© А.Ю. Добровольский, 2006

УДК 614.8 (075.4)

*А.Ю. Добровольский*

# *ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РФ*

Особенности анализа риска возникновения Чрезвычайных Ситуаций на угольных шахтах согласно Методическим указаниям по проведению анализа риска опасных промышленных объектов [4] включают следующие этапы:

- 1) планирование и организация работ – постановка цели и задач, описание объекта, подбор исполнителей, определение источников информации;
- 2) идентификация опасностей – сбор информации, предварительные оценки;
- 3) оценка риска аварий – оценка частоты, последствий аварий;
- 4) разработка рекомендаций по уменьшению риска;
- 5) разработка рекомендаций для обеспечения «абсолютной» безопасности.

На первом этапе поставленные цели и задачи определяют в соответствии с требованиями, регулирующими порядок разработки декларации промышленной безопасности, а также дополнительными требованиями к выявлению на основе количественных оценок риска наиболее опасных факторов, таких как частоты возникновения негативных последствий, приведших к Чрезвычайным Ситуациям; ожидаемых среднегодовых объемов и площадей ущерба в случае аварии; ожидаемого социологического ущерба, как суммы ежегодных компенсационных выплат.[3, 5, 2].

Основные источники информации – техническая документация и данные по аварийности предприятия, Госгортехнадзора России, литературные источники, практики зарубежных угольных шахт WC (World Class). В качестве основных показателей риска устанавливаются средние (по определенному периоду времени) и удельные (на единицу времени) значения.

Второму этапу присущи такие особенности, как разбиение на определенные промежутки времени, на которых может потенциально произойти негативное событие, а также промежутки отличающиеся по своим характеристикам с точки зрения безопасности, например направление движения лавы на геологическое нарушение и их влияние на оценку частоты проявления факторов риска [3, 5, 2].

Оценка степени риска на третьем этапе включает расчет показателей риска для каждого промежутка времени, либо всего периода, который представляет интерес, а также ранжирование всех промежутков по показателям риска.

На основе ранжирования - четвертый этап - всего интересующего отрезка времени по показателям риска выявляют наиболее опасные, определяются их интегральные характеристики и вырабатывают общие рекомендации по безопасности с целью предотвращения Чрезвычайных Ситуаций.

Наиболее значимые группы факторов, как показывают исследования, влияющих на вероятность предотвращения и возникновения Чрезвычайных Ситуаций в очистных забоях угольных шахт, приведены в табл. 1.

Таблица 1

***Факторы риска, влияющие на вероятность предотвращения и возникновения ЧС в очистных забоях угольных шахт***

| №пп | Факторы риска ЧС при авариях | Группа | Компонент | Доля, ед. *f* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Природное воздействие | 1 | Рабочая среда | 0.3 |
| 2 | Человеческий фактор и эксплуатационные факторы | 7 | Человек-оператор | 0.05 |
| 3 | Качество оборудования | 3 | Машина оборудование | 0.20 |
| | Качество монтажа и испытаний оборудования | 6 | | 0.05 |
| 4 | Мониторинг массива и лавы | 2 | | 0.20 |
| 5 | Конструктивные факторы | 4 | | 0.10 |
| 6 | Технологические факторы | 5 | | 0.10 |
| 7 | Сумма | | | 1.00 |

