

## АНАЛИЗ АВАРИЙ ПРИ БУРЕНИИ И ОЦЕНКА РИСКА ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Г.М.Эфендиев<sup>1</sup>, К.А.Джафаров<sup>2</sup>

1 – *Институт геологии Национальной Академии наук Азербайджана, AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А, e-mail: galib\_2000@yahoo.com*

2 – *Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, AZ1010, Баку, просп. Азадлыг, 20, e-mail: j.kamran@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы аварийности при бурении скважин. Выполнен статистический анализ частоты аварий и их последствий в виде материального ущерба. Дана оценка риска аварий, возникающих при бурении скважин. Построена поверхность изменения риска в зависимости от частоты аварий и их последствий, где выделена плоскость предельно допустимого риска, относительно которой выделяются участки поверхности, характеризующие зоны приемлемого и неприемлемого рисков соответственно.

### Введение

Как известно, при бурении скважин часто возникают различные аварии, которые наносят значительный материальный ущерб. Этим и объясняется большое внимание исследователей к данному вопросу. К настоящему времени накопилось большое количество публикаций, посвященных анализу причин возникновения аварий, их динамики, прогнозированию и борьбе с ними (Самоной, 1984; Пустовойтенко, 1988). Несмотря на большое количество опубликованных работ, вопрос аварийности при бурении все же является актуальным и требует серьезного внимания.

Исходя из этого, настоящая статья посвящена статистическому анализу аварийности при бурении и оценке на этой основе риска.

### Постановка задачи

Анализ литературы и практика бурения скважин показывает, что возникновение условий аварийности зависит от целого ряда взаимосвязанных различных факторов.

В последнее время не только в бурении, но и различных областях народного хозяйства, производственных организациях широко используют понятие риска (Хенли, Кумамото, 1984; Караев, 2000). В разных работах оно истолковывается по-разному. Обычно под понятием риска в различных сферах бизнеса

подразумевают вероятность потерь от безуспешного осуществления различных операций. Данное определение стало применяться впоследствии и к различным другим процессам, приводящим к материальным затратам. При количественной оценке риска необходимо соблюдать соответствующие статистические закономерности. В данном случае под риском подразумевается величина, характеризующая возможность и опасность возникновения аварии в процессе бурения скважин. Авария при этом рассматривается как случайное событие, и степень ее опасности может быть оценена с помощью материального ущерба. В целом, вопросам риска посвящено большое количество публикаций, приводятся различные определения. Так, в работе (Караев, 2000) со ссылкой на Норвежский стандарт отмечается, что риск – это обозначение опасности неконтролируемого случайного происшествия для людей, окружающей среды и материальных ценностей. Риск выражается вероятностью и последствием неконтролируемых случайных происшествий. При этом, как отмечается в этой же работе, риск невозможно выразить только одной цифровой величиной, он должен содержать как минимум две отдельные величины (обычно частоту происшествий и их последствия).

Основной принцип оценки риска был впервые изложен в работе Ф.Р.Фармера (Farmer, 1967). Согласно данному принципу,

строится кривая зависимости вероятности возникновения аварий от последствий в виде расходов на их ликвидацию. Такая кривая называется по имени автора – “кривой Фармера”. Данная кривая отделяет верхнюю область недопустимо большого риска от области приемлемого риска, расположенной ниже и левее кривой. Таким образом, кривую можно использовать в качестве критерия безопасности, определяющего верхнюю границу допустимой вероятности. Если это условие выполняется, основная цель достигается, а интуиция подсказывает, что она правильная, т.е. вероятность аварий, вызывающих большие расходы, относительно низка, а небольшие расходы соответствуют высоким значениям частот аварий (Хенли, Кумамото, 1984). Согласно исследованиям, посвященным оценке и анализу риска, в частности (Хенли, Кумамото, 1984; Караев, 2000), анализ риска предусматривает:

- установление вероятности возникновения аварийной ситуации;
- оценку возможных причин аварий;
- оценку возможных последствий аварий.

