$$\Phi = \Phi_1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Phi_{ij}^H(t) \ln(\Delta t / \Phi_{ij}^H(t)) \quad (7)$$

где $\{\Phi_{ij}^H(t)\}$ энтропийная функция распределения интенсивности функциональных задач между сотрудниками ИСС, а Φ есть энтропийная функция.

$$\Phi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Phi_{ij}^H(t) \ln(e \Delta t / \Phi_{ij}^H(t)), \quad (8)$$

Так как градиент Φ равен нулю в точке $\Phi_{ij}(t) = \Delta t$, $j=1, m$; $i=1, n$, тогда при максимизации (8) получается равномерное распределение уровней интенсивности $\Phi_i^0(t)$.

Задача максимизации энтропийной функции (8) с ограничениями:

$$\sum_{j=1}^m \Phi_{ij}^H(t) = \Phi_i^0(t), \quad i = 1, n,$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^H(t) = x_j^d, \quad j \in Z^d,$$

которые для основных переменных можно представить выражением:

$$\sum_{i=1}^n \hat{O}_{ij}^H(t) = \frac{x_j^d - \sum_{i=1}^n x_{ij}(t - \Delta t)}{s_j(t - \Delta t)}, \quad j \in V^d, \quad (9)$$

можно использовать эффективные алгоритмы решения методом балансировки переменных по ограничениям [3].

В результате рассмотрения иерархических структурных моделей пришли к выводу, что при равновесном распределении напряженности и с заданным критерием планирования можно использовать энтропийные модели и оценивать величину суммарной напряженности.

1. Замятина, О.М. Моделирование систем / О.М. Замятина // Издательство ТПУ. – 2009. – с. 204.
2. Смоленцева Т. Е., Лаврухина Т.В. Анализ эффективности модели управления иерархическими многоуровневыми организационными системами. – XXI международная научно – практическая конференция Современные сложные системы управления т. 1 25-27 октября 2017 с. 153-158
3. Смоленцева Т.Е. Формирование модели управления иерархическими многоуровневыми организационными системами // Сборник научных трудов международной научно – технической конференции. Проблемы и перспективы развития машиностроения, 2016. – с. 235-238.

Цалько Т. В., Колесникова О.А., Есипов Ю.В., Черемисин А.И.
Идентификация, оценка и управление рисками на предприятиях пищевой промышленности

*Донской государственный технический университет
 (Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2018-15

idsp: sciencerussia-10-12-2018-15

Аннотация

В статье показана методика оценки риска, применяющаяся на многих предприятиях пищевой промышленности, основанная на балльной системе определения вероятности воздействия, что не всегда является обоснованным.

Для уточнения предлагается логико-возможностный подход определения показателей безопасности и риска многофакторных и многосвязных систем различной природы.

Ключевые слова: Оценка риска, вероятность возникновения происшествия, моделирование технических систем, логико-возможностный подход.

На предприятиях пищевой промышленности, как и на многих других, при оценке и управлении рисками не достаточно уделяется внимание качественному анализу свойств сложных технических систем. Часто в стандарты предприятия для обоснования и обеспечения безопасных условий труда включаются методики, основанные на рейтингах и балльных оценках, в которых не учитываются нерегламентированные факторы, взаимное влияние потенциально опасных объектов, их физико-химические свойства и связи между ними.

На предприятиях выполнение оценки рисков не является разовым действием. Первоначально оценка рисков должна быть составлена при внедрении системы менеджмента охраны здоровья и профессиональной безопасности.

При идентификации опасностей и оценке рисков менеджеры подразделений осуществляют следующие шаги (ключевые этапы процесса оценки рисков):

1. выделение всех рабочих мест, видов деятельности и их группировка.
2. идентификация опасностей;
3. виды работ, выполняемые операции, шаги операции
4. идентификация контингента лиц, который может подвергнуться опасности;
5. анализ риска повреждений здоровья от действия опасного или вредного фактора и идентификация всех значимых рисков;
6. описание средств контроля
7. эффективность применяемых средств контроля
8. описание действий по снижению риска
9. переоценка риска (рейтинг R) после мероприятий по его снижению;
10. мероприятия по предотвращению увеличения риска и его контролю;
11. доведение значимых рисков до сведения работников.

Производится анализ риска повреждений здоровья от действия опасностей и идентификация всех значимых рисков. При этом риск определяется без учета каких-либо мероприятий, способных снизить данный риск.

