



УДК 550.8:553.98

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ПРОЕКТОВ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

### GEOLOGICAL RISK AND ECONOMIC EFFICIENCY OF OFFSHORE HYDROCARBON EXPLORATION PROJECTS

**Прокофьева Людмила Михайловна**

кандидат геолого-минералогических наук,  
доцент кафедры экономики минерально-сырьевого комплекса,  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе  
prokofieva-mila@mail.ru

**Кузовлева Нина Федоровна**

кандидат экономических наук,  
профессор кафедры экономической экспертизы  
и финансового мониторинга,  
Российский технологический университет  
nina-kuzovleva@yandex.ru

**Аннотация.** Не только освоение морских месторождений углеводородного сырья, но и геологоразведочные проекты по поиску месторождений углеводородов на слабо изученных территориях шельфа требуют значительных финансовых вложений. Понятия «риск», «неопределенность» сопровождают все этапы геологоразведочного процесса и играют в нем важную роль, что необходимо учитывать при планировании геологоразведочных работ и оценке их эффективности. Однако трактовка риска в различных документах неоднозначна. Одним из важнейших факторов, влияющих на итоговую оценку экономической эффективности геологоразведочного проекта, является вероятность геологической успешности – величина обратная геологическому риску. Оценка геологической успешности российскими компаниями часто оценивается по четырехфакторной модели. В итоге осуществляется оценка NPV месторождения и расчет EMV проекта с учетом затрат на геологоразведочные работы.

**Ключевые слова:** ресурсы углеводородов, месторождение, управленческие решения, геологический риск, оценка риска, геологическая успешность.

**Prokofieva Liudmila Mikhailovna**

Candidate of Geology,  
Associated Professor of Economics  
of Mineral Resources Complex Department,  
Russian state geological prospecting  
University named after S. Ordzhonikidze  
prokofieva-mila@mail.ru

**Kuzovleva Nina Fedorovna**

Candidate of Economic,  
Professor of the Department of economic  
expertise and financial monitoring,  
Russian Technology University  
nina-kuzovleva@yandex.ru

**Annotation.** Not only the development of offshore hydrocarbon deposits, but also geological exploration projects to search for hydrocarbon deposits in poorly studied areas of the shelf require significant financial investments. The concepts of «risk» and «uncertainty» accompany all stages of the exploration process and play an important role in it, which must be taken into account when planning exploration and evaluating their effectiveness. However, the interpretation of risk in various documents is ambiguous. One of the most important factors influencing the final assessment of the economic efficiency of an exploration project is the probability of geological success – the inverse of the geological risk. The assessment of geological success by Russian companies is often assessed using a four-factor model. As a result, the NPV of the full cycle of field discovery is evaluated and the EMV of the project is calculated taking into account the costs of exploration.

**Keywords:** hydrocarbon resources, deposit, management decisions, geological risk, risk assessment, geological success.

Для экономики России проблема освоения углеводородных ресурсов континентального шельфа имеет важное значение. Площадь континентального шельфа России составляет 6,2 млн км<sup>2</sup>, не менее 4 млн км<sup>2</sup> являются перспективными на нефть и газ. По данным Министерства природных ресурсов России, на Баренцево и Карское моря приходится около 80 % начальных потенциальных ресурсов углеводородов всего континентального шельфа России. Начальные извлекаемые ресурсы углеводородов (УВ) на шельфе России оцениваются в 90–100 млрд т условного топлива, в т.ч. 15,5 млрд т нефти и 84,5 трлн. м<sup>3</sup> газа. Это соответствует 20–25 % общего объема мировых ресурсов углеводородного сырья [3, 5].

Предприятия нефтегазовой отрасли относятся к объектам повышенной опасности. Риски, которые возникают при освоении, обустройстве, добыче и транспортировке нефти и газа, эксплуатации нефтеперерабатывающих заводов, могут привести к крупным авариям и даже катастрофам. Осуществление геологоразведочных работ и освоение морских месторождений, особенно арктических, связаны с высокой капиталоемкостью, тяжелыми климатическими условиями, неразвитостью инженерно-технической и транспортной инфраструктур, что делает реализацию морских нефтегазовых



проектов высокорискованной. Поэтому анализ основных рисков является одной из основных задач нефтегазовой отрасли.

