

Общие интегральные представления показателей опасности техногенных аварий

А.М. Кармишин, д-р техн. наук, профессор¹

В.И. Гуменюк, д-р техн. наук, профессор²

В.А. Киреев, д-р техн. наук, профессор¹

А.И. Карнюшкин, канд. техн. наук, доцент¹

В.Ф. Резничек, заведующий лабораторией¹

¹ Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

² Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

e-mail: vaxzk8chif@pochta.ru

Ключевые слова:

техногенная авария, население, персонал, обобщенный факторно-временной закон поражения, степень тяжести поражения, пространственно-временные показатели опасности.

В настоящей статье с позиций квалиметрии рассматриваются вопросы обоснования наиболее полных и интегральных пространственно-временных показателей опасности техногенных аварий. Формулируется постановка задачи о случайном времени наступления эффекта поражения на всей площади поражающего действия аварии. Дается общее интегральное решение сформулированной задачи. Показано, что из этого решения следуют общие интегральные представления наиболее полных и интегральных пространственно-временных показателей опасности техногенной аварии. Рассматриваются частные случаи пространственно-временных показателей аварии. Впервые обоснованы интегральные временные показатели аварии – приведенное время наступления эффекта поражения и приведенное время сохранения эффекта поражения. Сформулированы практически важные задачи, которые должны решаться с использованием обоснованных показателей опасности техногенных аварий с целью ее снижения до допустимого (психологически приемлемого) уровня.

1. Актуальность вопроса

Для принятия научно обоснованных конструкторских и технических решений, направленных на снижение потенциальной или реальной опасности техногенных аварий (катастроф) и организацию мероприятий по их реализации, необходимо уметь количественно оценивать качество принимаемых решений и эффективность их выполнения. Для успешного решения этой актуальной проблемы на первом этапе необходимо обосновать показатели опасности техногенных аварий, по степени снижения которых можно судить о качестве и эффективности принимаемых управленческих решений, направленных на снижение угрозы от потенциально опасных промышленных объектов.

Как известно, промышленная безопасность имеет две составляющие: безопасность персонала и населе-

ния при штатном функционировании предприятий и безопасность персонала и населения при возникновении техногенных аварий предприятий различной природы. В настоящее время в силу объективных и субъективных причин опасность техногенных аварий возрастает, поэтому обеспечение безопасности персонала и населения, особенно при расположении потенциально опасных промышленных объектов в (около) крупных населенных пунктах, чрезвычайно важный и актуальный вопрос [1, 2].

Понятие «безопасность» является аксиоматичным и не требует определения, так как невозможно ввести количественные показатели безопасности. О безопасности судят по уровню потенциальной или реализованной опасности. Если уровень опасности не превосходит некоторое директивно заданное значение, то делают вывод о безопасности промышленного объек-

та для персонала и населения. На качественном уровне можно вводить различные уровни безопасности в зависимости от существующего уровня опасности (потенциальной или реализованной).

Следует отметить, что в общем случае поражающее действие аварий потенциально опасных промышленных объектов — особенно химически, биологически и радиационно опасных — реализуется в пространстве и времени, причем в заданной точке пространства время наступления и длительность сохранения эффекта поражения коррелируют с величиной действующего в этой точке поражающего фактора [3, 4]. В связи с этим показатели опасности техногенных аварий должны непосредственно характеризовать эти два свойства потенциально опасного промышленного объекта.

2. Постановка задачи и ее решение

Для обоснования пространственно-временных показателей опасности техногенных аварий сформулируем следующую задачу. Для конкретики постановку задачи будем рассматривать на плоскости (XU при $Z = 0$) для двумерного случая, когда поражающему действию аварии подвергается население.