Риск определяется следующими факторами:

- * частотой выполняемых операций (A) – частота выполнения действия, при котором возможно воздействие опасного или вредного производственного фактора,
- * тяжестью воздействия (B) – тяжесть возможных травм,
- * численностью подверженных воздействию опасного или вредного производственного фактора (C), одновременно занятых на рабочем месте
- * вероятностью (D) происшествия

Каждой опасности присваивается балл (от 1 до 5 баллов) в зависимости от ее критичности (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Таблица балльности для оценки рисков

Частота выполняемых операций (А)	Тяжесть воздействия (В)	Численность подверженных (С)	Вероятность воздействия (D)	Критичность в баллах
Очень редко (1 раз в год или реже)	Отсутствует нетрудоспособность	1-2 человека	Маловероятно (может произойти при исключительных обстоятельствах)	1
Редко (более 1 раза в квартал)	Легкая степень (продолжительность нетрудоспособности до 21 дня)	3-7 человек	Редко (может произойти иногда)	2
Случайно (более 1 раза в месяц)	Легкая степень (продолжительность нетрудоспособности свыше 21 дня)	8-15 человек	Возможно (происходит время от времени)	3
Часто (более 1 раза в смену)	Тяжелая степень нетрудоспособности или профзаболевание	16-50 человек	Вероятно (возможно почти всегда)	4
Постоянно (более 1 раза в час)	Смерть или инвалидность	50 и более человек	Очень вероятно (ожидается при любых обстоятельствах)	5

Для того чтобы оценить уровень риска (Рейтинг) в баллах, необходимо перемножить все составляющие:

$$R \text{ базовый} = A \times B \times C \times D$$

В зависимости от полученной оценки (рейтинга) рисков, необходимо проводить следующие действия:

Рейтинг (R)	Требуемые действия
51 и выше	Уровень 1. Требуется немедленные действия по управлению риском до тех пор, пока риск не исключен или не будет обеспечен соответствующий контроль.
от 11 до 50	Уровень 2. Предполагаются корректирующие действия для исключения риска или управления им.
до 10	Уровень 3. Регулярное контролирование необходимых мероприятий, установленных процедурами компании

Описание действий по снижению риска

Следующим шагом является описание управляющих действий по снижению риска, описывается что необходимо сделать (намечаются мероприятия, ответственные и сроки)

Если риск (R) от 11 до 50, то предполагаются корректирующие действия для исключения риска или управления им.

Если риск равен или выше 51, то требуются немедленные действия по исключению риска или обеспечения соответствующего контроля.

Таблица 2

Пример методики определения риска

Зона	Операция	Опасность, возникающая при выполнении операции	Базовый риск				
			Частота	Тяжесть	№ людей	Вероятность	Баллы риска
Комната химии	Загрузка химических реагентов	Химический ожог	5	4	1	3	60
		Заболевание органов дыхания	5	4	1	2	40
		Отравление в результате аварийного разлива	5	5	1	2	50

Исходя из таблиц 1 и 2 обоснование вероятности воздействия не очевидно.

Предлагается в качестве дополнения и уточнения меры определенности рассмотреть логико-возможностный способ определения показателей безопасности и риска многофакторных и многосвязных систем различной природы.

Пусть известно, что из окружающей среды на объект и внутри объекта могут действовать опасные и поражающие (вредные) факторы. Под параметрами факторов в данной работе будем понимать процессы (функции от времени), которые в общем случае имеют нечеткие значения (вследствие неточной и (или) неполной информации) и задаются в виде следующих множеств:

$V = (v_{mtl})$ – множество нечетких параметров воздействий,

где v – зависящее от времени нечеткое значение параметра m вида, $m \in M$, характеризуемого функцией принадлежности $\mu_v(\lambda)$, и описывающего фактор t вида, $t \in T$, действующего от источника $l \in L$, причем $l = 0$ означает внешний источник (окружающую среду), а остальными источниками являются потенциально опасные элементы объекта.

Внешние факторы выделим во множество V^e , вторичные факторы – во множество V^i , тогда $V = V^e \cup V^i$.

Пусть известны защитные функции конструкции и средств безопасности объекта, которые в общем случае есть функции от времени и описаны нечетко из-за наличия погрешностей в их определении. Множество нечетких функций ослабления при передаче различных видов воздействий от источников непосредственно на входы (на конструкцию) каждого ПОЭ задается в виде

$F = (f_{mtlk})$ – множество нечетких функций ослабления воздействий в системе, где f – зависящее от времени нечеткое значение коэффициента ослабления, $f \in [0,1]$, описанного функцией принадлежности $\mu_f(v) \in [0,1]$, параметра m вида, представляющего t вид материального фактора, действующего от l источника на вход k ПОЭ.