Не только освоение морских месторождений углеводородного сырья, но и геологоразведочные проекты по поиску месторождений углеводородов на слабо изученных территориях шельфа требуют значительных финансовых вложений (стоимость бурения одной скважины обычно составляет 200–500 млн долларов, а в экстремальных условиях севера может достигать 700 млн долларов и более). Поисковые проекты сопряжены с большими рисками потери средств, обусловленными прежде всего геологическими причинами. В то же время с развитием научно-технического прогресса появляются новые технологии поисков, разведки и освоения месторождений нефти и природного газа, что, естественно, ведет к снижению влияния геологических рисков на полный цикл реализации проекта (поиски, разведка и освоение) [3].

Понятия «риск», «неопределенность» сопровождают все этапы геологоразведочного процесса и играют в нем важную роль, что необходимо учитывать при планировании геологоразведочных работ и оценке их эффективности, оценке минерально-сырьевых объектов (месторождений, участков недр).

Неопределенность означает недостаток информации о вероятных будущих событиях, тогда как риск означает ситуацию, в которой точно не известно, что случится, но можно оценить вероятность каждого из возможных исходов. Таким образом, в отличие от неопределенности риск является измеримой величиной, его количественной мерой может служить вероятность благоприятного и неблагоприятного исхода. Риск – численно измеримая возможность неблагоприятных ситуаций и связанных с ними последствий в виде потерь, ущерба, убытков.

«Вероятность успеха» и «риск» означают возможность наступления или ненаступления каких-либо событий. Эти величины являются взаимнообратными и измеряются в долях единицы:

$$\text{Риск} = 1 - \text{Вероятность успеха.}$$

В книге «Риск, неопределенность и прибыль», вышедшей в свет в 1921 году, американский экономист Ф.Н. Найт впервые обратил внимание на проблему риска в экономике, сформулировав следующее положение: «Вся подлинная прибыль связана с неопределенностью».

Хозяйствующим субъектам в изучении рисков и управлении ими призваны оказать помощь стандарты ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство», ГОСТ Р 51897-2011 «Менеджмент риска. Словарь. Руководящие принципы для использования в стандартах», ГОСТ Р ИСО/МЭК-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», ГОСТ Р 51901.22-2012 «Менеджмент риска. Реестр риска» идентичные стандартам Международной организации по стандартизации – ИСО (International Organization for Standardization – ISO). В стандартах даются определение риска, руководящие принципы и методы оценки рисков.

Существует множество различных определений риска в литературе и документах. В Гражданском кодексе Российской Федерации слово «риск» употребляется неоднократно, однако формулировка риска не приводится. В таблице 1 даны определения риска согласно Федеральному закону о техническом регулировании и стандарту ГОСТ Р 51897-2011.

**Таблица 1** – Определения риска

Определение	Источник
Риск это – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.	Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 02.07.2021)
Риск – следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей». Примечание 1 – Под следствием влияния неопределенности необходимо понимать отклонение от ожидаемого результата или события (позитивное и/или негативное). Примечание 2 – Цели могут быть различными по содержанию (в области экономики, здоровья, экологии и т.п.) и назначению (стратегические, общеорганизационные, относящиеся к разработке проекта, конкретной продукции и процессу). Примечание 3 – Риск часто характеризуют путем описания возможного события и его последствий или их сочетания. Примечание 4 – Риск часто представляют в виде последствий возможного события (включая изменения обстоятельств) и соответствующей вероятности. Примечание 5 – Неопределенность это – состояние полного или частичного отсутствия информации, необходимой для понимания события, его последствий и их вероятностей.	ГОСТ Р 51897-2011



ГОСТ Р 51897-2011 определяет риск как «следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей». Такое определение является довольно расплывчатым, поэтому приводятся разъяснения в виде примечаний. Важно отметить, что риск определяется как следствие влияния неопределенности на конечную цель, причем это влияние может быть, как положительным, так и отрицательным, то есть риск – любой результат, отличный от ожидаемого. Это определение отличается от понимания риска как сугубо отрицательного явления.

