

# Риски ГРП на нефть и газ и оценка геологических рисков

*Игорь Истратов, д. г.-м. н.*

*Александр Бондарев, к. г.-м. н.*

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина*

Риск определяется как возможность возникновения непредвиденных ситуаций, которые могут негативно повлиять на конечные результаты проводимых работ или нанести определенный ущерб при их выполнении. В статье рассматриваются различные риски при проведении геологоразведочных работ (ГРП) на нефть и газ российскими компаниями как в России, так и за рубежом и приводится последовательность оценки геологических рисков.

## Риски

Риски возникают при проектировании работ — это риск проекта. Выделяются также риски инвестирования и неопределенности результатов инвестирования, связанные с возможным снижением доходности ниже ожидаемого уровня, риски конъюнктуры рынка и волатильности внешнего спроса, экспортно-импортных поставок и мировых цен, риск эксплуатации месторождения и эксплуатационных затрат, риск оценки ресурсов и подсчета запасов, экологический риск.

Таким образом, имеется немало разновидностей рисков промышленного производства и различных понятий риска, который в общем виде может быть определен как «вероятность осуществления некоторого нежелательного события» [4]. Рассмотрим риски, возникающие при проектировании и управлении геологоразведочными работами на нефть и газ.

При осуществлении в зарубежных странах крупных инвестиционных проектов нефтегазовыми компаниями (НГК), в том числе и российскими, кроме «традиционных» — геологических, экономических, технологических, экологических возникают также риски политические, юридические, промышленной безопасности, социальные и другие (табл. 1).

Причем кроме политического, экономического и информационного ресурсов противниками развития дружественных, взаимовыгодных международных связей в нынешнее «санкционное» время могут быть задействованы такие инструменты для достижения своих геополитических целей, как дестабилизация внутривнутриполитической обстановки в стране, демонстрация и применение военной

## Risks of exploration for oil and gas and assessment of geological risks

Risk is often defined as the possibility of unforeseen situations that could adversely affect the final results of the operations or cause some damage when they are executed. The article discusses various risks in the conduct of exploration for oil and gas Russian companies in Russia and abroad, and the sequence of geological risk assessment.

*Keywords: risk, exploration, oil, gas, assessment, geological risks  
Igor Istratov, Alexander Bondarev*

силы и так далее, что резко повышает риск осуществления нефтегазовых проектов. Примером этого могут служить страны, в которых работали российские НГК: Венесуэла, Колумбия, Ливия. С другой стороны, можно назвать страны, где успешно выполняются нефтегазовые проекты и где перечисленные выше риски к настоящему времени минимальны: Алжир, Бангладеш, Вьетнам и другие.

Актуальные вопросы современной экономической безопасности в сфере нефтегазового производства и строительства включают оценку возможности и последствий природных катастроф, терроризма, некомпетентности, коррупции, промышленного шпионажа, криминальных действий. В систему рисков зарубежной деятельности НГК включены законы о природных ресурсах и налогообложение, местные нормативы и стандарты, степень защиты инвестиций и юридическая поддержка. Кроме того, должны быть оценены конкуренция с другими компаниями и возможность взаимодействия с ними, а также риски геологические, связанные с полнотой изученности недр, оцененными ресурсами, подсчитанными запасами углеводородов и возможностями их прироста, добычными характеристиками месторождения, объемами внутреннего потребления, переработки, экспортно-импортных поставок. Все эти риски при принятии инвестиционных решений оцениваются по 10-бальной шкале.

Ключевые слова: риск, геологоразведка, нефть, газ, оценка, геологические риски.

## Классификация и причины рисков

Классификация и основные причины рисков проектных решений при выполнении различного вида затратных работ, в том числе ГРП на нефть и газ, поисках и разведке месторождений нефти и газа, приведены в ряде отечественных и зарубежных публикаций [1–13]. Среди основных выделяются риск неоткрытия месторождения и риск открытия нерентабельного месторождения. Для минимизации этих рисков нужна статистика продуктивных и «пустых» ловушек по региону проведения работ, включая полный набор фактических геологических данных по всем факторам оценки перспектив нефтегазоносности – площади выявленной ловушки, амплитуде ловушки, суммарной толщине коллектора, эффективной пористости, качеству флюидоупора, заполнению ловушки, глубине залегания продуктивных пластов, ресурсам и запасам углеводородов [9].

