

**А.А. Горюнкова**  
(Тульский государственный университет;  
anna\_zuykova@rambler.ru)

## **МЕТОД ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Автором разработаны предложения по методу оценки опасности объектов химической промышленности. Основными целями применения данного метода являются сбор информации для прогнозирования возможного развития аварии и её последствий; накопление ресурсов, необходимых для её ликвидации, разработка специальных прогнозов, которые позволяют эффективно реагировать на ожидаемые проблемы*

*Ключевые слова: интегральный показатель, ранжирование, опасность, химически опасный объект, безопасность, принятие решений.*

**A.A. Gorjunkova**

## **METHOD FOR EVALUATING THE RISK OF OBJECTS OF CHEMICAL INDUSTRY**

*The author of the proposals on the method of assessing the risk of chemical industry. The main objectives of this method is to gather information to predict the possible development of the accident and its consequences, the accumulation of resources needed for its eradication, development of specific predictions that can respond effectively to the anticipated problems.*

*Key words: integral index, ranking, risk, chemically dangerous object, security, decision-making.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 15 марта 2011 г.

Прогнозирование возможностей возникновения аварий с выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ) и превентивное противоаварийное упреждающее планирование базируются на регулярной оценке тенденций развития текущей ситуации, а также ресурсов, необходимых и для её улучшения, стабилизации и снижения тяжести последствий её развития.

Задача защиты населения и территорий от аварийных ситуаций техногенного характера включает комплексную оценку обстановки на промышленно развитых территориях и осуществление мер по предупреждению аварий.

Исходным в обеспечении безопасности жизнедеятельности населения субъекта Российской Федерации является анализ регионального пространства опасностей. Административные образования, территориально-промышленные комплексы в силу особенностей географического положения, плотности населения, природных условий, уровня экономического развития, состояния промышленных объектов и инфраструктуры отличаются с точки зрения опасности возникновения техногенных аварий. При ограниченных ресурсах, выделяемых на снижение различных видов рисков, важным является выделение приоритетов в их распределении.

В связи с этим, представляются актуальными задачи оценки опасности объектов химической промышленности и разработки процедуры распределения

ресурсов на защиту территорий от воздействия АХОВ в результате аварий. Особое значение в системах управления придается задаче ранжирования (сравнительной оценки) химически опасных объектов (ХОО) по выбранному критерию.

Для сравнительной оценки ХОО предлагается ввести понятие "Интегральный показатель ранжирования". Введение этого понятия обусловлено необходимостью ранжирования предприятий на определенной территории по выбранному критерию в системе поддержки принятия управленческих решений. Таким критерием предполагается считать поражающий фактор.

Главным поражающим фактором при возникновении аварии на ХОО является заражение АХОВ территории, приводящее к поражению людей, находящихся в зоне действия ядовитых веществ. Одной из характеристик данного поражающего фактора является *зона химического заражения*, которая зависит от ряда показателей: количества АХОВ, имеющегося на ХОО, его физико-химических и токсических свойств, метеорологических условий, характера местности и т.д. Поэтому значения интегрального показателя ранжирования получают как результат "свертки" обобщенных свойств-показателей.

Автором определена система свойств, состоящая из групп, характеризующих физико-химические свойства АХОВ; условия производства, переработки, хранения и транспортировки АХОВ; объект, на котором осуществляется производство, переработка, хранение или транспортировка АХОВ; плотность населения, проживающего в зоне возможного поражения; обеспеченность средствами индивидуальной защиты населения; средства ликвидации химической аварии; характер рельефа, растительности, застроек, на которой располагается объект, и другие.

Интегральный показатель ранжирования означает: чем выше его значение для рассматриваемого ХОО, тем большие масштабы заражения территории АХОВ и последствия от этого заражения будут иметь место при аварии на этом объекте, по сравнению с другими исследуемыми объектами на территории [1].

Ранжирование объектов осуществляется в более дифференцированной форме. Для наглядного отображения информации используются электронные карты местности, на которой нанесены различные промышленные объекты, в том числе и химически опасные объекты, объекты хозяйственного назначения, жилые комплексы, природные объекты, автомобильные и железные дороги и т.д.

