

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ШАХТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Приведена ситуационная модель несчастного случая, согласно которой условиями возникновения такого события являются наличие определенной комбинации нарушений требований охраны труда и фактора случайности отрицательной направленности. С помощью этой модели разработаны теоретические основы ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем.

Ключевые слова: несчастный случай, ситуационная модель, нарушения, охрана труда, управление безопасностью.

Одной из целей функционирующей на угольных шахтах Системы управления производством и охраной труда (СУПОТ) [1] является предотвращение производственного травматизма. Эффективность такой работы во многом зависит от уровня знаний о явлении травматизма и от того, как эти знания используются на практике. Проведенный анализ выявил перспективное направление дальнейшего совершенствования СУПОТ – исследование законов (закономерностей) возникновения несчастных случаев и разработка на их основе эффективных методов, способов и средств управления безопасностью [2]. Предположение о существовании таких законов (закономерностей), общих для случаев травматизма по разным опасным производственным факторам, основано на том, что каждый несчастный случай, независимо от травмирующего фактора, является частным проявлением одного и того же явления – явления травматизма.

Одними из первых вопросов, возникающих в практической деятельности и при проведении теоретических исследований в области профилактики несчастных случаев, являются следующие: почему работа с нарушениями требований охраны труда не всегда заканчивается травмой? Почему в одних случаях при работе с нарушениями произошел несчастный случай, а в других (которых на практике гораздо больше) – нет? Ответ на них позволит повысить эффективность функционирования СУПОТ в части предупреждения производственного травматизма. С этой целью в научно-исследовательском отделе охраны труда на шахтах МакНИИ были проведены исследования и получены следующие результаты.

Каждый случай производственного травматизма на угольных шахтах происходит в пределах определенной шахтной производственной системы, под которой в зависимости от зоны действия опасного производственного фактора понимается рабочее место, горная выработка, участок (сеть горных выработок), объект шахтной поверхности, шахта. Как показывает практика, к травмированию работника приводят нарушения требований охраны труда, которые выступают в роли причин несчастного случая. В то же время, работа с нарушениями вышеуказанных требований далеко не всегда заканчивается травмой. Это свидетельствует о существовании условия достаточности нарушений требований охраны труда (причин) для возникновения несчастного

случая. Условие достаточности нарушений требований охраны труда (причин) для возникновения несчастного случая формулируется следующим образом: к несчастному случаю приводит не любая произвольная, а только определенная комбинация нарушений требований охраны труда (причин) или одно определенное нарушение (причина). Такая комбинация представляет собой элементарную конъюнкцию (логическое произведение) причин и названа ситуацией травмирования человека. В общем виде эта ситуация (обозначим через K) описывается выражением

$$K = x_1 \dot{\cup} x_2 \dot{\cup} \dots \dot{\cup} x_r = \dot{\cup}_{i=1}^r x_i,$$

где x_1, x_2, \dots, x_r – нарушения требований охраны труда, приведшие к несчастному случаю (причины несчастного случая);

r – количество причин в ситуации травмирования человека (ранг конъюнкции);

i – порядковый номер нарушения требований охраны труда (причины) в ситуации;

$\dot{\cup}$ – знак логического умножения (конъюнкции).

Наряду с нарушениями требований охраны труда (причинами), во всех случаях производственного травматизма присутствует фактор случайности. На основе данных работы [3] и имеющихся знаний о производственном травматизме можно утверждать о существовании свойства направленности фактора случайности: отрицательная направленность (обозначим буквой «С» и знаком «минус» – C^-), когда фактор случайности способствует возникновению несчастного случая, и положительная направленность (обозначим той же буквой со знаком «плюс» – C^+), когда вследствие проявления фактора случайности работнику удастся избежать травмы даже при наличии ситуации травмирования.

На основании вышеизложенного построена модель несчастного случая, которая по основной ее составляющей (ситуации травмирования человека) названа «ситуационной моделью несчастного случая»

$$(K \dot{\cup} C^-) \textcircled{R} A, \quad (1)$$

где \rightarrow – знак импликации («если..., то»);

A – несчастный случай.

Модель (1) описывается следующим логическим высказыванием: «если в производственной системе возникают ситуация травмирования человека и фактор случайности отрицательной направленности, то происходит несчастный случай».

