© Н.И. Федунец, М.Р. Ахтямов, 2006

УДК 622.8

Н.И. Федунец, М.Р. Ахтямов

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОПАСНОСТИ В ШАХТЕ

Семинар № 14

Шахта как производственная система базируется на взаимодействии трех основных составляющих: человек, машина и окружающая среда. Итогом взаимодействия этих факторов, наряду с положительным результатом, является достаточно высокий уровень производственной опасности. Любая опасность характеризуется многоступенчатой структурой, широким кругом причин и опасных производственных факторов.

Сегодня на угольных шахтах в зависимости от конкретных условий используются различные формы оценки, например, предписания органов надзора и контроля, статистические показатели, информация лиц технадзора и др. Перечисленные формы оценки не отличаются полнотой, носят случайный субъективный характер, что значительно снижает их эффективность.

Опасность – понятие качественное, а поскольку на практике часто требуется количественно оценить уровень опасности одного или выполнить сравнительный анализ состояний нескольких объектов, то возникает необходимость количественной оценки каждого вида опасности.

Многообразие видов опасных производственных факторов, невозможность непосредственного измерения и несопоставимость ряда из них не только делают неэффективным использование единичных показателей опасности, но и затрудняют математическую формализацию процесса их обобщения в комплексный. Так как не представляется возможным построить функциональную зависимость обобщенного показателя от исходных данных или использовать средневзвешенные величины, объединение единичных свойств в один комплексный показатель целесообразно производить с помощью балльной оценки, которая позволяет оперировать любым количеством определяющих факторов. Комплексный показатель уровня опасности на объекте должен отвечать следующим минимальным требованиям:

- Иметь вероятностный характер;
- Быть универсальным (давать сопоставимые результаты для определения различных условий).
- Давать возможность использования его в АСУ БТ;
- Быть точным, динамичным и надежным;
- Данные для его расчета должны быть доступными, достоверными и информативными.

Показателя, полностью отвечающего предлагаемым требованиям, в угольной промышленности не существует. Есть комплекс предельно допустимых значений большой группы параметров, сформулированных в правилах безопасности, правилах тех-нической эксплуа-

тации и других регламентирующих документах, а показателя, характеризующего насколько фактическое состояние объекта отличается от предельно допустимого, нет.

При разработке методики количественной оценки производственной опасности, необходимо учесть следующие положения [3]:

- даже при полном соблюдении работающими требований нормативно-технической документации риск появления возможных последствий реально существует;
- если на контролируемом объекте опасных событий вообще нет, риск появления возможных последствий объективно имеет место;
- риском можно управлять, т.е. риск появления возможных последствий может быть снижен до приемлемой величины;
- так как добиться снижения общего риска до нуля невозможно, необходимо действовать в направлении снижения риска, обусловленного состоянием объекта контроля.

Разработку методики целесообразно вести с помощью фактора риска. На базе которого необходимо проводить тщательный анализ опасности на каждом объекте шахты. По известным определениям риск – это количественная оценка (мера) опасности, равная отношению числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период [1, 2]. Но это определение по существу совпадает с известной характеристикой уровня опасности – частотой ее реализации, что не полностью отражает истинное положение вещей, т.к. оно не учитывает фактор возможных последствий, т.е. оперируя частотой или вероятностью реализации опасностей, упускается из виду их степень тяжести (наносимый ущерб) [2], для большей объективности оба этих фактора должны быть учтены при определении риска. С этих позиций риск есть функция, зависящая от вероятности реализации опасности и обусловленного ею ущерба:

$$R = PY \qquad (1)$$

где P – вероятность появления опасных событий; Y – ущерб, обусловленный реализацией опасных событий.

В такой интерпретации риск, может считаться комплексным показателем, т.к. позволяет охарактеризовать производственную опасность как по количественным, так и качественным признакам.

Такой подход определения риска позволяет дать оценку масштаба явления, т.е. охарактеризовать совокупность свойств признаков, составляющих собственно понятие "опасность", с учетом специфики труда на исследуемых производственных объектах, что имеет большую практическую ценность. Специфика труда на подземных горных предприятиях такова, что даже при полном соблюдении работающими ПМБ риск появления возможных последствий реально существует. Учитывая этот факт, следует, все производственные опасности по природе происхождения под-разделять на фоновые и связанные с состоянием объекта.

Появление фоновых опасностей зависит только от факторов, практически не поддающихся управлению. К числу таких факторов следует отнести конструктивные недостатки и брак технических устройств, малоизученные процессы сдвижения горных пород, неудовлетворительные проектные решения и непредсказуемые действия человека, участвующего в производственном процессе, его профессионализм и желание действовать в соответствии с конкретными обстоятельствами, в рамках требований

безопасности труда. Фоновая опасность, объективно отражает уровень производственной опасности и имеет тенденции к снижению. Фоновую опасность можно только констатировать, но не влиять на нее оперативно, т.к. генезис таких опасностей малоизучен.