При оценке риска, как известно, используют понятие вероятности. Риск (R) функционально связан с вероятностью (P) как обратная его величина:  $P=1-R$ . При вероятности, равной 1, риск будет равен 0. И наоборот, при вероятности, равной 0, риск будет равен 1. Вероятность показывает, что оцениваемый параметр определенного фактора нефтегазоносности (перечислены выше) будет больше минимально благоприятного значения или равен ему.

Геологический риск – понятие многофакторное, и, как отмечают Ю. П. Ампилов и А. А. Герт, в отечественной литературе оно еще не является общепринятым [3]. При его анализе проводится оценка мультипликативного влияния множества геологических факторов на формирование рентабельного месторождения, при котором неизбежен субъективизм и ошибки. Однако ряд объективных причин (в том числе переход на Международную классификацию ресурсов и запасов нефти и газа) предопределяют применение различных методов оценки геологического риска и в российской геологии. Представляется, что единственный правильный выход из этого сложного положения – стандартизация понятной системы и методов оценки геологического риска (в том числе с использованием накопленной статистики) при сравнительном анализе и ранжировании перспективных геологических объектов.

По мировым оценкам, успешность проведения ГРП на нефть и газ через вероятность открытия месторождений определяется в 40%, а экономически эффективные из них (рентабельные) составляют 70–80%.

Оценка рисков при решении задач отечественной нефтегазовой геологии базируется на стадийности ГРП. Уделим основное внимание оценке геологического риска,

Таблица 1

Система рисков лицензионной и инвестиционной деятельности нефтегазовых компаний в зарубежных странах

Геология	Добыча	Потребление	Законы	Партнеры	Риски
Ресурсы	Текущие объемы	Сайклинг и ПХГ	О природных ресурсах	Успешные компании	Политика
Запасы	Перспективы	Внутреннее потребление	Защита инвестиций	Обмен активами	Технологии
Приросты	Добычные возможности	Экспорт	Налогообложение	Возможность покупки	Финансы
Переоценка	На суше	Импорт	Юридическая поддержка	Обмен продукцией	Промышленная безопасность
Изученность	На шельфе	Переработка	Нормативы и стандарты	Конкуренция	Экологическая безопасность
Оценка	Оценка	Оценка	Оценка	Оценка	Оценка

возникающего на стадиях регионального, поисково-оценочного и разведочного этапов ГРП на нефть и газ.

Геологический риск возникает с самого начала обоснования направления проведения исследовательских работ (стратегическая задача) и связан с оценкой ресурсного потенциала нефтегазоперспективной зоны, затем – выделенных локальных объектов (ловушек) и решением тактических задач по их дальнейшему опосредованию. Этот риск можно определить как вероятность того, насколько объем реальных углеводородных ресурсов окажется ниже первоначально предполагаемого и/или физико-химические характеристики углеводородов, фильтрационно-емкостные характеристики продуктивных пластов будут хуже тех, что использовались при их оценке [2, 4]. Таким образом, геологический риск определяется полнотой геологической изученности недр и подготовки локальных объектов (ловушек) для проектирования поисков месторождений (залежей).

Разработаны различные методики оценки выделенных на этапе региональных ГРП нефтегазоперспективных и нефтегазоносных зон и локальных объектов-ловушек в них. Используются и вероятностно-статистические математические методы, и метод геологических аналогий, при которых сравниваются установленные фактические геологические данные-параметры с факторами оценки перспективного объекта.

Необходимо отметить, что риск прогноза нефтегазоносности, или геологический риск, не зависит от глубины залегания возможно продуктивных пластов. Риск обнаружения рентабельного скопления на больших глубинах (более 4,5 км) и сверхглубинах (более 8,0 км) не уступает аналогичному риску выявления залежи на глубине до 4,5 км. Однако диапазон параметров оценки такого риска будет существенно отличаться, начиная от фильтрационно-емкостных свойств пород, объема ловушки и заканчивая объемом самой залежи. Единой технологии оценки углеводородного потенциала и прогнозирования нефтегазоносности до глубин 10–12 км с учетом сверхвысоких давлений и температур пока нет.

