

УДК 331.4

О. П. Сидельникова

РОЛЬ АНАЛИЗА РИСКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Международная организация труда в конвенции № 187 (2006 г.) указывает, что безопасность и гигиена труда — мощный фактор, оказывающий воздействие на производительность труда и процессы экономического и социального развития. Оценка и анализ профессиональных рисков являются приоритетными мерами, содействующими безопасности и гигиене труда.

К л ю ч е в ы е с л о в а: профессиональные риски, техногенные опасности, безопасность и охрана труда, производственный травматизм, профессиональные заболевания, объективность и превентивность оценки рисков.

In Convention № 187 (2006), the International Labour Organization states that safety and hygiene of labour are a powerful factor influencing labour productivity and the processes of economic and social development. The evaluation and analysis of occupational risks are top-priority measures contributing to safety and hygiene of labour.

К е y w o r d s: occupational risks, anthropogenic hazards, safety and protection of labour, job-related injuries, occupational diseases, objectivity and preventiveness of risk evaluation.

Реформирование существующей системы управления охраной труда в целях установления экономических принципов управления, основанных на внедрении системы управления профессиональными рисками, предполагается осуществить в ходе реализации программы «Снижение смертности, травматизма и профессиональных заболеваний в Российской Федерации».

Научно-технический прогресс привносит в мир новые опасности в связи с расширением спектра негативных факторов в традиционных отраслях промышленности, ростом энергонасыщенности производств, давлений и температур в промышленных и транспортных коммуникациях, освоением новых сырьевых баз или способов производства. При этом увеличение масштабов последствий сопровождается уменьшением вероятности отдельно взятых негативных событий [1]. Характерная для технического прогресса смена техники, систем управления, интенсификация технологических процессов объективно усложняет взаимодействие в системах человек — машина — окружающая среда, и это становится одной из основных причин аварий, несмотря на то, что надежность технических систем несомненно повышается. В Концепции национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом РФ 17 декабря 1997 г., в качестве угроз национальной безопасности отмечен рост вероятности техногенных катастроф, а одним из основных направлений обеспечения национальной безопасности назван переход к экономическому росту при снижении уровня техногенных катастроф. И в настоящее время при обсуждении основных факторов, негативно влияющих на состояние промышленной безопасности, выделяется физический износ производственных сооружений и оборудования [2].

В соответствии с принципами безопасности методология обеспечения безопасного использования технических систем, производственных объектов должна строиться на основе системного подхода, заключающегося в комплексном рассмотрении потенциального источника техногенной опасности (характеристик, свойств) и факторов защиты (защитных ресурсов, мер) [3].

Вкладом в реализацию Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и определенным шагом на пути решения проблемы оценки риска следует считать разработку «Методических указаний по проведению анализа риска опасных промышленных объектов» (РД 08-120—96), утвержденных Ростехнадзором России 12.07.96. Риск или степень риска рассматриваются как сочетание частоты (вероятности) и последствий конкретного опасного события. Математическое выражение риска P — это соотношение числа неблагоприятных проявлений опасности n к их возможному числу N за определенный период времени:

$$P = n / N. \quad (1)$$

Помимо этого, используется понятие «степень риска» R , т. е. вероятность наступления нежелательного события с учетом размера возможного ущерба от события. Степень риска можно представить как математическое ожидание величины ущерба от нежелательного события:

$$R(m) = \sum_{i=1}^n p_i m_i, \quad (2)$$

где p_i — вероятность наступления события, связанного с ущербом; m_i — случайная величина ущерба, причиненного экономике, здоровью и т. п.

Для прогнозирования и оценки риска применяются различные методы сетей, графов, дерева причинно-следственной связи и т. п. В методических указаниях Госгортехнадзора РФ приведены характеристики качественных и количественных методов, наиболее используемых при анализе риска. В указаниях отмечена сложность реализации количественных методов и невысокая точность результатов. Однако необходимость иметь количественные показатели риска при прогнозировании работы объектов, оценки воздействия опасных факторов, определении приоритета защитных мероприятий требует дальнейшей разработки количественных методов оценки риска.