Практика показывает, что частота проявления C^+ намного больше C^- , но направленность фактора случайности обнаруживается только по факту случившегося и заранее прогнозировать ее (а, следовательно, и управлять ею)

невозможно. Поэтому для решения практических задач профилактики травматизма, из модели (1) следует исключить фактор случайности и использовать неполную ситуационную модель несчастного случая, которая примет вид

К ® А. (2)

Анализ случаев производственного травматизма на угольных шахтах по разным опасным производственным факторам (кроме случаев естественного ухудшения состояния здоровья и криминальных происшествий) с помощью неполной ситуационной модели (2) позволил установить следующие закономерности возникновения несчастных случаев:

- 1) к каждой травме приводит не любая произвольная, а только определенная комбинация нарушений требований охраны труда (причин) или одно определенное нарушение (причина) – ситуация травмирования человека;
- 2) исключение хотя бы одной причины из этой ситуации делает невозможным травмирование человека;
- 3) число причин несчастных случаев в разных ситуациях травмирования человека может быть различно, от одной и более;
- 4) одна комбинация причин в разных случаях травмирования может повторяться.

Приведенные выше результаты исследований позволили сформулировать теоретические основы ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем, которые заключаются в следующих положениях.

«Профилактика нарушений требований охраны труда» и «профилактика несчастных случаев» не являются тождественными высказываниями. Профилактика травматизма не требует предотвращения абсолютно всех нарушений требований охраны труда, а сводится к тому, чтобы не допустить появления хотя бы одной причины в ситуации травмирования человека. Как показывает практика, в пределах одной шахтной производственной системы травматизм происходит по разным опасным производственным факторам вследствие множества ситуаций. Это множество для разных систем включает большее или меньшее количество ситуаций травмирования, но это всегда конечное множество. При этом обнаруживается повторение одних и тех же причин в разных ситуациях. Устранив одну такую причину можно предотвратить травматизм сразу по нескольким ситуациям травмирования. Поэтому для того, чтобы предупредить травматизм в шахтной производственной системе достаточно предотвратить не все, а только ограниченное число причин, которое в большинстве случаев меньше количества ситуаций травмирования в данной производственной системе.

Множество ситуаций травмирования в шахтной производственной системе условно назовем «функцией опасности системы». Анализ актов расследования (материалов специального расследования) несчастных случаев, происшедших по разным опасным производственным факторам в определенной шахтной производственной системе, позволяет установить

достаточно полный перечень ситуаций травмирования человека и составить на их основе функцию опасности этой системы $y(x_i)$ в виде логической матрицы.

Рассмотрим пример. Допустим, функция опасности системы характеризуется пятью ситуациями травмирования человека, в состав которых входят 14 нарушений требований охраны труда (причин несчастных случаев), и описывается матрицей

$$y(x_1, x_2, \dots, x_{14}) = \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \end{matrix} = \begin{matrix} | & x_1 x_2 x_3 & | \\ | & x_1 x_4 x_5 x_6 & | \\ | & x_7 x_8 x_9 & | \\ | & x_8 x_{10} x_{11} x_{12} & | \\ | & x_{13} x_{14} & | \end{matrix} \quad (3)$$

В любой произвольный момент времени в шахтной производственной системе, кроме ситуаций травмирования, могут иметь место другие ситуации. Например, если ситуация травмирования содержит 4 нарушения требований охраны труда (причины), то в любой момент времени в системе могут наблюдаться: ситуация без этих нарушений, ситуации с одним, двумя и тремя нарушениями, а также ситуация травмирования человека. Перечисленные ситуации имеют разную вероятность возникновения, при этом ситуация травмирования является наименее вероятной.