Пусть при техногенной аварии формируется неравномерное поле поражающего фактора, например, экспозиционных доз $CT(x, y)$ при авариях на химически опасных объектах с выбросом токсичных химических веществ в окружающую среду. В пределах общей площади поражающего действия аварии S_n население распределено с некоторой плотностью $q(x, y) = q(S)$, m^{-2} . Известно, что при действии заданной экспозиционной дозы CT (токсоэффекта T) время проявления эффекта поражения заданной степени тяжести (t) и длительность их сохранения (τ) являются непрерывными случайными величинами с условной совместной логарифмически нормальной плотностью распределения $f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)$, причем параметры этой плотности распределения — θ_{50} быстроедействие (медианное время проявления эффекта поражения заданной степени тяжести) и η_{50} последствие (медианное время сохранения эффекта поражения заданной степени тяжести) — зависят от действующей экспозиционной дозы (токсоэффекта) [4]. Необходимо найти закон распределения случайного времени наступления и, в общем случае, длительности сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести силы для населения $f(\tilde{t}, \tilde{\tau})$, или $F(t, \tau)$.

По определению, применительно к решаемой задаче, плотность распределения вероятности случайного времени наступления \tilde{t} и длительности сохранения $\tilde{\tau}$ эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести (дифференциальная функция) $f(\tilde{t}, \tilde{\tau})$ [c^{-2}] определяется по формуле:

$$f(\tilde{t}, \tilde{\tau}) = \frac{dN_n(\tilde{t}, \tilde{\tau})}{N_n d\tilde{t}d\tilde{\tau}}, \quad (1)$$

где $dN_n(\tilde{t}, \tilde{\tau})$ — количество населения (однотипных элементарных объектов), рассматриваемые эффекты поражения которого наступили в интервале времени от t до $t + dt$, а длительность их сохранения оказалась в диапазоне от τ до $\tau + d\tau$;

N_n — общее количество населения, для которого в результате аварии наступят поражения не ниже заданной степени тяжести.

Рассматривая элементарную площадку $dS(T)$, на которой сформировалась величина экспозиционной дозы CT (токсоэффекта T), с учетом плотности распределения населения и использованием обобщенного факторно-временного закона поражения [4, 5] можно записать следующее выражение для количества населения, находящегося на этой элементарной площадке, для которого рассматриваемые эффекты поражения наступили в момент времени от t до $t + dt$, а длительность их сохранения оказалась в диапазоне от τ до $\tau + d\tau$

$$dN_n(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) = N_0 P(T) q(S) f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) d\tilde{t} d\tilde{\tau} dS(T). \quad (2)$$

Общее количество пораженного населения на рассматриваемой элементарной площадке составит

$$dN_n(T) = N_0 P(T) q(S) dS(T), \quad (3)$$

где N_0 — общее количество населения, подвергнувшегося воздействию техногенной аварии;

$P(T)$ — вероятность поражения при действии токсоэффекта T без учета времени наступления и длительности сохранения рассматриваемого эффекта поражения.

Суммируя $dN_n(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)$ и $dN_n(T)$ по всему полю поражающего фактора техногенной аварии и подставляя полученный результат в соотношение (1), получим дифференциальную функцию распределения случайного времени наступления и длительности сохранения у населения рассматриваемого эффекта поражения

$$f(\tilde{t}, \tilde{\tau}) = \frac{\int_0^{S_n} P(T) q(S) f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) dS(T)}{\int_0^{S_n} P(T) q(S) dS(T)}, \quad (4)$$

и соответствующую ей интегральную функцию

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_0^{S_n} P(T)q(S)f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)dS(T)}{\int_0^{S_n} P(T)q(S)dS(T)} d\tilde{t}d\tilde{\tau}. \quad (5)$$

В декартовых координатах интегральная функция распределения случайного времени наступления и длительности сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести записывается следующим образом (так как интегралы, входящие в выражение (5), сходятся, общую площадь поражающего действия аварии для удобства записи можно заменить бесконечной плоскостью):

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)dx dy}{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)dx dy} d\tilde{t}d\tilde{\tau}. \quad (6)$$

Интегральная функция распределения $F(t, \tau)$, по определению, описывает вероятность, что случайное время наступления и длительность сохранения рассматриваемого эффекта поражения будут меньше некоторых показателей времени t и τ соответственно.