Первый этап позволяет идентифицировать риск на основе статистических данных, теоретическим и экспериментальным путем, методом опросов и т.д. На этом этапе производится построение логического дерева аварийных ситуаций, описание причин возникновения и их последствий.

Большое значение имеет моделирование аварийных ситуаций с целью изучения причин их возникновения, характера развития во времени и других обстоятельств, способных повлиять на безопасность эксплуатации технических средств и вероятность аварийных

ситуаций. На основе анализа частот аварийных ситуаций и последствий проводится классификация рисков по категориям. В работе (Караев, 2000) со ссылкой на Норвежское классификационное общество (DNV) представлена классификация рисков, учитывающая вероятность и серьезность различных происшествий.

### Результаты исследований

С целью оценки риска от аварий при бурении скважин с учётом отмеченных выше положений нами собраны данные об авариях при бурении морских скважин за последние десять лет. Эти данные были подвергнуты статистической обработке с анализом законов распределения. Анализу были подвергнуты значения удельных материальных расходов на ликвидацию аварий, т.е. затраты, приходящиеся на одни сутки. Одновременно по данным о числе аварий дана оценка вероятности их возникновения. Значения суточных затрат на ликвидацию аварий разбиты на интервалы, в каждом интервале по количеству аварий дана оценка вероятности возникновения аварий. В таблице приведены значения отмеченных интервалов, соответствующая частота аварий. Там же приводятся рассчитанные значения рисков, выраженные в манатах.

По приведенным в таблице данным построена графическая зависимость относительной частоты (вероятности) аварий от последствий, выраженных затратами на ликвидацию аварий, показанная на рисунке 1. Данный график показывает линию постоянного риска, равного в данном случае 1 150 манат.

Статистические интервалы затрат, млн. ман.		Частота аварий	Относительная частота аварий	Риск, млн. ман.
начало	Конец			
0,001328	0,005321658	32	0,820513	0,004366488
0,005322	0,009315804	2	0,051282	0,000477734
0,009316	0,013309951	2	0,051282	0,000682562
0,01331	0,017304098	2	0,051282	0,00088739
0,017304	0,021298244	1	0,025641	0,000546109

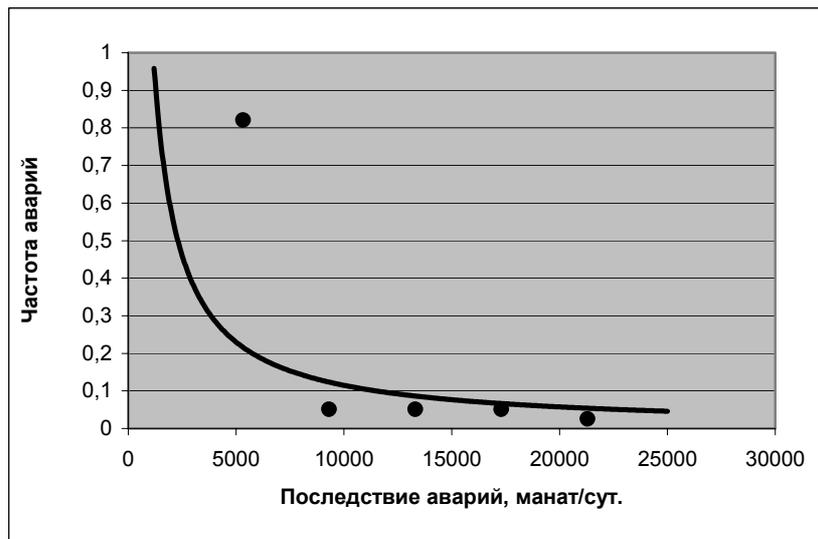


Рис. 1. Линия постоянного риска

Такая оценка риска способствует наиболее обоснованному выбору техники и технологии бурения скважин, а также предусмотрению необходимых с экономической точки зрения мероприятий по снижению риска ещё на стадии проектирования, позволяя наиболее правильно спланировать распределение материальных средств на предупредительные меры по снижению вероятности ава-

рий или/и их последствий ( на рис.1 область приемлемого риска расположена под кривой).