Таким образом, фоновая опасность - это ситуация, при которой в производственной системе появились такие опасные производственные факторы (ОПФ), которые могут привести к травме или аварии независимо от соблюдения работающими правил безопасности, следовательно даже полное выполнение всех требований безопасности, инструкций, паспортов и другой НТД не гарантирует абсолютную безопасность. Процесс подземной угледобычи на современном этапе объективно опасен.[4]

Исходя из вышесказанного, риск появления возможных последствий может быть определен из выражения:

$$R = P_F Y_F + P_S Y_S \qquad (2)$$

где P_F - вероятность появления фоновых опасных событий; Y_F - ущерб, обусловленный реализацией фоновых опасных событий; P_s - вероятность появления опасных событий, связанных с состоянием объектов контроля; Y_S - ущерб, обусловленный реализацией опасных событий, связанных с состоянием объектов контроля.

Из формулы (2) следует, что при $P_F = 0$ и $P_s = 0$ будет равен нулю и риск появления возможных последствий. Однако на практике этого не происходит. Еще одной специфической особенностью труда на подземных горных предприятиях является тот факт, что даже при абсолютном отсутствии на объекте травм и аварий риск появления ущерба имеет место [1].

Отдельные элементы контролируемого объекта могут находиться в одном из трех состояний: практически безопасном, угрожаемом (фаза перехода опасных производственных факторов в травмирующие) и опасном [2]. Возникновение каждого из них есть во многом случайный процесс. Теоретическая вероятность наступления любого из перечисленных состояний может принимать значения от единицы до нуля, но поскольку исследуемая производственная система представляет собой сложную многофакторную систему, на практике абсолютного отсутствия какого-либо из названных состояний быть не может.

Исходя из этих соображений целесообразно в выражение (2) ввести ещё один элемент – интенсивность появления ОПФ на объектах контроля – λ, который характеризует потенциальную опасность объекта.

Тогда риск появления возможных последствий может быть определен из выражения:

$$R = P_F \lambda_F Y_F + P_S \lambda_S Y_S \qquad (3)$$

где λ_F - интенсивность появления фоновых ОПФ на объектах контроля; λ_S - интенсивность появления ОПФ , связанных с состоянием объекта контроля.

Численное значение интенсивности λ равно отношению числа проявлений ОПФ к определенному периоду времени:

$$\lambda = N_{ОПФ} / \tau \qquad (4)$$

где $N_{ОПФ}$ - число реализации ОПФ на объекте контроля за время τ.

Основная сложность использования этого критерия состоит в отсутствии достоверной информации для его расчета.

Для повышения обоснованности принятия рациональных решений в ситуации неопределенности и риска целесообразно использовать не только имеющиеся статистические данные, но и коллективный и индивидуальный опыт, т.е. методы экспертных оценок. Такой подход необходим при разработке шкал

оценок всех влияющих факторов и классификации уров-ня риска. В связи с этим, проведение экспертной оценки осуществляется в соответствии с известной методикой [5] с учетом существующих требований.

Для экспертной оценки возможно использование метод Дельфы, который представляет собой ряд процедур, направленных на формирование группового мнения по определенной проблеме (в данном случае проблеме повышения безопасности труда). Состав экспертов формируется из высококвалифицированных специалистов-практиков: руководителей шахт, главных технологов, начальников участков и др., а также специалистов по безопасности труда из горных вузов. Математическая обработка полученных результатов опроса экспертов осуществляется с применением метода предпочтения.

Каждый эксперт должен проранжировать показатели так, чтобы на первое место поставить наименее важный, на второе – следующий за ним и т. д. Весовой коэффициент *l*-го показателя рассчитывается по формуле:

$$A_l = \sum_{i=1}^{r} a_{li} / \sum_{l=1}^{M} \sum_{j=1}^{r} a_{lj} \qquad (5)$$

где r - количество экспертов; M - количество показателей; a_{li} - место, на которое поставлена весомость l-го фактора у i-го эксперта.

Применение методики количественной оценки уровня производственной опасности объектов подземных горных предприятий, позволяет перейти от качественных характеристик к численным показателям характеристик безопасности ведения горных работ. Балльная оценка фактора риска объектов контроля угольных шахт даёт возможность повысить безопасность ведения горных работ, за счёт принятия своевременных и обоснованных управленческих решений, направленных на предотвращение и ликвидацию последствий аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Русак О.Н., Барабаш В.И., Севриков В.В., Топоров И.К.* //Безопас ность жезнедеятельности. Санкт-Петербург, 1992.
2. *Русак О.Н. и др.* Безопасность жизнедеятельности. Санкт-Петербург , 1996.
3. *Забабурин В.М.* Научно-методические основы управления безопасностью труда на шахте.//Научн.-техн. проблемы строительства и охраны выработок. Сборник научных трудов ШИНГТУ. Новочеркасск, 1996.
4. *Забабурин В.М.* Анализ производственного травматизма в очистных забоях на пологих весьма тонких пластах угля // Проблемы совершенствования безопасности горных работ на угольных шахтах: Тез. докл. респ. конф. молодых ученых.Донецк , 1991 г., с. 58-59.
5. *Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г.* Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1980 г., с. 263.

Коротко об авторах

Федунец Нина Ивановна – академик РАЕН, профессор, доктор технических наук, заведующая кафедрой,
Ахтямов М.Р. – аспирант,

кафедра «Автоматизированные системы управления» (АСУ) Московский государственный горный университет.