Если рассматриваются необратимые (летальные) эффекты поражения, то соотношения (4)–(6) несколько упрощаются, например

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_0^{S_n} P(T)q(S)f(\tilde{t}, T)dS(T)}{\int_0^{S_n} P(T)q(S)dS(T)} d\tilde{t}$$

или

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)f(\tilde{t}, T)dx dy}{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)dx dy} d\tilde{t}. \quad (7)$$

Соотношения (4)–(6) и их частный случай (7) можно рассматривать как общее интегральное решение задачи распределения случайного времени наступления и длительности сохранения у населения рассматриваемого эффекта поражения на всем поле поражающего действия техногенной аварии.

Аналогичные выражения, только для трехмерного пространства, можно записать применительно к

персоналу промышленного объекта при реализации поражающего действия техногенной аварии, когда поражающие факторы аварии не выходят за пределы производственных зданий (помещений) этого объекта. Получив общее интегральное решение закона распределения случайного времени наступления и длительности сохранения у населения (персонала объекта) эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести, можно ввести в рассмотрение наиболее полные и интегральные пространственно-временные показатели опасности техногенной аварии и их частные случаи: пространственные и временные показатели опасности аварии.

С точки зрения оказания помощи пораженному населению необходимо знать долю населения, у которого рассматриваемый эффект поражения наступил к моменту времени t и сохраняется в течение не менее τ . Исходя из закона (6), эту вероятность можно определить следующим образом:

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_0^{S_n} P(T)q(S)f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)dS(T)}{\int_0^{S_n} P(T)q(S)dS(T)} d\tilde{t}d\tilde{\tau}$$

или

$$F(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)dx dy}{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P[T(x, y)]q(x, y)dx dy} d\tilde{t}d\tilde{\tau}. \quad (7)$$

Обычно при анализе опасности техногенных аварий принимается равномерное распределение населения в пределах общей площади поражающего действия

$$q(S) = \frac{1}{S_n}.$$

При таком допущении соотношение (7) примет следующий вид

$$P(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau \frac{\int_0^{S_n} P(T)f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T)dS(T)}{S_0} d\tilde{t}d\tilde{\tau}, \quad (8)$$

где S_0 — приведенная зона поражения [1, 2]

$$S_0 = \int_0^{S_n} P(T)q(S)dS(T).$$

Отметим, что подынтегральное выражение в двойном интеграле (8) есть плотность распределения случайных величин \tilde{t} и $\tilde{\tau}$ действия аварии, поэтому при $t \rightarrow \infty, \tau \rightarrow 0$ $P(t, \tau)$ будет стремиться к 1 по определению. В связи с этим тройной интеграл в выражении (8) будет равен приведенной зоне поражения без учета времени наступления и длительности сохранения требуемого эффекта поражения:

$$S_0 = \int_0^\infty \int_0^{S_0} P(T) f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) dS(T) d\tilde{t} d\tilde{\tau}. \quad (9)$$

Из проведенного анализа общего интегрального решения (8) следует приведенная зона поражения, наступающего к заданному моменту времени t и имеющего продолжительность не менее τ

$$P(t, \tau) S_0 = S_0(t, \tau) = \int_0^t \int_0^{\tau} \int_0^{S_0} P(T) f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) dS(T) d\tilde{t} d\tilde{\tau}. \quad (10)$$

Если соотношение (10) переписать в ином виде, то получим обычное соотношение между приведенной зоной поражения и координатным законом поражения $G(x, y)$:

$$S_0(t, \tau) = \int_0^{S_0} \left(\int_0^t \int_0^{\tau} P(T) f(\tilde{t}, \tilde{\tau}, T) d\tilde{t} d\tilde{\tau} \right) dS(T) = \int_0^{S_0} G_{t\tau}(S) dS(T) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} G_{t\tau}(x, y) dx dy, \quad (11)$$

где $G_{t\tau}(x, y)$ – координатный закон поражения, наступающего к заданному моменту времени t и имеющего продолжительность не менее τ .