Однако в Федеральном законе «О техническом регулировании» дается отличная от стандарта формулировка риска. Здесь риск однозначно ассоциируется с вероятностью вреда, но не с позитивными изменениями.

Так или иначе большинство управленческих решений при пользовании недрами принимаются в условиях неполноты информации об изучаемом месторождении (участке недр), поэтому осуществление проектов по поискам, разведке и добыче полезных ископаемых происходит в среде вероятностной неопределенности – риска. В результате поставленные цели часто не могут быть реализованы в полной мере или вообще не достигаются. Поэтому компании заинтересованы в том, чтобы снизить вероятность принятия неудачного решения и избежать убытков, которые могут оказаться весьма значительными, особенно при поисках, разведке и добыче углеводородного сырья. Однако кроме рисков, характерных практически для всех хозяйствующих субъектов (экономический, технологический, экологический) организациям, осуществляющим геологоразведочные работы и добычу полезных ископаемых присущ особый специфический риск, который можно охарактеризовать как геологический [1, 2, 4].

Геологический риск это – риск, связанный с геологией, то есть со структурными характеристиками земной коры. Можно сказать также, что это вероятность потерь, вызванных процессами, происходящими в приповерхностной части литосферы. Он определяется для каждого объекта отдельно на определенный период.

Под геологическим риском часто понимают все возможные негативные проявления опасности и ущерб населению, биоте, экономике и окружающей среде, обусловленные геологической составляющей (структурными особенностями земной коры и процессами, происходящими в приповерхностной части литосферы).

Оценка риска заключается в выявлении теоретически возможных нежелательных факторов и ситуаций (качественный анализ) и количественной оценке ущерба, причиненного их возникновением (количественный анализ).

Первым элементом геологического риска, является низкая вероятность того, что усилия и затраты, связанные с поисками и разведкой, действительно приведут к открытию коммерчески значимого месторождения полезных ископаемых. Когда месторождение разрабатывается, его характеристики (геологические, технико-технологические и т.д.) могут отличаться от ожидаемых. В этом случае риск проявляется в снижении доходности проекта.

Система оценки вероятности геологического успеха при реализации поисковых проектов на углеводородное сырье основана на пятифакторной модели, предложенной П. Роузом. Пятифакторная модель П. Роуза включает оценку вероятности образования материнской породы (P1), генерации и путей миграции нефти (P2), коллектора (P3), ловушки (P4), а также флюидоупора и сохранности (P5). Окончательная геологическая успешность прогнозируемого месторождения оценивается как произведение этих пяти независимых факторов. В то же время у некоторых факторов есть отдельные независимые друг от друга составляющие (субфакторы), которые также умножаются для получения общего значения, описывающего общий фактор [4].

Следует отметить, что геологические углеводородные системы, открытые в последние годы, становятся все более сложными и что реальный риск не всегда интегрируется в упрощенные модели. Почти все геологические неопределенности, за исключением материнских пород, могут быть как региональными, так и локальными.

Описанная система оценки геологического риска (геологической успешности) полностью охватывает формирование скопления углеводородов, но не включает некоторые внешние условия и риски более высокого порядка, которые могут существенно повлиять на проект. Поскольку эксперты часто не имеют точной информации при оценке участков поиска, они вынуждены полагаться на определенные предположения о тектоническом строении региона, условиях осадконакопления, времени образования и миграции углеводородов. Однако, если принятая «геологическая концепция» окажется неверной, риски могут быть намного выше. Избежать этого нежелательного эффекта можно, рассматривая крупные проекты в больших экспертных группах со смежными подразделениями компании. Оценка геологического риска требует опыта, высоких навыков, умения систематизировать большой объем информации и умения понимать ответственность за принятые решения и достигнутые результаты. Полученный в результате рассмотрения индекс геологической успешности может существенно повлиять на расчеты экономической эффективности геологоразведочного проекта.

Планированию разработки морских нефтяных и газовых месторождений в последние годы уделялось значительное внимание, учитывая открытия крупных запасов нефти и газа во всем мире за послед-



ние десятилетия. Этому способствовали и новые технологии, доступные для поисков, разведки и добычи месторождений углеводородов в удаленных местах, которые часто находятся в сотнях км от берега.