При оценке рисков необходимо различать старые нефтегазодобывающие регионы, относительно хорошо

**Таблица 2**

Стадийность ГРП на нефть и газ, диапазон значений вероятности геологической успешности (Pg) по [14], с дополнениями и изменениями

Стадия	Pg, %	Объекты изучения	Основные задачи	Итоговая оценка ресурсов/запасов
<b>Региональный этап</b>				
Прогноз нефтегазоносности	0,0–2,5	Осадочные бассейны и их части	Выявление литолого-стратиграфических комплексов, структурных этажей, ярусов и структурно-фациальных зон, определение характера основных этапов геотектонического развития, тектоническое районирование. Выделение нефтегазоперспективных комплексов (резервуаров) и зон возможного нефтегазоаккумуляции, нефтегазогеологическое районирование. Качественная и количественная оценка перспектив нефтегазоносности. Выбор основных направлений и первоочередных объектов дальнейших исследований	D <sub>2</sub> , частично D <sub>1</sub>
Оценка зон нефтегазоаккумуляции	2,5–12,5	Нефтегазоперспективные зоны и зоны нефтегазоаккумуляции	Выявление субрегиональных и зональных структурных соотношений между различными нефтегазоперспективными и литолого-стратиграфическими комплексами, основных закономерностей распределения свойств пород-коллекторов и флюидоупоров и изменения их свойств. Уточнение нефтегазогеологического районирования. Количественная оценка перспектив нефтегазоносности. Выбор районов и установление очередности проведения на них поисковых работ	D <sub>1</sub> , частично D <sub>2</sub>
<b>Поисково-оценочный этап</b>				
Выявление объектов поискового бурения	12,5–25,0	Районы с установленной или возможной нефтегазоносностью	Выявление условий залегания и других геолого-геофизических свойств нефтегазоносных и нефтегазоперспективных комплексов. Выявление перспективных ловушек. Количественная оценка прогнозных локализованных ресурсов. Выбор объектов для детализационных работ	D <sub>1</sub> , частично D <sub>n</sub>
Подготовка объектов к поисковому бурению	12,5–25,0	Выявленные ловушки	Детализация выявленных перспективных ловушек, позволяющая прогнозировать пространственное положение залежей. Количественная оценка перспективных ресурсов на объектах, подготовленных к поисковому бурению. Выбор объектов и определение очередности их ввода в поисковое бурение	D <sub>n</sub> , частично D <sub>0</sub>
Поиск и оценка м/р (залежей)	25,0–50,0	Подготовленные ловушки, открытые месторождения (залежи)	Выявление в разрезе нефтегазоносных и перспективных горизонтов коллекторов и покрышек и определение их геолого-геофизических свойств (параметров). Выделение, опробование и испытание нефтегазоперспективных пластов и горизонтов, получение промышленных притоков нефти и газа и установление свойств флюидов и фильтрационно-емкостных характеристик. Открытие месторождения и постановка запасов на государственный баланс. Выбор объектов для проведения оценочных работ. Установление основных характеристик месторождений (залежей). Оценка запасов месторождений (залежей). Выбор объектов разведки	C <sub>2</sub> , частично C <sub>1</sub>
<b>Разведочный этап</b>				
Разведка и пробная эксплуатация	50,0–80,0	Промышленные месторождения (залежи)	Уточнение геологического строения и запасов залежей. Опытная эксплуатация для получения данных и параметров для составления технологической схемы разработки месторождений. Перевод запасов категории C <sub>1</sub> в V <sub>2</sub> и V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub> , частично V <sub>1</sub> и C <sub>1</sub>

При проведении ГРП на нефть и газ решаются: стратегическая задача – выбор перспективного направления поисков и тактические задачи – выбор основных методик и оптимальных объемов различных видов геологических, геофизических, геохимических и буровых работ с целью получения максимально возможной эффективности. В основу решения стратегической задачи ГРП положено определение ценности, экономической привлекательности выбранного направления работ:

- прогнозная оценка и плотность ресурсов;
- степень разведанности начальных суммарных ресурсов (НСР);
- крупность месторождений по запасам и распределение по классам крупности еще не открытых месторождений и ресурсов, содержащихся в этих неоткрытых месторождениях;
- горно-геологические (технологические) и географические (климатические) особенности региона.