Общее количество ситуаций (без нарушений и с нарушениями требований охраны труда, в том числе ситуации травмирования человека) в шахтной производственной системе, порождаемых 14-тью причинами в пяти ситуациях травмирования из функции (3), определим из выражения [4]

$$\sum_{z=0}^r C_r^z = 2^r$$

где C_r^z – количество сочетаний из r элементов по z ;

z – количество нарушений требований охраны труда (причин) в ситуациях, $z = 0, 1, 2, \dots, r$.

$$\sum_{z=0}^{14} C_{14}^z = 2^{14} = 16384 .$$

Сделаем допущение, согласно которому в одной шахтной производственной системе невозможно одновременное возникновение двух и более ситуаций травмирования. Исключим из полученного значения ситуации, противоречащие этому допущению, и характеризующиеся одновременным наличием двух, трех, четырех и пяти ситуаций травмирования. Для определения их количества воспользуемся уравнением [4]

$$C_r^z = \frac{r!}{z!(r-z)!}.$$

Получаем следующие результаты:

$$C_5^2 = \frac{5!}{2!(5-2)!} = \frac{120}{2 \times 6} = 10;$$

$$C_5^3 = \frac{5!}{3!(5-3)!} = \frac{120}{6 \times 2} = 10;$$

$$C_5^4 = \frac{5!}{4!(5-4)!} = \frac{120}{24 \times 1} = 5;$$

$$C_5^5 = 1.$$

Общее количество ситуаций, противоречащих сделанному допущению

$$C_5^2 + C_5^3 + C_5^4 + C_5^5 = 10 + 10 + 5 + 1 = 26.$$

Общее количество возможных ситуаций в данной системе с учетом принятого допущения: $16384 - 26 = 16358$. Для предотвращения травматизма достаточно не допустить появления только пяти из них, что составляет 0,03 % от общего количества возможных ситуаций. Из функции опасности системы (3) следует, что для предупреждения пяти ситуаций травмирования необходимо не допустить появления не всех 14-ти причин, а только трех из них: x_7 , x_8 и одной из причин x_{13} или x_{14} .

Приведенные теоретические положения позволили сформулировать закон ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем: управляющие воздействия субъекта управления должны формироваться таким образом, чтобы в любой произвольно выбранный момент времени в шахтной производственной системе (объекте управления) отсутствовали все известные ситуации травмирования человека. Для этого достаточно не допустить минимум по одному нарушению требований охраны труда (причине) в каждой из названных ситуаций.

Анализируя функции опасности разных систем можно обнаружить, что влияние причин на возникновение несчастных случаев неодинаково. Это позволяет выполнить количественную оценку причин и составить их ранжированный ряд в порядке важности профилактики. Методика количественной оценки влияния причин на возникновение несчастных случаев, использующая ситуационный подход, изложена в работе [5].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку метода ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем, реализующего изложенные в данной работе общие теоретические положения.

Выводы

1. Приведена ситуационная модель несчастного случая, которая описывается следующим логическим высказыванием: «если в производственной системе возникают ситуация травмирования человека и фактор случайности отрицательной направленности, то происходит несчастный случай».

2. С помощью вышеназванной модели разработаны теоретические основы ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем и сформулирован закон ситуационного управления, согласно которому управляющие воздействия субъекта управления должны формироваться таким образом, чтобы в любой произвольно выбранный момент времени в шахтной производственной системе (объекте управления) отсутствовали все известные ситуации травмирования человека. Для этого достаточно не допустить минимум по одному нарушению требований охраны труда (причине) в каждой из названных ситуаций.

Список литературы:

1 Система управления производством и охраной труда в угольной промышленности Украины (типовое руководство): СОУ – П 10.1.00174088.018: 2009. – Офиц. изд. – Макеевка: МакНИИ, 2010. – 317с. – (Нормативный документ Минуглепрома Украины).

2 Деревянский В. Ю. Классификация законов и закономерностей травматизма / В. Ю. Деревянский, В. А. Сергеев // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: Сб. научн. тр. / МакНИИ.– Макеевка, 2012.– Вып.2 (30).–С.175–185.

3 Бом Д. Причинность и случайность в современной физике / Д. Бом; пер. с англ. С.Ф. Шушурина. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – 248 с.

4 Лавренчук В. П. Математика для економістів: теорія та застосування / В. П. Лавренчук, Т. І. Готинчан, В. С. Дронь, О. С. Кондур. – К.: Кондор, 2007. – 596 с.

5 Деревянский В. Ю. К методике анализа причин производственного травматизма / В. Ю. Деревянский, В. А. Будишевский // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. научн. тр. / МакНИИ. – Макеевка-Донбасс, 1998. – С. 184-190.