Специалисты отмечают, что планирование разработки морских нефтегазовых месторождений представляет собой очень сложную задачу и требует многомиллиардных инвестиций [1, 2, 4], которые потенциально могут привести не только к большой прибыли, но и к убыткам из-за неверной оценки геологического риска.

Таким образом одним из важнейших факторов, влияющих на итоговую оценку экономической эффективности геологоразведочного проекта, является вероятность геологической успешности ( $P_g$ ) – величина обратная геологическому риску.

Оценка геологической успешности ( $P_g$ ) российскими компаниями часто оценивается по четырехфакторной модели: вероятность существования резервуара, вероятность существования ловушки углеводородов (УВ), вероятность заполнения ловушки УВ, вероятность сохранности залежи [2]. Вероятность геологической успешности ( $P_g$ ) основана на последовательном анализе независимых элементов углеводородных систем:

$$P_g = P_1 * P_2 * P_3 * P_4, \quad (1)$$

где  $P_1$  – вероятность существования резервуара,  $P_2$  – вероятность существования ловушки УВ,  $P_3$  – вероятность заполнения ловушки УВ,  $P_4$  – вероятность сохранности залежи.

Можно сказать, что компании, занимающиеся поисками и разведкой месторождений нефти и газа, создают или наоборот «разрушают» свою капитализацию путем бурения и испытания скважин на геологических объектах. Решениям по осуществлению бурения предшествуют многочисленные мероприятия, которые зависят от результатов геолого-геофизических исследований и экономических оценок, а также от стратегии развития компании, политических факторов и желания рисковать (толерантности к риску). Исследования недр завершаются составлением списка перспективных объектов, в котором каждый перспективный объект характеризуется предполагаемыми ресурсами в случае открытия (случай успеха) и вероятностью открытия (вероятность успеха или  $P_g$ ). В итоге осуществляется оценка чистой приведенной стоимости (NPV – Net Present Value) полного цикла эксплуатации месторождения и расчет ожидаемой денежной стоимости (EMV – Expected Monetary Value) проекта с учетом затрат на геологоразведочные работы (ГРП):

$$EMV = NPV * P_g - (\text{Затраты на ГРП}) * (1 - P_g). \quad (2)$$

При выборе наиболее перспективного объекта для осуществления бурения компания выбирает объекты с наибольшим EMV с целью максимизации прибыли при осуществлении инвестиций. При этом с учетом геологического риска вероятностные оценки перспективных ресурсов и запасов для расчетов показателей NPV и EMV предпочтительнее детерминированных оценок.

#### Список литературы:

1. Буш Дж., Джонстон Д. Управление финансами в международной нефтяной компании. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 432 с.
2. Дымочкина М.Г., Лежнева В.А. Влияние оценки вероятности геологического успеха на принятие инвест-решения // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2019. – № 4(14). – С. 14–19.
3. Россия отложит разработку арктических проектов минимум на 15 лет. – URL : <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/04/11/865485-rossiya-otlozhit>
4. Роуз П.Р. Анализ рисков и управление нефтегазопроисковыми проектами. – М.-Ижевск : НИЦ «РХД», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. – 304 с.
5. Территория богатств. – URL : [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/issue/2019/11/681/](https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2019/11/681/)

#### List of references:

1. Busch J., Johnston D. Financial Management in an International Oil Company. – М. : ЗАО Olimp-Business, 2003. – 432 p.
2. Dymochkina M.G., Lezhneva V.A. Influence of assessment of probability of geological success on making investment decisions // PRONEFT. Professionally about oil. – 2019. – № 4(14). – P. 14–19.
3. Russia will postpone the development of Arctic projects for at least 15 years. – URL : <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/04/11/865485-rossiya-otlozhit>
4. Rose P.R. Risk analysis and management of oil and gas exploration projects. – М.-Izhevsk : RCD Research Center, Izhevsk Institute for Computer Research, 2011. – 304 p.
5. Territory of riches. – URL : [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/issue/2019/11/681/](https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2019/11/681/)