

**Гущин Игорь Ардалинович**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

## **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Аннотация: в статье рассмотрена методика расчета вероятности негативного воздействия различных техносферных объектов на биоту и здоровье человека. Описан механизм распространения загрязняющих веществ от источника выброса до расчетной точки. Подтверждена эффективность предложенной методики для управления риском.*

*Ключевые слова: техногенный риск, экологический риск, здоровье человека, неканцерогенные вещества.*

XXI век характеризуется небывалым загрязнением окружающей природной среды (ОПС) во всех ее составляющих. Последствия негативного воздействия источников загрязнения сказываются прежде всего на ухудшении условий жизни человека и здоровья населения селитебных районов. С появлением новых инновационных технологий с использованием синтетических веществ растет количество канцерогенных и неканцерогенных загрязнителей. Состав и свойства этих химических соединений не всегда определены, особенно в условиях нештатных режимов работы промышленного предприятия. Статистика подтверждает возрастающее количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) и инцидентов.

Аварии и катастрофы в различных отраслях промышленности происходят по разным причинам: природным [4], техногенным [8] и военно-политическим. В любом случае, загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами промышленных выбросов, водной среды аварийными сбросами и литосфера неконтролируемыми свалками и мусором наносят значительный ущерб. Такие

воздействия имеют глобальный характер, и экологи всего мира свидетельствуют о пройденной точке невозврата.

В этих условиях представляет особый интерес исследования, направленные на определение рисков воздействия опасных производственных объектов на окружающую среду [1; 5] и здоровье населения [6; 7; 9]. Особенno актуален опыт применения математических методов и методологий в исследованиях ОПС отечественных и зарубежных авторов [12–16].

Целью настоящей статьи является рассмотрение методологии оценки риска воздействия канцерогенных и неканцерогенных веществ на биоту и человека. Для решения этой проблемы необходимо работу разбить на несколько этапов. На первом этапе при известном списке всех загрязняющих веществ предприятия следует отобрать список приоритетных, для которых приземная концентрация в выбранной расчетной точке жилой зоны предприятия превышает 0,1 предельно-допустимой концентрации (ПДК) и ПДК за границей производственной площадки опасного объекта. Выбор веществ производится по критерию максимально разовой ПДК<sub>мр</sub> или среднесуточной ПДК<sub>сс</sub>. В перечне присутствуют канцерогенные и неканцерогенные вещества. Из этого списка необходимо исключить вещества, не имеющие ПДК, но определяемые ориентировочно безопасными уровнями воздействия (ОБУВ).

Далее введем понятие потенциального территориального риска воздействия загрязняющего вещества в любой точке  $(x, y)$ :

$$R(x, y) = \sum_{k,n} P_k(A) \cdot P_{kn}(x, y) \cdot P_n(H) \quad (1)$$

Этот риск включает три сомножителя, которые определяют итоговое воздействие на биоту. Первый сомножитель определяет вероятность возникновения аварии (нештатной ситуации) при  $k$ -ом сценарии развития возможного события. Таким событием может быть отказ технологического устройства, который возможно оценить с помощью построения дерева «отказов», учитывающего интенсивности отказов конкретных элементов оборудования. Например, на рис.1 приведен сценарий возникновения пожара на технологическом оборудовании. В

построении дерева события используются логические элементы И ( $\&$ ), ИЛИ ( $\geq$ ), 1 (противоположное событие). Зная правила расчета событий с этими элементами, легко подсчитать вероятность возникновения аварии по  $k$ -сценарию развития события  $P_k(A)$ .