Выбор стратегических направлений в нефтегазовом комплексе выполняется НГК с учетом оценки рисков каждого направления.

Анализ и изучение поисковых критериев начинается с выяснения тектонических особенностей района работ, палеогеографической и геохимической обстановок, условий накопления и преобразования литолого-фациальных разностей горных пород, образующих нефтегазоперспективный комплекс, наличия и изменения фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и пород-флюидоупоров с глубиной и заканчивается выявлением процессов деструкции и полимеризации углеводородных компонентов твердых битумов, пиробитумов.

Таким образом, выбранная методика прогноза нефтегазоносности должна лежать в основе анализа рис-

изученные, имеющие развитую инфраструктуру, и новые, неосвоенные регионы, в том числе со сложными климатическими условиями, включая арктический шельф. Можно утверждать, что высокая геологическая изученность территории определяет и невысокие геологические и технологические риски.

ков, в том числе экономического и экологического. Риск прогноза в конечном счете переходит в риск финансовых потерь (экономический риск), включающих средства за участие в аукционе-конкурсе на право получения лицензионного участка (ЛУ) и ведения ГРП, налогообложение, стоимость оборудования, рабочей силы и так далее.

Экономический риск: разработка открытого месторождения (залежи) может оказаться неэффективной по величине выявленных запасов, дебитам скважин, глубине залегания продуктивных пластов, физико-химическим качествам углеводородного сырья (риск открытия нерентабельного месторождения).

Экологический риск, возникающий при авариях в нефтегазовом производстве и несоблюдении требований безопасности при ГРП на нефть и газ [5, 6], принесит ощутимые экономические убытки, связанные с потерей высокотехнологичного оборудования, с последующим восстановлением природных экосистем как в прибрежных зонах, так и на суше и в акватории (примеры: Северное море, Экофиск, апрель 1977 года; Тенгиз, 1986 год; Мексиканский залив, апрель 2010 года и другие).

### Математический аппарат

На стадиях поисково-оценочного этапа для определения вероятности наличия ловушки (залежи) выбираются следующие факторы: данные сейсморазведки (параметры надежности структурных построений: амплитуда, привязка отложений время – глубина), количество скважин вокруг объекта, данные ВСП, данные о типе и надежности замыкания ловушки и другие. По исследуемой площади строятся вероятностные карты распространения пород-коллекторов, пород-покрышек, нефтегазоматеринских толщ, а также палеогеографические карты современного структурного плана и другие. Рассматриваются различные сценарии расчетов инвестпроектов в соответствующих программах, позволяющих выполнять стохастическое моделирование, например методом Монте-Карло. Использование такого подхода многими НГК позволяет минимизировать разброс оценок рисков при анализе первичных данных разными экспертами.

Таким образом, анализ рисков, выполняемый при ГРП на нефть и газ, использует методы математической статистики, теории вероятностей и теории полезности [8]. Оценка вероятности геологической успешности  $P_g$  по объективным статистическим данным рассчитывается путем интерполяции и экстраполяции параметров генерационно-аккумуляционных углеводородных систем (ГАУС) по субъективным представлениям о геологическом строении недр нефтегазоперспективной зоны, ЛУ, поискового объекта, ловушки-залежи. В этом плане определяется первостепенная задача геолога-исследователя: максимизация доли объективной информации об объекте исследования при сборе, анализе и обобщении геолого-геофизической информации. Интервальная обобщенная оценка геологической успешности  $P_g$  для геологических объектов разной степени изученности на разных стадиях ГРП на нефть и газ приведена в таблице 2 [14].

### Проектирование поисковых и разведочных работ

Методика проектирования поисковых и разведочных работ на выявленном перспективном объекте с учетом геологического и экономического рисков в на-

стоящее время опирается на результаты бассейнового моделирования. Анализ формирования и развития ГАУС может выполняться с привлечением программного продукта компании Schlumberger PetroMod. Моделируются и анализируются процессы литогенеза горных пород, стационарный и нестационарный перенос тепла, образование углеводородов путем термического разложения исходного органического вещества и крекинга жидких углеводородов, процессы миграции и аккумуляции нефти и газа. В более широком плане изучаются также процессы эмиграции первичных углеводородов из матрицы материнской породы и завершающие стадии – условия консервация и/или разрушения скоплений нефти и газа.