Таблица 2

***Среднее ожидаемое количество аварий по угольной отрасли при ЧС***

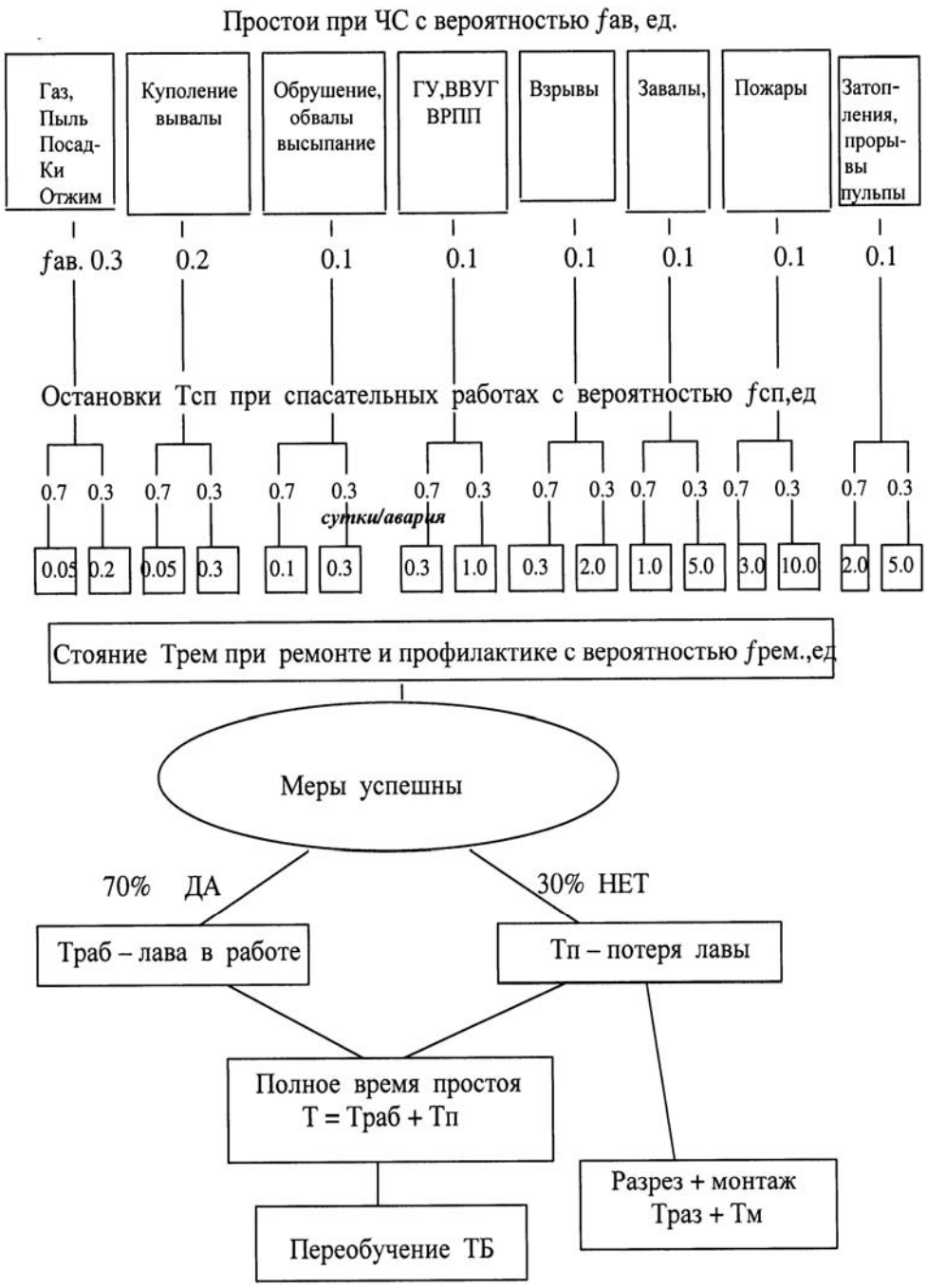
| № пп | ЧС от аварии шт/млн т год | Количество, N* | Группа | Вероятность f, доли ед. | Частота, λ ав/млн т год |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Остановки из-за: метана, пыли, посадки, отжима | 350 | 1 | 0,3 | 35 |
| 2 | Куполение, вывалы | 30 | 2 | 0,2 | 6 |
| 3 | Обрушение забоя, обвалы высыпание с газовыделением | 10 | 3 | 0,2 | 2 |
| 4 | ГУ, ВВУГ, ВРПП | 5 | 1 | 0,3 | 1,5 |
| 5 | Взрывы метана, пыли | 2 | 1 | 0,3 | 0,6 |
| 6 | Завалы в зонах ПГД нарушений; затопление; прорывы пульпы | 8 | 5 | 0,1 | 0,8 |
| 7 | Пожары | 1 | 1 | 0,3 | 0,3 |
| 8 | Сумма | | | | 46,2 |

ГУ – горные удары; ВВУГ – внезапный выброс угля и газа; ВРПП – внезапное разрушение пород почвы; ПГД – повышенное горное давление.

* - статистические данные аварий по угольной отрасли, кол.шт./млн.т.год, в период 2000г. – 2005г. Госгортехнадзор.

Учитывая статистику аварий на угольной шахте – тип, количество на млн. т. в год, а также долю или вероятность возникновения определенного фактора риска - $f$, можно рассчитать среднее ожидаемое количество аварий – риск аварий, по формуле (1):

$$\lambda = \sum_{i=1}^{7} fN, \Sigma\, f\, \mathrm{N}, \qquad (1)$$




*Алгоритм расчета аварий при ЧС*

где λ - среднее ожидаемое количество аварий при Чрезвычайных Ситуациях (частота, риск); $f$ - доля, ед. тяжести последствий или вероятность проявления того или иного фактора риска; N – статистика аварий, кол. шт/млн т год по угольной отрасли, либо по угольной шахте.