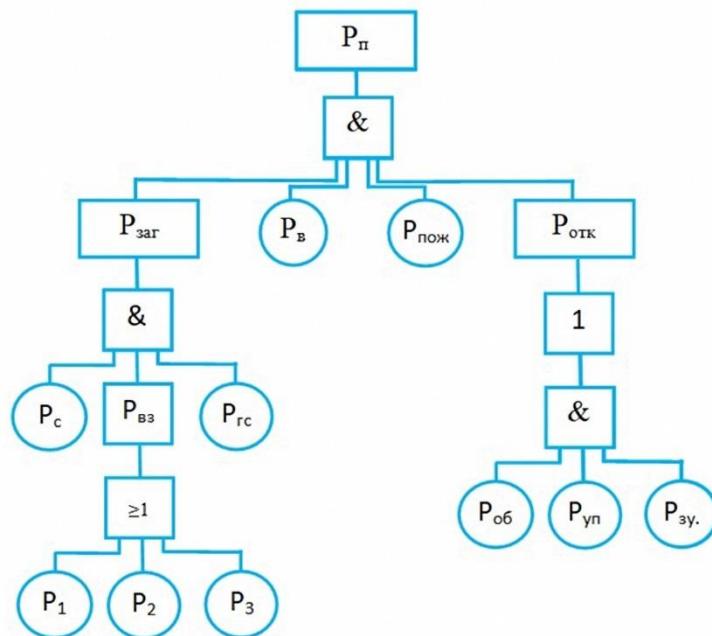


Рис. 1. Пример построения структуры дерева отказов  
для вероятности возникновения пожара

Второй сомножитель  $P_{kn}(x,y)$  учитывает вероятность появления заданной концентрации с помощью выбранного  $n$ -ого механизма переноса вещества. Если это воздушная среда, используются статистические данные по направлению и скорости ветра в данном регионе за последние годы, определяется интенсивность и концентрация выброса на срезе трубы и расстояние от источника до расчетной точки. Указанный механизм расчета подробно освещен в работах [2,3,11].

Последний этап позволяет найти риск ухудшения здоровья человека, получившего определенную дозу вредного вещества. Аналитически этот риск оценивается по известным пороговым и беспороговым моделям для канцерогенных и неканцерогенных веществ [10].

Модели отлично работают с известной зависимостью «доза – эффект». Поглощенная человеком доза оценивается по следующей формуле Габера:

$$D = \int_0^t C(t) \cdot dt \quad (2)$$

Здесь  $C(t)$  – концентрация вещества, зависящая от времени. На рис.2 приведены широко используемые в расчетах кривые «доза-эффект» по распределению Вейбулла для хлора. Поражения по степени тяжести классифицируются на легкие, тяжелые и летальные.

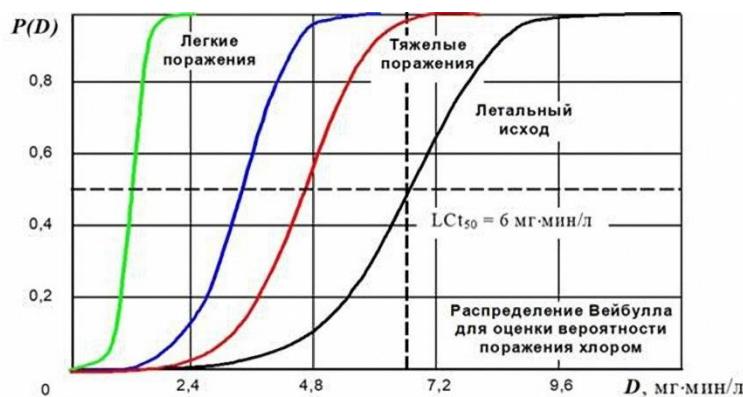


Рис. 2. Кривые «доза-эффект»

Например, для оценки неканцерогенного риска величины RfD референтных (безопасных) доз рассчитывались по значениям ПДК<sub>cc</sub> неканцерогенных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. Процедура оценки неканцерогенного риска в данном случае заключается в сопоставлении величины действующей дозы с референтной. Если отношение этих величин менее единицы, то риска нет. Для веществ, обладающих эффектом суммации, определялся суммарный риск. На рис.3 представлен неканцерогенный индекс для некоторых загрязняющих веществ (ЗВ).