Моделирование, проводимое с использованием имеющейся геолого-геофизической базы данных о строении и развитии бассейна, позволяет численно восстанавливать изменение температуры, степени катагенеза органического вещества и реализации потенциала генерации материнских свит углеводородов в процессе их погружения в бассейне и на этой основе численно оценивать перспективы его нефтегазоносности. Бассейновое моделирование симулирует процесс седиментации, начиная с накопления самого древнего слоя до настоящего времени. Несколько геологических процессов обчисляются одновременно на каждый период времени. Наиболее важные из них: седиментация, уплотнение, анализ теплового потока, образование углеводородов, экстракция (эмиграция), фазовая дифференциация, миграция, аккумуляция. Каждый этап, анализирующий определенный геологический процесс, обладает неким набором входных параметров, которые после проведения процедур прогноза преобразуются в результаты моделирования – «выходные параметры».

Для моделирования и оценки зон нефтегазоаккумуляции (ЗНГН) важнейшим приемом является составление карт вероятности (риска) или вероятностных карт прогноза нефтегазоносности ЗНГН на основе данных и знаний, полученных в ходе моделирования осадочного бассейна. Вероятностные карты, построенные с учетом результатов сейсморазведки, поисково-оценочного бурения и распределения месторождений по объему запасов, позволяют дать максимально полную оценку нефтегазоперспективности рассматриваемого района/зоны и сосредоточить все усилия на изучении площадей, которые могут с высокой вероятностью обеспечить выполнение задач, поставленных в геологоразведочной стратегии.

Последний этап процесса моделирования путем построения вероятностных карт прогноза – это наложение на каждую ЗНГН границ старых и новых месторождений, перспективных объектов и выявленных структур в виде ряда карт с контурами объектов. По полученной суммарной карте можно сразу определить степень относительной вероятности нефтегазоносности

Таблица 3.1

Вероятность проанализированных факторов геологической успешности открытия газовых скоплений на ЛУ проекта «Сахалин-3»

Проектная скважина	Вероятность благоприятного фактора, д. ед.												Риск, %
	Горизонт	Литология коллектора	ТОС, Ок	ТОС, Dg	ТОС, Pг	Кинетика	Всего по материн. породам	Капилляр. давление окобыкайских глин	Капилляр. давление нутовских глин	Всего по покрышкам	Влияние разломной тектоники	Общая благопр. вероятн.	
Восточно-Одоптинская-2	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Дагинский	0,5	–	0,8	0,6	0,6	0,67	0,8	–	0,80	0,6	0,16	84
	Н.нутовский	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,70	0,95	0,6	0,78	0,8	0,26	74
	В.нутовский	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,70	0,95	0,4	0,68	0,8	0,26	74
Лозинская-1	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Н.нутовский	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,65	0,95	0,6	0,78	0,8	0,24	76
	В.нутовский	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,70	0,95	0,4	0,68	0,8	0,26	74
Баутинская-1	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Дагинский	0,5	–	0,8	0,6	0,6	0,67	0,8	–	0,60	0,6	0,16	84
	Н.нутовский	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,70	0,95	0,6	0,78	0,8	0,26	74
	В.нутовский	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,70	0,95	0,4	0,68	0,8	0,26	74
Аяшская-1	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Дагинский	0,5	–	0,8	0,6	0,6	0,67	0,8	–	0,80	0,6	0,16	84
	Н.нутовский	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,75	0,95	0,6	0,78	0,8	0,28	72
	В.нутовский	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	0,75	0,95	0,4	0,68	0,8	0,28	72
Восточная-1	Дагинский	0,5	–	0,8	0,8	0,6	0,73	–	–	0,60	0,8	0,18	82
Восточная-2	Фундамент	0,5	–	–	0,8	0,6	0,70	–	–	0,60	0,8	0,17	83
Южно-Киринская-4	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Дагинский	0,6	–	0,8	0,6	0,6	0,67	0,8	–	0,80	0,95	0,30	70
Мынгинская-1	Даехурин.	0,5	–	–	0,5	0,6	0,55	–	–	0,60	0,6	0,10	90
	Дагинский	0,6	–	0,8	0,6	0,6	0,67	0,8	–	0,80	0,95	0,30	70

и использовать ее значение для количественного и качественного анализа.