Подводя промежуточный итог проведенного анализа, можно с позиций квалиметрии сформулировать следующие выводы.

- Наиболее полным пространственно-временным показателем опасности техногенной аварии является координатный закон поражения, наступающего к заданному моменту времени t и имеющего продолжительность τ не менее заданной – $G_{t\tau}(x, y)$.
- Интегральным пространственно-временным показателем опасности техногенной аварии является приведенная зона поражения с учетом требуемых (заданных) времени наступления и длительности сохранения рассматриваемого эффекта поражения — $S_0(t, \tau)$.
- Соответствующие показатели, без учета временных характеристик реализации поражающего действия аварии, будут частным случаем рассмотренных и могут рассматриваться как наиболее полные и интегральные простран-

ственные показатели опасности техногенной аварии. Это частный случай пространственно-временных показателей опасности.

Рассмотрим наиболее полные и интегральные временные показатели опасности техногенных аварий, которые также являются частным случаем пространственно-временных показателей опасности. Если в соотношении (8) положить $\tau = 0$, т. е. не рассматривать длительность сохранения эффекта поражения, то получим следующее выражение

$$P(t) = \frac{1}{S_0} \int_0^t \int_0^{S_0} P(T) f(\tilde{t}, T) dS(T) d\tilde{t}. \quad (12)$$

Это доля населения, получившего поражения, у которого эффекты поражения не ниже заданной степени тяжести наступили к моменту времени t . С точки зрения теории вероятностей выражение (12) является интегральной функцией распределения случайного времени наступления у населения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести, т. е. описывает динамику проявления у населения эффекта поражения.

Соотношению (12) можно дать и другую трактовку. Анализ двойного интеграла показывает, что он имеет размерность площади и при $t \rightarrow \infty$ стремится к приведенной зоне поражения S_0 . Обозначая

$$S_0(t) = \int_0^t \int_0^{S_0} P(T) f(\tilde{t}, T) dS(T) d\tilde{t}$$

и рассматривая его как приведенную зону поражения, сформировавшуюся к моменту времени t , соотношение (12) можно записать следующим образом

$$G(t) = \frac{S_0(t)}{S_0}. \quad (13)$$

В прикладном смысле функция $G(t)$ называется динамикой формирования приведенной зоны поражения.

По аналогии, если в соотношении (8) положить $t = \infty$, т. е. не рассматривать время наступления эффекта поражения, то получим следующее выражение

$$P(\tau) = \frac{1}{S_0} \int_0^\infty \int_0^{\tau} P(T) f(\tilde{\tau}, T) dS(T) d\tilde{\tau}. \quad (14)$$

Это доля населения, получившего в результате аварии поражения, у которого эффект поражения не ниже заданной степени тяжести сохраняется в течение времени не менее τ . Обозначая

$$S_0(\tau) = \int_{\tau_0}^{\infty} \int P(T) f(\tilde{\tau}, T) dS(T) d\tilde{\tau}$$

и рассматривая его как приведенную зону поражения, сохраняющегося в течение не менее τ , соотношение (14) можно записать следующим образом

$$G(\tau) = \frac{S_0(\tau)}{S_0}. \quad (15)$$

В прикладном смысле функция $G(\tau)$ называется динамикой сохранения приведенной зоны поражения.

В некотором смысле функции $G(t)$ и $G(\tau)$ являются временными аналогами наиболее полного пространственного показателя опасности техногенной аварии – координатного закона поражения. С точки зрения квалиметрии динамика формирования $G(t)$ и динамика сохранения $G(\tau)$ приведенной зоны поражения являются наиболее полными временными показателями опасности техногенной аварии.

