

стратегии принятия решений в зависимости от типа решаемой задачи.

- 1.Петров Э.Г., Пискалова В.П., Бескоровайный В.В. Территориально распределенные системы обслуживания. – К.: Техніка,1992. – 208 с.
- 2.Белов Л., Сергеев В. Корпоративная логистика. – М.: Инфра-М, 2004. – 976 с.
- 3.Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.
- 4.Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: Уч. пособие для вузов. – М.: Экономика, 2001. – 574 с.

Получено 24.02.2004

УДК 629.12

Б.М.КОРЖИК, канд. техн. наук, В.И.ШЕВЧЕНКО, Л.А.ПЕРЕТЯТЬКО
Харьковская национальная академия городского хозяйства

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКА

На основе Руководства по формальной оценке безопасности Международной организации ИМО выполнен анализ риска аварии (падения) башенного крана на стройплощадке с использованием методики FSA.

Высокий уровень травматизма и особенно аварий, сопровождающихся смертельными травмами в Украине, остро ставит проблему совершенствования методов их профилактики.

В последние годы в мировой практике безопасность производства оценивается на основе риска нежелательных событий. Международные организации ИСО, ИМО и др. разработали теоретические основы и методики оценки риска и принятия на их основе технических решений по предупреждению аварий и травматизма на производстве [1, 2].

Строительство относится к высоким классам риска, что обусловлено как спецификой выполнения работ (отсутствие постоянных рабочих мест и повышенная опасность процессов производства), так и организационными факторами. Это требует совершенствования профилактической работы по повышению безопасности строительного производства на основе существующих методов оценки риска.

В данной работе ставится задача использовать методику FSA для анализа потенциальных опасностей аварии (падения) крана, трансформировав ее для условий строительства.

Безопасность человека и защита окружающей среды – две взаимосвязанные проблемы безопасности жизнедеятельности. Международная организация стандартизации (ИСО) трактует безопасность как отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба [1].

Международная морская организация (ИМО) на основе анализа и

обобщения результатов исследований в области техногенной безопасности разработала Руководство по формальной оценке безопасности – Formal Safety Assessment (FSA) [2]. FSA – структурированная и систематизированная методология, направленная на повышение безопасности, включая защиту жизни и здоровья человека, окружающей среды и собственности на основе оценки риска с учетом требуемых затрат и получаемых выгод.

Чаще всего риск определяют как частоту реализации нежелательного события – количественную оценку опасности [3].

FSA рассматривает термин "риск" как произведение частоты на ущерб от аварии, то есть величина риска может быть рассчитана исходя из следующего выражения:

$$R = \lambda \cdot Y, \quad (1)$$

где R – расчетная величина риска, 1/год или грн./год.; λ – частота аварий рассматриваемого типа, 1/год; Y – ущерб от аварии, без размерности или в грн.

Размерность 1/год применяется в том случае, если оценивается риск гибели человека (индивидуальный риск), а размерность грн./год – при оценке риска потери материальных ценностей или экологического риска.

В соответствии с FSA [2] шкала риска имеет три области. В первую входит пренебрежимо малый риск, во вторую – риск столь большой, что он считается чрезмерным или неприемлемым. Между этими двумя областями располагается область приемлемого риска, т.е. такого риска, который не настолько мал, чтобы с ним не считаться, но и не так велик, чтобы считать его чрезмерным.

В общем случае приемлемым является уровень риска техногенной деятельности, который общество готово принять ради получаемых экономических и социальных выгод.

В соответствии с критериями, принятыми в мировой практике [2], недопустимым считается индивидуальный риск, превышающий $1 \cdot 10^{-4}$ 1/грн., т.е. когда в течение года от данного типа нежелательных событий гибнет 1 человек из 10000.

Приемлемым (допустимым) считается индивидуальный риск, если его уровень лежит в диапазоне $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ 1/год. Эта область риска требует принятия специальных мер по управлению им.

Значение риска $1 \cdot 10^{-6}$ 1/год в экономически развитых странах принимается за границу допустимого уровня риска. Область риска меньше этого значения предполагает, что меры безопасности, принятые в данной сфере техногенной деятельности, находятся на уровне, не

требующем специального вмешательства для их дальнейшего усовершенствования.

При оценке степени риска следует учитывать суммарный ущерб, вызванный как гибелью людей, так и материальными потерями и ущербом окружающей среде. С этой целью необходимо рассматривать соответствие материального ущерба в денежном выражении ущербу от гибели человека.

Методика FSA основана на концепции приемлемого риска и имеет целью выявление опасностей до того, как они приведут к аварии. При этом учитываются технические, человеческие и организационные факторы, а также стоимость работ, связанных с повышением безопасности.

Выполним оценку риска аварии (падения) башенного крана на стройплощадке с использованием методики FSA. Реализация методики предусматривает ряд этапов.

На первом этапе осуществляется оценка степени риска аварии и идентификация опасности ее возникновения.

Для оценки величины риска используем предложенный FSA метод определения индексов частоты и ущерба для аварий с применением логарифмической шкалы, трансформировав его для условий нашей задачи.