Для выявления влияния геологического риска численно определяется вероятность наличия поискового объекта (ловушки), пластов-коллекторов, пластов-флюидопоров, возможность заполнения ловушки углеводородным флюидом (анализируются генерационные, миграционно-аккумуляционный процессы, соотношение этих процессов со временем образования ловушек и условия консервации/разрушения сформировавшегося скопления).

Оценка вероятности приводится в долях единицы, а итоговое значение вероятности открытия месторождения (залежи) равняется произведению всех составных вероятностей. Данный коэффициентный анализ имеет большую долю субъективности. Для ее снижения проводят оценку рисков по объекту-аналогу. Основная задача при этом – получение максимальной объективности, что может быть достигнуто стандартизацией оценок определенных параметров. По каждому анализируемому фактору подбирается определенное количество наиболее влияющих параметров (до 10).

В качестве примера в таблицах 3.1, 3.2 приводится вероятность благоприятных факторов геологической успешности открытия газовых и нефтяных скоплений на ЛУ проекта «Сахалин-3». Анализу подверглись 10

факторов в 8 проектных скважинах с оценкой общей благоприятной вероятности успешности проводки каждой скважины и расчетными значениями геологического риска [7]. Оценка проведена на основе бассейнового моделирования путем расчета всех возможных состояний и путей эволюции ГАУС и создания модели, позволяющей на качественном уровне ранжировать перспективные объекты по рискам и оценить критический параметр (или несколько) неопределенности для формирования той или иной залежи.

## Заключение

Таким образом, методика оценки вероятности успешности геологоразведочных проектов должна основываться на оценке мультипликативного влияния критических для формирования и сохранности месторождений (залежей) углеводородных флюидов и базироваться на принципе последовательно-временного анализа онтогенеза углеводородных систем.

Отмеченные риски и неопределенности геологоразведочного процесса необходимо первично учитывать при анализе эффективности ГРП, оценке новых ЛУ и районов, обосновании бурения поисковых и разведочных скважин, ранжировании поисковых объектов и лицензий. Это геологические, организационные, технические, коммерческие (экономические), экологические и политические риски. Геологический риск



Таблица 3.2

Вероятность проанализированных факторов геологической успешности открытия нефтяных скоплений на ЛУ проекта «Сахалин-3»

Проектная скважина	Горизонт	Вероятность благоприятного фактора, д. ед.										Риск, %	
		Литология коллектора	ТОС, Ок	ТОС, Dg	ТОС, Pг	Кинетика	Всего по материн. породам	Капилляр. давление окобыкайских глин	Капилляр. давление нутовских глин	Всего по покрывкам	Влияние разломной тектоники		Общая благопр. вероятн.
Восточно-Одоптинская-2	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,60	0,55	–	–	0,60	0,60	0,10	90
	Дагинский	0,50	–	0,80	0,80	0,40	0,67	0,80	–	0,80	0,60	0,16	84
	Н.нутовский	0,60	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,60	0,78	0,80	0,26	74
	В.нутовский	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,40	0,68	0,80	0,26	74
Лозинская-1	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,40	0,45	–	–	0,60	0,60	0,08	92
	Н.нутовский	0,60	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,60	0,78	0,80	0,26	74
	В.нутовский	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,40	0,68	0,80	0,26	74
Баутинская-1	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,40	0,45	–	–	0,60	0,60	0,08	92
	Дагинский	0,50	–	0,80	0,80	0,40	0,67	0,80	–	0,80	0,60	0,16	84
	Н.нутовский	0,50	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,60	0,78	0,80	0,22	78
	В.нутовский	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,40	0,68	0,80	0,26	74
Аяшская-1	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,40	0,45	–	–	0,60	0,60	0,08	92
	Дагинский	0,50	–	0,80	0,80	0,40	0,67	0,80	–	0,80	0,60	0,16	84
	Н.нутовский	0,50	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,60	0,78	0,80	0,22	78
	В.нутовский	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,70	0,95	0,40	0,68	0,80	0,26	74
Восточная-1	Дагинский	0,50	–	0,8	0,8	0,40	0,67	–	–	0,60	0,8	0,16	84
Восточная-2	Фундамент	0,50	–	–	0,8	0,40	0,60	–	–	0,60	0,8	0,14	86
Южно-Киринская-4	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,40	0,45	–	–	0,60	0,60	0,80	92
	Дагинский	0,60	–	0,40	0,60	0,40	0,47	0,80	–	0,80	0,95	0,21	79
Мынгинская-1	Даехурин.	0,50	–	–	0,50	0,40	0,45	–	–	0,60	0,60	0,08	92
	Дагинский	0,60	–	0,40	0,60	0,40	0,47	0,80	–	0,80	0,95	0,21	79