Относительно просто и наглядно прогнозирование индивидуального и социального риска может быть представлено с помощью математической вероятностной модели с использованием ЭВМ. Рабочее пространство — площадка рабочего помещения предприятия — предполагается прямоугольной формы с размерами: длина (вдоль оси X) и ширина (вдоль оси Y). За начало координат принят угол площадки, отображаемый на экране ЭВМ слева внизу. Все параметры имеют единую размерность, м. Производственный агрегат (источник опасности) принимается в виде точки — центр агрегата с координатами (X, Y) .

Вероятность аварии рассчитывается так же, как для сложного объекта, в работе которого N_c этапов с задействованием N_{ci} систем на i -м этапе. Причем каждой j -й системе соответствует вероятность ее отказа $P(G_{ij})$. Каждая система может иметь отказы при работе в разных комбинациях, как это представлено на рис.

Для каждой такой комбинации определяется вероятность возникновения аварии. Этапы работы агрегата принимаются независимыми друг от друга. Опасная зона, характеризующая воздействие опасных факторов на человека, имеет центр в точке нахождения агрегата (X_A, Y_A) и считается экспоненциально распределенной с параметром λ .

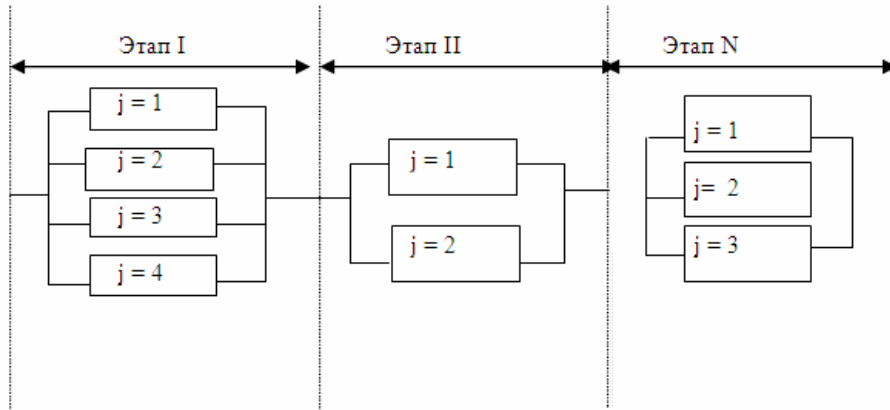


Схема работы сложного агрегата

Такое распределение достаточно хорошо описывает картину аварийной ситуации, так как именно по такому закону затухает скорость разлетающихся обломков, происходит диффузия токсичных паров и газов и т. д. Формула для определения вероятности воздействия опасных факторов

$$R_A(x, y) = P(A)R(x, y) = P(A)\lambda e^{-\lambda r}, \quad (3)$$

где $P(A_{ik})$ — вероятность аварии агрегата при k -й комбинации работы систем на i -м этапе; $R(x, y)$ — вероятность воздействия поражающего фактора в точках (x, y) при аварии.

$$r = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2}. \quad (4)$$

Персонал объекта имеет численность N_w , у каждого сотрудника есть рабочее место с координатами (X_k, Y_k) . Поле распределения персонала в рабочем помещении около источника опасности задается нормальным распределением с параметром σ_k . Это подтверждается многолетними исследованиями. Вероятность нахождения k -го сотрудника в точках (x, y)

$$P_{WK}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_k^2} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{(x-X_k)^2}{\sigma_k^2} + \frac{(y-Y_k)^2}{\sigma_k^2} \right]}. \quad (5)$$

В соответствии с этим индивидуальный риск рассчитывается по формуле

$$R_k = \sum_{x_i} \sum_{y_i} P_{WK}(x_i, y_i) R_A(x_i, y_i), \quad (6)$$

где x_i, y_i определяются экраным растром как сетка с шагом h :

$$h = \frac{\max(L, H)}{100}, \quad (7)$$

где L — длина; H — ширина рабочей площади.