Учитывая взаимосвязь координатного закона поражения и приведенной зоны поражения, в рассмотрение можно ввести интегральные временные показатели опасности техногенной аварии. Так как приведенную зону поражения можно рассматривать как одну из числовых характеристик координатного закона поражения — нулевой начальный момент

$$S_0 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^0 y^0 G(E, C) dx dy,$$

то можно ввести в рассмотрение числовые характеристики случайного времени наступления и длительности сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести. Начальный момент порядка α функции $G(t)$ не существует, так как интеграл

$$\int_0^{\infty} t^{\alpha} G(t) dt = \infty$$

расходящийся. Однако можно найти начальные моменты порядка α от функции $1 - G(t) = q(t)$, которая описывает вероятность того, что к заданному моменту времени у пораженного населения эффект поражения не ниже заданной степени тяжести еще не проявится:

$$m_{\alpha} = \int_0^{\infty} t^{\alpha} [1 - G(t)] dt. \quad (16)$$

Тогда при $\alpha = 0$ будем иметь нулевой начальный момент, для которого есть специальное обозначение t_0 и название – приведенное время непоражения:

$$t_0 = \int_0^{\infty} [1 - G(t)] dt. \quad (17)$$

Рассуждая аналогично, можно ввести в рассмотрение приведенное время сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести τ_0 :

$$\tau_0 = \int_0^{\infty} G(\tau) d\tau. \quad (18)$$

Исходя из выражения (17), под приведенным временем непоражения понимается условное время, в течение которого поражение не ниже заданной степени тяжести у пораженного населения не проявится с вероятностью 1 [1, 3]. Под приведенным временем сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести понимается условное время, в течение которого поражение не ниже заданной степени тяжести у пораженного населения сохраняется с вероятностью 1.

Отметим важное свойство t_0 : приведенное время непоражения численно равно математическому ожиданию времени наступления рассматриваемых эффектов поражения. Действительно, интегрируя выражение (17) по частям, будем иметь

$$\begin{aligned} t_0 &= \int_0^{\infty} [1 - G(t)] dt = \left| V = 1 - G(t); dV = \phi(\tilde{t}) d\tilde{t} \right|_{dC = dt; C = \tilde{t}} = \\ &= \tilde{t} [1 - G(t)] \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} \tilde{t} \phi(\tilde{t}) d\tilde{t}. \end{aligned} \quad (19)$$

Подставляя пределы интегрирования, получим, что первое слагаемое в правой части уравнения (19) равно нулю, поэтому

$$t_0 = \int_0^{\infty} \tilde{t} \phi(\tilde{t}) d\tilde{t} = \bar{t},$$

так как первый начальный момент случайной величины равен ее математическому ожиданию по определению. Аналогично, приведенное время сохранения рассматриваемого эффекта поражения численно равно математическому ожиданию времени его сохранения.

Таким образом, приведенное время непоражения и приведенное время сохранения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести являются интегральными временными показателями опасности техногенной аварии.

3. Анализ и обсуждение

Полученные решения можно рассматривать как общие интегральные представления пространственно-временных показателей опасности техногенных аварий по определению. Анализ этих интегральных представлений показывает, что в общем случае — при произвольном сценарии аварии — оценка пространственно-временных показателей опасности возможна только численными методами. Однако в некоторых частных случаях возможны и аналитические решения. Получены аналитические решения для приведенной зоны поражения с учетом требуемого времени наступления и длительности сохранения у населения эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести. Также получены аналитические решения для динамики формирования и сохранения приведенной зоны поражения, приведенного времени непоражения и приведенного времени сохранения зоны поражения при на аварии химически опасном объекте, моделируемой мгновенным точечным или непрерывно действующим ограниченным временем точечным источником, а также при авариях на взрывоопасных объектах [6].