Пусть возможность несанкционированного инициирования любого ПОЭ объекта описывается зависящими от времени нечеткими параметрами восприимчивости к инициированию (из-за неточной и неполной информации о них), выраженными в размерности воздействующих факторов, задаваемых в виде

$R = (r_{m t k})$ – множество нечетких параметров восприимчивости воздействий ПОЭ, где r – в общем случае зависящий от времени нечеткий параметр m вида, описываемый функцией принадлежности $\mu_r(\lambda)$, представляющий t вид фактора, который воспринимает k ПОЭ.

На основе ключевых множеств V, F, R , которые дают возможность на некотором периоде времени полностью описать возможные источники и предпосылки происшествий и элементарных отказов, дополнительно введем и опишем множества, позволяющие выявлять и ранжировать предпосылки опасности.

Введем множество S в общем случае нечетких параметров факторов, непосредственно действующих на входы (на конструкцию) ПОЭ объекта, в виде алгебраического умножения

$$S = (s_{m t l k}), \text{ где } s_{m t l k} = v_{m t k} \cdot f_{m t l k},$$

для $\forall m \in M, t \in T, l \in L, k \in K$.

Кроме того, введем множество B нечетких пересечений параметров воздействия и восприимчивости такое, что

$$B = (b_{m t l k}), \text{ где } b_{m t l k} = s_{m t l k} \cap r_{m t k},$$

для $\forall m \in M, t \in T, l \in L, k \in K$.

Если на совокупности множеств $\{V, F, R, S, B\}$ задать операции, которые с позиции происшествия описывают связи источников и их предпосылок между собой, и назвать это объединение *базисом* множеств, то на основе такого базиса достижимо выражение всех возможных причин и предпосылок опасности.

Таким образом, построив функцию связности и проведя расчеты вероятности возникновения происшествия, получим более точное значение риска, что в свою очередь позволит принять обоснованные мероприятия по обеспечению безопасных условий труда на предприятии.

1. Модели и показатели техносферной безопасности: монография / Есипов Ю.В., Мишенькина Ю.С., Черемисин А.И. М.: ИНФРА-М, 2018. – 154с.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность сложных систем. СПб.: Политехника, 2000. -248с.
3. Гаенко В.П. Современные методы анализа и оценки безопасности сложных технических систем. СПб.: Изд. НИЦ БТС. 2004. 212 с.
4. Gaenko V.P. Modern methods of analysis and evaluation of safety of complex technical systems. SPb.: Publisher Scientific - Research Center of Technical Safety Systems. 2004. 212 p. (in Russian)
5. Есипов Ю.В., Самсонов Ф.А., Черемисин А.И. Мониторинг и оценка риска систем «защита – объект – среда». М.: Изд. ЛКИ – УРСС. 3 изд., 2013. 138 с.
6. Esipov Yu.V., Samsonov F.A., Cheremisin A.I. Monitoring and risk assessment systems “protection - object – environment” Moscow, Publisher LKI-URSS. 3 publ., 2013. 138 p. (in Russian)
7. Махутов Н. А. Особенности статистических подходов при оценке статической прочности // Безопасность в техносфере, №2 (март–апрель), 2014, с. 3-11
8. Mahutov N.A. Features of statistical approaches in the evaluation of static strength. Bezopasnost' v tekhnosfere. 2014. V. 3, I. 2: p. 3-11. DOI: 10.12737/3669 (in Russian)
9. Махутов Н.А., Резников Д.О. Использование сценарного анализа для оценки прочностной надежности сложных технических систем // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2015. №1. С. 5–13
10. Mahutov N.A., Reznikov D.O. Use scenario analysis to evaluate the strength reliability of complex technical systems // Problems of mechanical engineering and automation . 2015. V.1. p. 5-13 (in Russian)
11. Есипов Ю.В. Концепция возможностной оценки риска техногенных систем // Автоматика и Телемеханика. № 7. 2003. С. 5 – 11
12. Esipov Yu.V. The concept of risk possibility assessment of technological systems // Automation and Remote Control. V. 7. 2003. p. 5 – 11 (in Russian)
13. Есипов Ю.В. Моделирование опасностей и установление меры определенности происшествия в системе. Проблемы машиностроения и надежности машин. № 3. 2003. С. 112 – 117