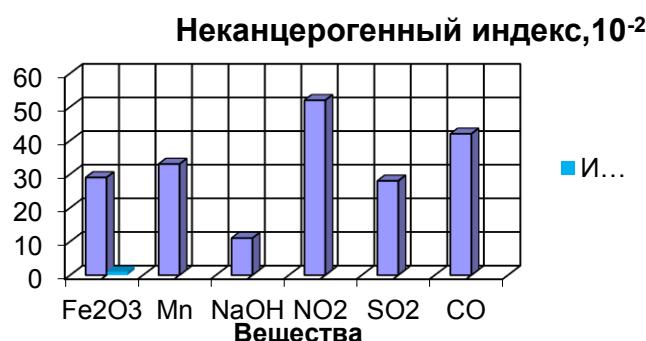


Рис. 3. Неканцерогенный индекс ЗВ

Таким образом, полученная формула (1) является универсальной при оценке рисков воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и здоровье человека и учитывает все механизмы возникновения аварии и переноса веществ с заданной дозой в точку расчета. Наряду с другими существующими методами оценки ущерба биоте и человеку, приведенная методика позволяет получить конкретное значение для определенных условий воздействия. Задача контролирующих и административных органов принять меры для управления риском ущерба здоровью населения при известных уровнях риска за длительный период времени.

### ***Список литературы***

1. Боков В.А. Оценка экологических опасностей и рисков: учебное пособие / В.А. Боков, Л.А. Багрова, А.С. Тихонов, В.О. Смирнов. – Симферополь: Доля, 2012. – 143 с.
2. Гущин И.А. Методологические аспекты экологической безопасности энергетических объектов / И.А. Гущин // Электротехника и энергетика Поволжья на рубеже тысячелетий. Тезисы докладов Поволжской научно-практической конференции. – 2001. – С. 160–161.
3. Гущин И.А. Оценка риска воздействия электроэнергетических предприятий на водную среду / И.А. Гущин // Региональная энергетика и электротехника: проблемы и решения. Сборник научных статей. – Чебоксары, 2014. – С. 142–146.
4. Егоров А.В. Способы повышения молниестойкости элементов конструкции самолетов / А.В. Егоров, С.Н. Кадушкин, И.А. Гущин // Процессы техносфера: региональный аспект. Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 124–128.
5. Касьяненко А. А. Современные методы оценки рисков в экологии: учебное пособие / А.А. Касьяненко. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 271 с.
6. Киселев А.В. Оценка риска здоровью / А.В. Киселев, К.Б. Фридман. – Санкт-Петербург: Дейта, 1996. – 100 с.
7. Онищенко Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко,

С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин и др.; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко.  
– М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

8. Рахимова Н.Н. Техногенные системы и экологический риск [Текст] / И.И. Рахимова, И.В. Ефремов. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 174 с.

9. Ревич Б.А. Методика оценки экономического ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха. Пособие по региональной экологической политике / Б.А. Ревич, В.И. Сидоренко. – М.: Акрополь, Центр экологической политики России, 2006. – 42 с.

10. Трифонова Т.А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г. Владимир) / Т.А. Трифонова, Л.А. Ширкин. – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2010. – 80 с.

11. Gushchin I. A. Methodology for assessing the risk of the impact of an energy enterprise on the air environment J. of the Chuvash Univer. 2015 vol.3 pp.49–51.

12. The Orange Book. Management of Risk – Principles and Concepts. HM Treasury, UK, London, October 2004, – 52 p.

13. Shvarts E Voluntary environmental standards in key Russian industries: a comparative analysis. Int. J. of Sustainable Development and Planning, 2015. Vol. 3 pp. 1–15.

14. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. Committee on Improving Risk Analysis Approaches Used by the U.S. EPA, National Research Council. Washington, D.C., 2008, – 478 p.

15. Scientific Review of the Proposed Risk Assessment Bulletin from the Office of Management and Budget. Committee to Review the OMB Risk Assessment Bulletin, National Research Council. 2007. – 302 p.

16. Testa F, Rizzi F, Daddi T, Gusmerotti A, & Frey N MEMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance. J. of Cleaner Production. 2014.vol.68 pp. 165–173.