Значение для практики. Пространственно-временные показатели опасности техногенных аварий позволяют решать различные практически важные задачи, в частности:

- ранжировать объекты по уровню опасности с целью принятия управленческих решений;
- вырабатывать технические и на их основе управленческие решения для снижения опасности до допустимого (психологически приемлемого) уровня на различных этапах жизненного цикла объекта (проектирование, эксплуатация, вывод из эксплуатации);
- обосновывать требования к системе защиты, в том числе по оперативности ее функционирования;
- оптимизировать распределение выделяемых на снижение опасности промышленного объекта финансовых ресурсов по критерию максимального снижения потенциальной опасности объекта;
- оценивать структуру поражения с целью обоснования сил и средств, в том числе и медицинских, на ликвидацию последствий аварии;
- разрабатывать научно обоснованные методики оценки экономического ущерба от аварии.

Необходимо отметить, что все рассмотренные пространственно-временные показатели опасности техногенных аварий, по своей сути, являются непрерывными случайными величинами или функциями. Это объясняется следующими причинами:

- математические модели, описывающие формирование полей поражающих факторов опи-

сывают их математические ожидания, например поле экспозиционных доз при авариях на химически опасных объектах. В реальных условиях протекания аварий и формирования полей поражающих факторов последние являются случайными, что необходимо учитывать при оценке пространственных и временных показателей опасности техногенных аварий;

- параметры факторных и факторно-временных законов поражения [4, 7], описывающих вероятность наступления эффекта поражения не ниже заданной степени тяжести к заданному моменту времени в зависимости от величины действующего поражающего фактора, с одной стороны, являются параметрами генеральной совокупности, а с другой — их численные значения находят только по результатам специально поставленных экспериментов, например токсикологических. Поэтому численные значения параметров являются лишь оценкой параметров генеральной совокупности и, как всякая оценка, это непрерывные случайные величины.

К настоящему времени обоснованы различные виды факторных, факторно-временных законов поражения, а также двумерных факторных законов поражения при комбинированном действии двух различных поражающих факторов [3–5, 7]. Они позволяют оценивать пространственные и временные показатели опасности техногенных аварий от простейших до наиболее полных и интегральных на уровне их условных и безусловных математических ожиданий. Различные виды этих законов поражения и их смысл представлены в табл. 1, а конкретные аналитические представления законов наиболее полно изложены в [4].

Используя теорию функций двух случайных аргументов, получен закон распределения случайной вероятности поражения не ниже заданной степени тяжести в заданной точке пространства, который имеет следующий вид [1, 4]:

$$F(p) = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \operatorname{erf} \left[\sqrt{k_p} \left(\operatorname{arccerf}(2p-1) - \operatorname{arccerf}(2p_e-1) \right) \right] \right\}, \quad (20)$$

где $\sqrt{k_p}, p_e$ — параметры закона распределения;
 $\operatorname{arccerf}(u)$ — функция, обратная интегралу ошибок.

График распределения случайной вероятности поражения не ниже заданной степени тяжести показан на рис. 1.

Закон (20) позволяет получать гарантированные оценки вероятности поражения в различных точках относительно аварийного объекта.