Результаты расчетов по угольной отрасли с использованием статистических данных аварийности представлены в табл. 2.

Из табл. 2 Следует, что частота аварий λ составляет 46.2 аварии при ЧС на 1 млн т/год. Соответственно, среднее ожидаемое количество аварий при ЧС в лаве с нагрузкой в 3 млн т/год. составит 138.6 аварий.

Алгоритм расчета аварий при Чрезвычайных Ситуациях в условиях простоя механизированной лавы при отработке пласта на шахте представлен на рисунке, где показаны простои с вероятностью $f$ав, ед., от таких факторов как газ, пыль, посадки, куполение, обрушение, высыпание, отжим, горные удары (ГУ), внезапные выбросы угля и газа (ВВУГ), взрывы, завалы, пожары, затопления. Каждому из этих факторов соответствует определенная вероятность наступления негативного события. Также время остановки (Тсп) при спасательных работах с вероятностью $f$сп, ед., время стояния (Трем.) при ремонте и профилактике с вероятностью $f$рем, ед., время лавы в работе (Траб), время потери лавы (Тп), полное время простоя (Т) и время разреза новой лавы и монтажа лавы (Траз) и (Тм).

Расчет ожидаемого риска технических простоев из-за аварий при нагрузке 3 млн т в год можно произвести по формуле 2.

$$R = \lambda \sum_{k=1}^{2} \sum_{i=1}^{7} fikTik,$$

где R – ожидаемый риск простоя; λ - среднее ожидаемое количество Чрезвычайных Ситуаций (частота) или риск аварий; $f$ik – доля или вероятность простоев от внешних факторов окружающей среды, а также от остановки при спасательных работах, ед.; Tik - время остановки при спасательных работах.

Оценочный расчет ожидаемого риска простоя лавы из-за аварий представлен в табл. 3.

Вероятность $f$ рассчитывается как произведение вероятности простоев от аварий $f$ав,ед., вероятности остановки при спасательных работах $f$сп.,ед. и вероятности простоя лавы при ремонте и профилактике $f$рм.,ед. А возможное время простоя от аварии на шахте Тс, сутки/авария как произведение вероятности $f$ и времени затрачиваемого на ликвидирование (преодоление) последствий возможной аварии Т, сутки.

Средняя сумма возможного времени простоя от аварий Σср находится как среднее арифметическое времени Σmax и Σmin, и будет составлять 0.19 суток/авария.

Следовательно, риск простоя лавы из-за аварий в год будет равен произведению среднего ожидаемого количества аварий (частоты) λ и среднего времени простоя Тср:

R = λТср = 138.6*0.19 = 26.3 суток/лава · год

Отсюда можно прогнозировать следующие виды ущерба и затрат: экологический, потери от простоя, потери в целиках, механизированного комплекса, человеческие жертвы, контроль.

Полная оценка риска соответствует частоте опасностей и выражается как сумма частот рисков опасностей, а показатель степени тяжести опасности расчитываемого по потере добычи (простою) – величине убытков и (или) числу пострадавших.

1. *Госгортехнадзор.* Статистические данные аварий по угольной отрасли в период 2000 – 2005 гг.

2. *Лисанов В.М., Печеркин А.С., Сидоров В.И., Швыряев А.А., Сафонов В.С., Назаров Н.П., Анисимов С.М., Борно О.И., Толмачев И.В.* Оценка риска аварий на линейной части магистральных нефтепроводов. Безопасность труда в промышленности. №9, 1998. С. 50.

3. *Мартынюк В.Ф., Лисанов М.В., Кловач Е.В., Сидоров В.И.* (НТЦ «Промышленная безопасность»). Анализ риска и его нормативное обеспечение. Безопасность труда в промышленности. №11. 1995.

4. *Методические* указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов (РД – 08 – 120 – 96).

5. *Порядок* разработки декларации безопасности промышленного объекта РФ. (утв. Совместным приказом Госгортехнадзора России и МЧС России от 04.04.96 №222/59).

## Коротко об авторах

*Добровольский А.Ю.* – аспирант кафедры «Аэрология и охраны труда», Московский государственный горный университет.



## ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

| Автор | Название работы | Специальность | Ученая степень |
|---|---|---|---|
| **КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ** | | | |
| МАЛЬЦЕВА Татьяна Владимировна | Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния водонасыщенного грунта с позиций теории вязкоупругости | 05.13.18 | д.ф.-м.н. |
| ШИРОКОВА Елена | Аналитические и приближенно-аналитические методы решения основных задач теории упругости и задач гидроме- | 05.13.18 | д.ф.-м.н. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Александровна | ханики | | |