Согласно методике FSA: *риск = частота* × *ущерб* или:

$$\lg R = \lg \lambda + \lg Y, \quad (2)$$

тогда

$$R = 10^{[\lg \lambda + \lg Y]} = 10^{\lg \lambda} \cdot 10^{\lg Y}. \quad (3)$$

Вводя обозначения $\lg \lambda = (FI - 6)$ и $\lg Y = (SI - 3)$, получаем выражение для оценки величины риска

$$R = 10^{(FI-6)} \cdot 10^{(SI-3)} = 10^{(RI-9)}, \quad (4)$$

где FI – индекс частоты аварии (Frequency Index); число 6, вычитаемое из индекса частоты, соответствует значению частоты 1,0 1/год (табл.1); SI – индекс ущерба от аварии (Severity Index); число 3, вычитаемое из индекса ущерба, соответствует относительному ущербу 1,0 (табл.2); RI – индекс риска аварии (Risk Index), значения которого приведены в табл.3.

Как видно, величина (-9) в степенном выражении ($RI-9$) формулы (4), соответствующая частоте аварий 1 в год, с относительным ущербом 1,0 принята за базовую при определении риска R . Величина риска при других сочетаниях FI и SI определяется на основе статистических

данных или экспертным методом с помощью табл.1-3. В табл.3 индексы риска аварии (*RI*) находятся суммированием значений индексов ущерба (*SY*) и частоты аварий (*FS*). Определив при помощи таблиц индекс риска по формуле (4), можно установить ориентировочное числовое значение риска аварии, сравнить его с допустимыми значениями и сделать вывод об уровне рассматриваемой опасности.

Таблица 1 – Индексы частоты аварии

<i>FI</i>	Частота аварии	Способ определения	λ (на один кран в год)
1	Чрезвычайно редко	1 раз за 10 лет на одном из 10000 кранов	10^{-5}
2		1 раз в год на одном из 10000 кранов	10^{-4}
3	Редко	1 раз в год на одном из 1000 кранов	10^{-3}
4		1 раз в год на одном из 100 кранов	10^{-2}
5	Умеренно	1 раз в год на одном из 10 кранов	10^{-1}
6		1 раз в год на одном кране	1,0
7	Часто	1 раз в месяц на одном кране	10

Таблица 2 – Индексы ущерба от аварии

<i>SI</i>	Ущерб от аварии	Воздействие на человека	Воздействие на кран	Относительный ущерб
1	Низкий	Отдельные или незначительные травмы	Местное повреждение оборудования	10^{-2}
2	Существенный	Многочисленные или серьезные травмы	Незначительное повреждение крана	10^{-1}
3	Серьезный	Единичная гибель людей или многочисленные травмы	Сильное повреждение крана	1,0
4	Катастрофический	Многочисленная гибель людей	Полное разрушение крана	10

Таблица 3 – Индексы риска аварии *RI*

<i>FI</i>	Частота аварии	Тяжесть (ущерб) аварии (<i>SI</i>)			
		1	2	3	4
		низкая	существенная	серьезная	катастрофическая
1	Чрезвычайно редко	2	3	4	5
2		3	4	5	6
3	Редко	4	5	6	7
4		5	6	7	8
5	Умеренно	6	7	8	9
6		7	8	9	10
7	Часто	8	9	10	11

В нашем случае на основании статистических данных примем, что подобного рода авария (падение крана) может происходить один

раз в год на одном из 1000 кранов, т.е. $FI=3$. Такая авария обычно сопровождается единичной гибелью людей (крановщика) и вызывает серьезные повреждения крана, т.е. относится к серьезным $SI=3$. Тогда на основании полученных данных по табл.3 определяем индекс риска аварии $RI=6$.

Подставляя найденное значение RI в формулу (4), определим величину риска аварии

$$R = 10^{(RI-9)} = 10^{(6-9)} = 10^{-3} \text{ 1/год.}$$

Сравнивая полученную величину риска с его допустимыми границами, делаем вывод о том, что риск аварии крана (падение) является неприемлемым ($10^{-3} \text{ 1/год} > R_{\text{доп}} \leq 10^{-4} \text{ 1/год}$) и требует принятия дополнительных мер по снижению риска.

С этой целью проведем идентификацию опасности аварии с выявлением и оценкой факторов, оказывающих влияние на величину риска. Указанная цель может быть достигнута при помощи построения дерева распределения риска (дерева событий и опасностей).

Цель следующего этапа – выбор мероприятий по снижению риска аварии на основании проведенной идентификации опасности.

Третий этап предусматривает оценку затрат и выгод от реализации мероприятий, предложенных на предыдущем этапе.

На заключительном этапе вырабатываются окончательные рекомендации по управлению безопасной эксплуатацией грузоподъемного крана с использованием существующей нормативной базы по охране труда.

Таким образом, системный анализ риска возникновения возможных технических неисправностей и организационных причин, которые могут привести к аварии (падению) крана, позволяет управлять безопасностью при его эксплуатации.

Данная методика может быть применена при анализе риска любого технологического процесса в строительстве.

1.Безопасность труда, санитария и гигиена. Терминология: Справочное пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 173 с.

2.Formal Safety Assessment Including Environmental Indexing of Ships. MEPS 45/13, 2000.

3. Коржик Б.М. Теоретичні основи безпеки життєдіяльності. – К., 1995. – 107 с.

4.Туркин В.А. Управление безопасной эксплуатацией судов на основе анализа риска // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 8. – С. 21-26.

Получено 02.02.2004