Виды законов поражения

Название закона	Интегральное представление	Учет случайных величин
Факторные законы		
Условный статический	$P_{yc}(D, D_{50}) = \int_0^D \phi(\tilde{D}) d\tilde{D}$	Токсодозы \tilde{D} , вызывающей заданный эффект поражения (вариабельность объектов)
Условный динамический	$P_{yb}(D, D_{50}) = \int_0^{\infty} P_{yc}(D, D_{50}) f(D) dD$	Вариабельность объектов, токсодозы D в заданной точке x, y
Безусловный статический	$P_{6c}(D, D_{50}) = \int_0^{\infty} P_{yc}(D, D_{50}) f(D_{50}) dD_{50}$	Вариабельность объектов, оценки величины D_{50}
Безусловный динамический	$P_{6\theta}(D, D_{50}) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P_{yc}(D, D_{50}) f(D_{50}) f(D) dD dD_{50}$	Вариабельность объектов, токсодозы D в заданной точке x, y , оценки величины D_{50}
Факторно-временные законы		
Условный статический	$P_{yc}(D, t) = \int_0^D \int_0^t \phi(\tilde{D}, \tilde{t}) d\tilde{D} d\tilde{t}$	Токсодозы \tilde{D} , вызывающей заданный эффект поражения и времени его проявления (вариабельность объектов)
Условный динамический	$P_{yb} = \int_0^{\infty} P(D, D_{50}, t, t_{50}) \phi(D) dD$	Вариабельность объектов, токсодозы D в заданной точке x, y
Безусловный статический	$P_{6c} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P(D, D_{50}, t, t_{50}) \phi(D_{50}) \phi(t_{50}) dD_{50} dt_{50}$	Вариабельность объектов, оценок величин D_{50} и t_{50}
Безусловный динамический	$P_{6\theta} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P_{yc}(D, D_{50}, t, t_{50}) \phi(D) \phi(D_{50}) \phi(t_{50}) dD dD_{50} dt_{50}$	Вариабельность объектов, токсодозы D в заданной точке x, y , оценок величин D_{50} и t_{50}
Двухмерный факторный закон (при комбинированном действии двух поражающих факторов)		
Условный статический	$P_{yc} = 1 - \int_{D_A}^{\infty} \int_{D_B}^{\infty} \phi(\tilde{D}_A, \tilde{D}_B) d\tilde{D}_A d\tilde{D}_B$	Токсодоз двух АХОВ \tilde{D}_A и \tilde{D}_B , вызывающих заданный эффект поражения (вариабельность объектов)
Условный динамический	$P_{yb} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P(D_A, D_{A,50}, D_B, D_{B,50}) \phi(D_A, D_B) dD_A dD_B$	Вариабельность объектов, токсодоз D_A и D_B в заданной точке x, y
Безусловный статический	$P_{6c} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \left(1 - \int_{D_A}^{\infty} \int_{D_B}^{\infty} \phi(\tilde{D}_A, D_{A,50}, \tilde{D}_B, D_{B,50}) d\tilde{D}_A d\tilde{D}_B \right) \phi(D_{A,50}, D_{B,50}) dD_{A,50} dD_{B,50}$	Вариабельность объектов, оценок величин D_{50} и t_{50}
Безусловный динамический	$P_{6\theta} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P_{yc}(D_A, D_{A,50}, D_B, D_{B,50}) \phi(D_A, D_B) \phi(D_{A,50}, D_{B,50}) dD_A dD_B dD_{A,50} dD_{B,50}$	Вариабельность объектов, токсодоз D_A и D_B в заданной точке x, y оценок величин D_{50} и t_{50}

Таким образом, в результате проведенных теоретических исследований сложились предпосылки для разработки принципиально новых методов и на их основе методик оценки опасности техногенных аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов В.Ф., Кармишин А.М., Киреев В.А., Карнюшкин А.И. Актуальные проблемы оценки пространственно-временных показателей опасности техногенных аварий // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций / VIII научно-практическая конференция. 8–10 октября 2008. Доклады и выступления. СПб.: УГПС МЧС России, 2009. — С. 199–210.
2. Ефимов В.Ф., Кармишин А.М., Титоренко Л.П. К вопросу о показателях опасности техногенных аварий / Материалы Всероссийской (межведомственной) конференции