В основе ранжирования лежит рассчитанный интегральный показатель, который включает в себя основные свойства, характеризующие объект. Объекты, имеющие различные запасы одного и того же АХОВ, могут быть отнесены к одинаковой степени химической опасности. При наличии же на объекте нескольких АХОВ прогнозирование масштабов заражения и оценка степени химической опасности объекта производятся по тому веществу, авария с выбросом (проливом) которого может представлять наибольшую опасность для населения. Во всех случаях исходят из того, что авария происходит на единичной максимальной по объёму емкости АХОВ, которая подвергается полному разрушению [1, 2].

В систему свойств входят следующие группы, характеризующие:

- аварийно химически опасное вещество (тип, количество хранящегося или выброшенного вещества, физико-химические и токсикологические характеристики АХОВ (значения токсодозы, ПДК, плотность, температура испарения, характер действия, стойкость и т.д.);

- условия производства, переработки, хранения и транспортировки АХОВ (хранится в газообразном, жидком, сжиженном или сжатом состоянии, давление сжатия, температура хранения и т.д.);

- объект, на котором осуществляется производство, переработка, хранение или транспортировка АХОВ (производственный объект, склад или транспортное оборудование, трубопровод, этажность, размеры объекта и т.д.);

- человеческий фактор (плотность населения, количество работающих на объекте, использующем АХОВ, возможное количество пострадавших от аварии с выбросом АХОВ, обеспеченность средствами защиты населения и персонала и т.д.);

- средства ликвидации последствий аварии (собственные средства, возможность помощи со стороны, наличие на ближайшей территории пожарных пунктов, пунктов медицинской помощи, штабов по делам ГО и ЧС и т.д.);

- характер местности, на которой находится объект, осуществляющий производство, переработку, хранение или транспортировку АХОВ (тип рельефа, растительности, застройки).

Интегральный показатель ранжирования ХОО  $J$ , представляет собой функцию  $J = f(a_i)$ , где  $a_i$  –  $i$ -ое свойство исследуемого объекта.

Далее приводится алгоритм расчета интегрального показателя ранжирования ХОО.

Формируются множества свойств каждого объекта на территории. Каждый объект обладает набором свойств, которые можно записать в виде

$$O_i = \{x_i, y_i, z_i, f_i, n_1, n_2, \dots, n_j\},$$

где  $i$  – количество имеющихся объектов;

$j$  – количество рассматриваемых свойств объекта;

$x, y, z$  – координаты расположения объекта на территории;

$f$  – фактор взаимодействия;

$n_1, n_2, \dots, n_j$  – свойства  $i$ -го объекта.

Таким образом, описываются все объекты на исследуемой территории.

Формируется матрица  $M$  значений  $\mu_{ij}$  всех объектов:

$$M = [\mu_{ij}], \quad (i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n}),$$

где  $n$  – количество свойств всех объектов;

$m$  – количество рассматриваемых объектов.

Выбираются объекты, которые попадают в зону рассмотрения, так называемую стратегическую ситуационную зону (СЗЗ), которая имеет свои границы. Координаты границы СЗЗ поражения формируются в матрицу  $L$ , где столбцами являются координаты  $x$  и  $y$ , а строками – точки, образующие границу зоны поражения:  $L = [x_i \quad y_i]$ , здесь  $i$  – количество точек, образующих СЗЗ.

Точки с координатами  $(x_i, y_i)$  образуют границу ССЗ, имеющую площадь  $S$ . Необходимо выделить объекты, попадающие в зону поражения. Для этого с помощью соответствующего программного обеспечения необходимо проверить условие, при котором:

$O[x, y] \in S \Rightarrow f = 1$  – объект учитывается при дальнейшем рассмотрении, т.е. взаимодействие происходит;

$O[x, y] \notin S \Rightarrow f = 0$  – объект не учитывается при дальнейшем рассмотрении, т.е. взаимодействия не происходит.

Формируется матрица  $G$  значений  $g_{ij}$  всех объектов, находящихся в ССЗ:  $G = [g_{ij}]$ ,  $(i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n})$ , где  $n$  – количество свойств объектов;  $m$  – количество рассматриваемых объектов.