На рисунке 2 показана поверхность изменения величины риска в зависимости от частоты аварий и их последствий, на ней выделена плоскость предельно допустимого риска, относительно которой заметны участки поверхности, характеризующие зоны приемлемого и неприемлемого рисков соответственно.

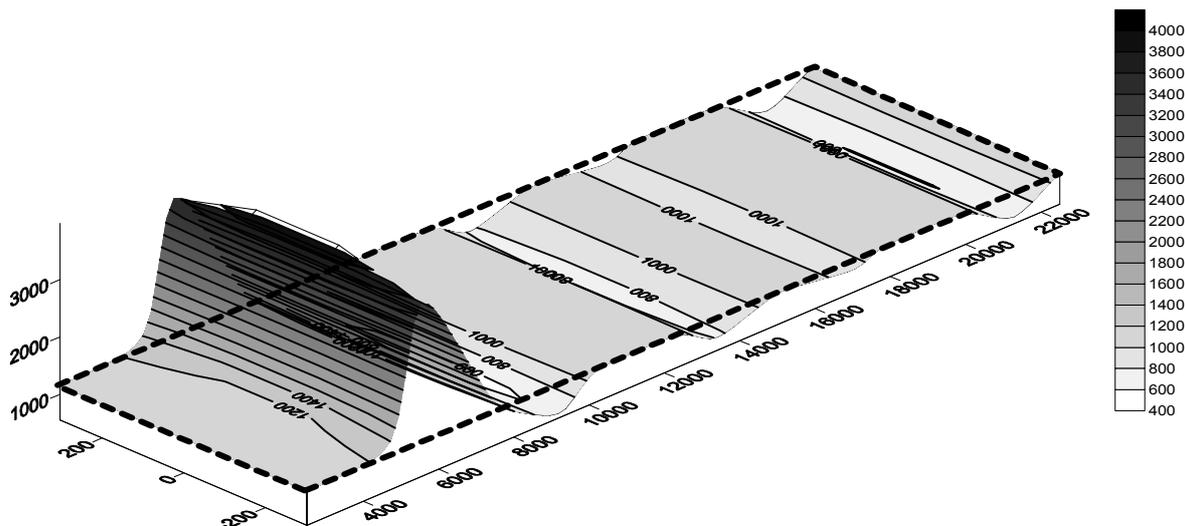


Рис. 2. Поверхность изменения риска в зависимости от частоты аварий и их последствий.

Таким образом, приведённые анализ и оценка риска позволяют глубже изучить ситуацию возникновения аварий, оценить степень тяжести и принять своевременные меры по их предупреждению.

### **Выводы**

1. На основе фактических данных об авариях, возникающих при бурении скважин, выполнен анализ зависимости между частотой их возникновения и последствиями, позволяющей разграничить между собой зоны приемлемого и неприемлемого рисков.

2. Построена поверхность изменения риска, которая позволяет проследить за его

изменением в трёхмерном пространстве во взаимосвязи с вероятностью аварий (частотой) и последствиями.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- КАРАЕВ, Р.Н. 2000. Выживание на море. Элм. Баку. 192.
- ПУСТОВОЙТЕНКО, И.П. 1988. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. Недра. Москва. 276.
- САМОТОЙ, А. К. 1984. Прихваты колонн при бурении скважин. Недра. Москва. 205.
- ХЕНЛИ, Э.Дж., КУМАМОТО, Х. 1984. Надежность технических систем и оценка риска. Машиностроение. Москва. 528.
- FARMER, F.R.( ed.). 1967. Siting criteria – a new approach. In Containment and siting nuclear power plants. International Atomic Energy Agency, Vienna, 303 -329.