в конечном счете определяет вероятность наличия или отсутствия месторождения (залежи) при проектировании ГРП, объем запасов и качество углеводородного сырья. Обратная величина геологического риска – вероятность присутствия скопления углеводородов. Эта вероятность оценивается по наличию, полноте и достоверности первичных геологических данных. В конечном счете ценность поискового объекта определяется расчетным значением вероятности наличия залежи с рентабельными запасами, глубиной залегания продуктивных пластов, пластовой энергией и дебитами скважин, а также качеством углеводородного сырья. ■

#### Литература

1. В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. – М.: Издательский дом «Деловой экспресс», 2004. – 348 с.
2. Ю.П. Ампилов. Методы геолого-экономического моделирования ресурсов и запасов нефти и газа с учетом неопределенности и риска. – М.: Геоинформмарк, 2002. – 200 с.
3. Ю.П. Ампилов, А.А. Герт. Экономическая геология. М.: Геоинформмарк, 2006. – 400 с.
4. Ю.П. Ампилов, Е.В. Захаров. Сравнительный анализ геологических и инвестиционных рисков на ранних стадиях изучения месторождений углеводородов // Нефть, газ и бизнес, № 2, 2001. – С. 73.
5. В.Н. Башкин. Риски окружающей среды: оценка, управление, страхование. – М.: Высшая школа, 2007. – 358 с.

6. А.А. Буков. Анализ рисков. Обзорение, Т. 3, № 3, 2006. – С. 204–208.
7. В.Ю. Керимов, А.В. Бондарев, Р.Н. Мустаев, В.Н. Хоштария. Оценка геологических рисков при поисках и разведке месторождений углеводородов // Нефтяное хозяйство, № 8, 2017. – С. 36–41.
8. Питер Р. Роуз. Анализ рисков и управление нефтегазоперспективными объектами. – Москва – Ижевск: Издательство «Институт компьютерных исследований», 2011. – 304 с.
9. В.Л. Шустер, М.М. Элланский, В.Ф. Дунаев. Оценка перспектив освоения нефтегазонакоплений в фундаменте на основе анализов рисков // Геология нефти и газа, № 7–8, 1999. – С. 41–45.
10. J. Petts. Risk Assessment and Management for Waste Treatment and Disposal. – Oxford: Blackwell Science, 1998. – P. 417–452.
11. E. Pitacco. Simulation in Insurance and Risk Theory. – D. Riedel Publishing Company, 1986. – P. 37–77.
12. Risk Management Standards. Federation of European Risk Management Associations. Russian Risk Management Society, 2003. – 15 p.
13. The CCOP Guidelines for Risk Assessment of Petroleum Prospects, 2000. [http://www.ccop.or.th/ppm/document/INWS1/INWS1DOC11\\_caluyong.pdf](http://www.ccop.or.th/ppm/document/INWS1/INWS1DOC11_caluyong.pdf)
14. А.А. Поляков, Ш.М. Мурзин. Международный опыт анализа геологических рисков // Нефтегазовая геология. Теория и практика, Т. 7, № 4, 2012. [http://www.ngtp.ru/rub/3/60\\_2012.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/3/60_2012.pdf)