить их стоимость). Первая и третья — условные (зависят от того, будет открыта залежь или нет). Поэтому величину ЧДД, рассчитанную по формуле (4), и стоимость разведочных работ и подсчета запасов нефти и газа нужно умножить на вероятность открытия залежи в изучаемой ловушке, равную в нашем примере 0,32. В результате получим

$$440 \times 0,32 - 50 - 200 \times 0,32 = 140,8 - 50 - 64 = 26,8 > 0.$$

Если рассчитанная по формуле величина оказалась бы меньше нуля, проведение поисковых работ было бы признано нецелесообразным. Чем больше величина ЧДД, оцененного по этой формуле, превышает нулевое

значение, тем в большей степени изучаемая локальная структура может «претендовать» на первоочередность для поисковых работ.

Пусть в результате поисковых работ на данной структуре была открыта залежь. Поисковые работы позволили получить новую информацию о распределении запасов открытой залежи. После «загрубления» уточненного распределения запасов были получены следующие вероятности размера открытой залежи: 0,9 — мелкая залежь, 0,1 — средняя и 0 — крупная. В результате изменится величина ЧДД:

$$600 - 0,1 + 200 - 0,9 = 60 + 180 = 240.$$

На втором шаге решается вопрос о целесообразности проведения разведочных работ и подсчета запасов нефти и газа. Для этого рассчитываемый ЧДД от проведения этих работ должен быть больше нуля.

$$\text{В нашем примере он равен: } 240 - 200 = 40 > 0.$$

Как видно, оцененная величина больше нуля. Следовательно, целесообразно проводить разведочные работы и подсчет запасов открытой залежи. Если бы рассчитанная величина ЧДД по формуле оказалась меньше нуля, работы на данной структуре были бы остановлены.

Такой результат мы получили бы, если в результате поисковых работ установили бы, что на нашей структуре с вероятностью, равной единице, находится мелкая залежь. Тогда ЧДД оказался бы равным нулю:

$$\text{ЧДД} = 200 - 200 = 0.$$

В этом случае, несмотря на то, что поисковые работы оказались успешными и залежь на изучаемой структуре была открыта, проведение разведочных работ и подсчета запасов было бы признано нецелесообразным.

Пусть реализовался первый из двух рассмотренных вариантов, и инвесторы решили проводить разведочные работы и подсчет запасов. После

завершения этих работ модель залежи еще раз уточняется. В результате подсчета запасов нефти и газа получают, по сути дела, однозначную величину запасов изучаемой залежи (на самом деле, эта величина имеет некоторую погрешность, но в настоящее время в нашей стране не существует общепризнанной методики оценки погрешности подсчета промышленных запасов нефти и газа). Пусть это будет мелкая залежь с конкретной величиной запасов, например 5 млн т нефти. Для этой залежи с учетом перечисленных выше факторов рассчитывается ЧДД, после чего решается вопрос о целесообразности проведения работ по проектированию разработки и самой разработке и эксплуатации залежи. Для положительного решения вопроса величина ЧДД должна быть больше нуля.

Заключение

Предложенная методика позволяет на основе анализа геологического и экономического рисков, поэтапно, на каждом шаге геологоразведочных работ, оценивать целесообразность проведения дальнейших работ по поискам, разведке и освоению открытой залежи нефти или газа.

Инвестирование проекта на всех стадиях работ будет оправданным, если прибыль (ЧДД) будет прогнозироваться, начиная с поисков и заканчивая эксплуатацией залежи нефти и газа.

Геологический и экономический риски являются взаимосвязанными, влияющими друг на друга, и это необходимо учитывать при оценке эффективности проекта.

Литература

1. Шустер В.Л., Элланский М.М., Дунаев В.Ф. Оценка перспектив освоения нефтегазонакоплений в фундаменте на основе анализов рисков // Геология нефти и газа. 1999. № 7. С. 41-45.

2. Шустер В.Л., Левянт В.Б., Элланский М.М. Раздел «Количественная оценка перспектив нефтегазоносности фундамента на основе анализа геологического и экономического риска» (с. 92-146) в книге «Нефтегазоносность фундамента (проблемы поиска и разведки месторождений углеводородов)». М.: Изд-во «Техника», ТУМА ГРУПП, 2003. 175 с.

3. Андреев А.Ф., Дунаев В.Ф., Зубарева В.Д. и др. Основы проектного анализа в нефтяной и газовой промышленности. М.: ГАНГ им. И.М. Губкина, 1997.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ШУСТЕР ВЛАДИМИР ЛЬВОВИЧ

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ПОДНЯТИЙ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКОВ**

В авторской редакции

Сведения о программном обеспечении, которое использовано для создания электронного издания:

Microsoft Word – набор, верстка текста, генерация PDF
<https://www.microsoft.com/>

Техническая обработка и подготовка материалов выполнены автором

Дата размещения: 06.04.2023;

Объем издания: 719 Кб;

Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_3.pdf

ISBN 978-5-6050096-2-7



9 785605 009627 >