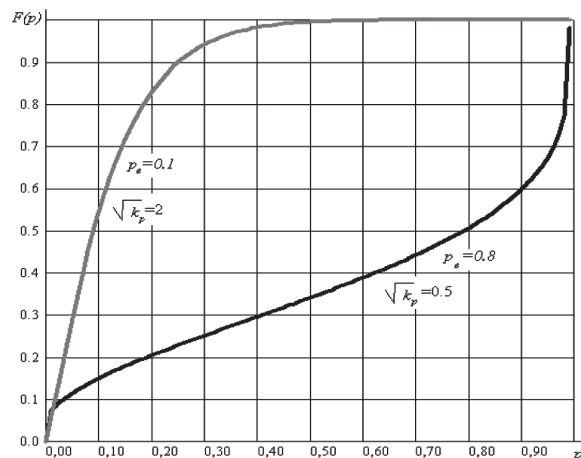


Рис. 1. Принципиальный вид функции $F(p)$

- (24 декабря 2003 г.). — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. — С. 76–88.
3. Адамова Е.О., Кармишин А.М., Киреев В.А. Временные характеристики поражающего действия аварий на объектах хранения и уничтожения химического оружия / НТС № 1 (45). — М.: ВА РХБ защиты, 2006. — С. 14–18.
 4. Кармишин А.М., Киреев В.А. и др. Математические методы фармакологии, токсикологии и радиобиологии. Монография. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: ООО «АПР», 2011. — 330 с.
 5. Кармишин А.М., Киреев В.А., Карнюшкин А.И., Резничек В.Ф. Токсикологические характеристики физиологически активных веществ // Безопасность в техносфере. 2012. №4. — С. 42–46.
 6. Кармишин А.М., Киреев В.А. Оценка показателей опасности при авариях взрывоопасных объектов / Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XI научно-практическая конференция. Октябрь 2011 г. Доклады и выступления. — М.: Центр «Антистихия», 2011. — 6 с.
 7. Кармишин А.М., Киреев В.А., Карнюшкин А.И., Ефимов В.Ф. Теоретическое описание комбинированного действия АХОВ // Материалы V научно-практической конференции, декабрь 2005 г. // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Доклады и выступления. — М.: ООО «Рекламно-издательская фирма МТП-инвест». — 2006. — С. 379–392.

General Integrated Representations of Technogenic Accidents Danger Indicators

A.M. Karmishin, Doctor of Engineering, Professor, Bauman Moscow State Technical University

V.I. Gumenyuk, Doctor of Engineering, Professor, Saint-Petersburg State Polytechnical University

V.A. Kireev, Doctor of Engineering, Professor, Bauman Moscow State Technical University

A.I. Karnyushkin, Ph.D. of Engineering, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

V.F. Reznichек, Head of Laboratory, Bauman Moscow State Technical University

The questions of justification of total and integral spatial-temporal hazard indices related to industrial disasters are considered from the perspective of qualimetry. The problem definition about casual time of destruction effects occurrence on all square of disaster striking action is formulated. General integral solution of formulated task is given. It is shown, that general integral expressions related to total and integral spatial-temporal hazard indices of industrial disaster follow from this solution. Particular cases of disaster's spatial-temporal indices are considered. For the first time the disaster's integral temporal indices such as reduced time of injury effect occurrence and reduced time of retention of injury effect are proved. Practically relevant tasks, which have to be solved with the use of proved hazard indices of industrial disasters, are formulated so that the hazard can be reduced to the allowed (psychologically acceptable) level.

Keywords: industrial disaster, population, staff, generalized factorial – temporal destruction law, destruction severity level, spatial-temporal hazard indices

Заседание Совета по науке 25.12.2013 г.

На заседании обсуждались актуальные вопросы, среди которых перечень приоритетных научных задач, решение которых требует использования возможностей федеральных центров коллективного пользования научным оборудованием. При Минобрнауки России создана Рабочая группа, в состав которой входят представители министерства, научных и образовательных организаций, РАН, заинтересованных федеральных органов исполнительной власти. Рабочая группа организовала сбор и экспертизу полученных предложений и сформировала на их основе перечень приоритетных научных задач. На заседании были озвучены планы Совета на 2014 год, среди которых:

- обсуждение проекта введения штатных должностей в НИИ и ВУЗах для ведущих российских ученых («федеральные профессора», «федеральные исследователи»);
- участие Совета и его экспертных групп в реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы»;
- взаимодействие с Российским научным фондом по использованию наработок Совета по науке по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2014–2020 годы» (в частности по программе «1000 лабораторий»);
- рассмотрение проблемы мониторинга российских научных организаций, соотношение количественных показателей и экспертных оценок;
- обсуждение проекта «Карта российской науки»;
- участие в выработке объективных принципов отбора ключевых направлений фундаментальных исследований.

Источник: <http://минобрнауки.рф/новости/3854>