Необходимо выбрать критерий для отбора объектов на исследуемой территории, например, поражающий фактор при химических авариях – заражение АХОВ территории. В связи с этим формируется вектор-строка, где элементы, относящиеся к свойствам, влияющим на масштабы заражения территории и последствий аварии с выбросом АХОВ, принимаются равными 1, а остальные обнуляются:  $V = [v_1, v_2, \dots, v_n]$  или  $V = [v_i]$ ,  $(i = \overline{1..n})$ .

Формируется матрица  $P$  значений  $p_{ij}$  из отобранных по выбранному критерию объектов путем упрощения матрицы  $G$  следующим образом: каждый элемент матрицы  $G$  умножается на соответствующий элемент вектора-строки  $V$ , т.е.:

$$p_{ij} = g_{ij} \cdot v_i \text{ или } p_{ij} = \begin{cases} g_{ij} & \text{при } v_i = 1, \\ 0 & \text{при } v_i = 0. \end{cases}$$

В данной матрице элементами являются количественные значения свойств, влияющих на масштаб последствий от аварии на ХОО:

$$P = [p_{ij}], \quad (i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n}),$$

где  $n$  – количество свойств объекта, за исключением свойств, не влияющих на выбранный критерий;

$m$  – количество ХОО (объекты, которые не представляют угрозы возникновения аварии с выбросом АХОВ, в дальнейшем не учитываются). В результате уменьшается количество рассматриваемых объектов, т.е. уменьшается размерность матрицы.

Так как интегральный показатель ранжирования является суммой различных свойств, которые разнородны и отличаются видом размерности, то необходимо провести нормирование этих значений. Нормирование значений показателей осуществляется следующим образом:

$$p_{ijnorm} = \frac{p_{ij}}{\max_{i=1, \dots, m} p_{ij}},$$

где  $p_{ijnorm}$  – элементы нормированной матрицы;

$\max_{i=1, \dots, m} p_{ij}$  – максимальное значение по  $j$ -му свойству среди рассматриваемых объектов.

Формируется вектор-столбец, элементами которого будут весовые коэффициенты значимости каждого свойства. Число весовых коэффициентов должно равняться числу показателей, характеризующих данные объекты:

$$\lambda = [\lambda_{i^*,1}], (i^* = \overline{1..n}), \text{ при } \sum \lambda_{i^*} = 1,$$

где  $\lambda_{i^*}$  – весовой коэффициент значимости свойства, характеризующего исследуемый фактор. Чем больше значение весового коэффициента, тем большее значение имеет этот показатель, по сравнению с другими. Определение значений весовых коэффициентов значимости решается с помощью экспертных процедур.

Формируем матрицу интегральных показателей ранжирования ХОО по выбранному критерию путем произведения матрицы  $P$  и вектора-столбца  $\lambda$ .

Проводится процедура ранжирования ХОО по выбранному критерию, которая заключается в последовательном применении алгоритма выбора. В качестве критерия используется минимаксное правило. На первом шаге из перечня ХОО выбирается объект, который имеет наибольшее значение интегрального показателя ранжирования – ему присваивается первый ранг. Выбранный объект исключается из перечня. На втором шаге выбирается объект, который имеет наибольшее значение интегрального показателя ранжирования из оставшихся в перечне. Этому объекту присваивается второй ранг. Ранжирование продолжается до тех пор, пока не будет исчерпан перечень рассматриваемых ХОО.

Применение минимаксного критерия целесообразно в условиях, когда требуется в максимальной степени исключить принятие ошибочного однократно реализуемого решения. Данные ограничения соответствуют условиям ранжирования потенциально опасных химических объектов, что и обусловило выбор минимаксного критерия.

### Литература

1. **Методика** прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Руководящий документ РД 52.04.253-90. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 23 с.
2. **Соколов Э.М., Панарин В.М., Зуйкова А.А.** Повышение эффективности принятия управленческих решений при чрезвычайных ситуациях с выбросом аварийно химически опасных веществ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. 161 с.
3. **Панарин В.М., Павпертов В.Г., Зуйкова А.А.** Интегральный показатель опасности химического объекта и классификация объектов по степени опасности // Материалы 3-ей Научно-практической конференции "Современные проблемы экологии и рационального природопользования". Тула. 2003. С. 58-61.