Социальный риск, т. е. вероятность гибели n человек, задается зависимостью

$$R_n = \sum_{k=1}^{N_W} \left[\sum_{x_i} \sum_{y_i} P_{WK}(x_i, y_i) R_A(x_i, y_i) \right]. \quad (8)$$

Для расчета индивидуального и социального риска на промышленном предприятии на основе представленной математической модели необходимы исходные данные для расчета. Эти данные принимаются с учетом специфики рассматриваемого производственного объекта и включают:

- размеры рабочей площади (длина, ширина);
- координаты: агрегата (источника опасности) X и Y ; рабочего места каждого сотрудника (X_k, Y_k) ;
- количество: сотрудников N_W ; этапов в работе агрегата N_C ; систем N_{si} , работающих на i -м этапе; временных отсутствий сотрудников на рабочем месте σ_k ;
- вероятность: отказа агрегата $P(A_{ik})$ при k -й комбинации отказов на i -м этапе;
- параметр распределения опасной зоны λ .

На основе заданных параметров и принятых математических зависимостей рассчитывают: вероятность аварии на техническом объекте, распределение персонала и опасной зоны по объекту, а также индивидуальный и социальный риски.

Направлением развития рассматриваемого вероятностного метода следует считать исследование изменений параметра опасной зоны λ , характеризующего воздействие опасных факторов (ударная волна, диффузия токсичных веществ, разлет осколков при взрыве и т. п.), а также уточнение параметра экспоненциального распределения по фактическим данным о параметре опасной зоны.

Предлагаемый метод анализа риска позволяет прогнозировать распределение: опасных зон при аварии; работников на объекте при аварии (вероятностное); индивидуального и социального рисков для работников на производственной площади (закономерность).

Анализ риска является ключевым элементом системы управления промышленной безопасностью. Это позволит усовершенствовать указанную систему управления и добиться снижения аварийности и травматизма.

Прогнозирование риска дает возможность информировать работников о состоянии безопасности объекта, планировать мероприятия по охране труда, повышать эффективность разрабатываемых мер защиты персонала при аварии, а также предотвращать негативные последствия аварий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мокроусов С. Н. Современные подходы к обеспечению безопасности функционирования производственных объектов нефтегазового комплекса // Безопасность труда в промышленности. 2006. № 3. С. 48—51.
2. Мартынюк В. Ф. Роль анализа риска в обеспечении промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 4. С. 66—67.
3. Сидельникова О. П., Чернышова Е. А., Руденко К. В. Определение риска технической системы // Проблемы охраны производственной и окружающей среды : сб. материалов и науч. тр. инженеров-экологов / сост. В. Н. Азаров ; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград : ВолгГАСУ, 2009. С. 12.

1. *Mokrousov S. N.* Sovremennye podhody k obespecheniyu bezopasnosti funktsionirovaniya proizvodstvennykh obektov neftegazovogo kompleksa // Bezopasnost truda v promyshlennosti. 2006. № 3. S. 48—51.
2. *Martynyuk V. F.* Rol analiza riska v obespechenii promyshlennoi bezopasnosti // Bezopasnost truda v promyshlennosti. 2007. № 4. S. 66—67.
3. *Sidelnikova O. P., Chernyshova Ye. A., Rudenko K. V.* Opredelenie riska tekhnicheskoi sistemy // Problemy okhrany proizvodstvennoi i okruzhayushchey sredy : sb. materialov i nauch. tr. inzhenerov-ekologov / sost. V. N. Azarov ; Volgogr. gos. arkh.-stroit. un-t. Volgograd : VolgGASU, 2009. S. 126—131.

© Сидельникова О. П., 2012

Поступила в редакцию
в марте 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Сидельникова О. П. Роль анализа риска в обеспечении безопасности труда // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).