

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.16.39.001

## Мероприятия по защите населения, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций на объектах народного хозяйства

**Гулиян Геворг Борисович**

Кандидат экономических наук,  
Университетский колледж информационных технологий  
Московский государственный университет технологий и управления  
имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)  
109004, Российская Федерация, Москва, улица Земляной Вал, 73;  
e-mail: Gevguliyana@yandex.ru

### Аннотация

В данной статье автором представлен разработанный им алгоритм по определению зоны химического заражения и оценке химической обстановки при прогнозировании аварий на химически опасных объектах. Данная задача является ключевой в оценке химической обстановки, так как, не зная, какова зона химического заражения, нельзя определить, какие особо важные объекты находятся в зоне заражения, нельзя подсчитать число людей, находящихся в зоне заражения, а следовательно, нельзя подсчитать потери людей и, соответственно, необходимые силы и средства. Отмечено, что до сих пор проблемы создания математического аппарата, который по заранее определенным входным данным выдал бы ответы на все интересующие вопросы по оценке химической обстановки, а также предложения по выполнению мероприятий, направленных на локализацию и ликвидацию аварии, эвакуацию людей из зоны заражения, остаются вне поля зрения. Однако необходимость защиты производственного персонала предприятий и населения заблаговременно, еще до аварии, очевидна.

### Для цитирования в научных исследованиях

Гулиян Г.Б. Мероприятия по защите населения, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций на объектах народного хозяйства // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 4А. С. 9-15. DOI: 10.34670/AR.2020.16.39.001

### Ключевые слова

Объекты народного хозяйства, аварийно химически опасные вещества, чрезвычайные ситуации, экономика, химическая обстановка, алгоритм.

## Введение

Анализ аварий, произошедших за последние годы в нашей стране, связанных с выбросом (проливом) аварийных химически опасных веществ (АХОВ), позволяет сделать вывод о необходимости защиты производственного персонала предприятий и населения заблаговременно, еще до аварии. Для решения подобной задачи, прежде всего, необходимо произвести быструю и точную оценку химической обстановки.

Под оценкой химической обстановки понимается определение масштаба химического заражения территории, зоны химического заражения на основе оперативных данных; определение потерь персонала предприятия, на котором произошла авария; определение наиболее важных объектов, находящихся в зоне химического заражения; расчет объемов работ и, соответственно, потребных сил и средств для выполнения этих работ.

## Основная часть

Основной характеристикой зоны химического заражения (ХЗ) является глубина распространения облака зараженного воздуха, которая, в свою очередь, определяется глубиной распространения первичного и вторичного облака.

Для прогнозирования масштабов заражения необходимо иметь данные по общему количеству АХОВ на предприятии, размещенному в технологическом оборудовании и в складских емкостях, количеству АХОВ, выброшенных в атмосферу и разлитых по подстилающей поверхности (свободно, в поддон или обваловку).

Количественные характеристики выброса АХОВ для расчета масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям – такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако [Иванюков, Алексеев, 2007].

Эквивалентное количество вещества по первичному и вторичному облаку определяется по известным формулам [Владимиров, Исаев, 2000].

Оценка химической обстановки производится путем нанесения зоны химического заражения на карту и определения по карте объектов, находящихся в зоне заражения. После этого рассчитываются потери рабочих и служащих, а также населения.

Недостатками данных методик являются трудоемкость работ по определению зоны заражения, потребность во времени на расчеты, приблизительность этих расчетов, отсутствие возможности немедленной реакции на изменение выходных данных, отсутствие непрерывных зависимостей выходных данных от входных [Михайлов и др., 2012]. Если еще учесть факт необходимости оценки обстановки в кратчайшие сроки для принятия управленческих решений, так как каждая минута промедления – это человеческие жизни, то становится очевидным неприемлемость существующих методик оценки химической обстановки.

До сих пор вне поля зрения остаются проблемы создания математического аппарата, который по заранее определенным входным данным выдал бы ответы на все интересующие вопросы по оценке химической обстановки, а также предложения по выполнению мероприятий, направленных на локализацию и ликвидацию аварии, эвакуацию людей из зоны заражения и т.п.

Рассмотрим алгоритм по оценке химической обстановки при следующем предположении: по заданным оперативным данным по разработанной методике считаются найденными величины:  $\Gamma$  – глубина зоны заражения;  $\varphi$  – угловой размер зоны заражения.

Решаемая задача является ключевой в оценке химической обстановки, так как, не зная, какова зона химического заражения, нельзя определить, какие особо важные объекты находятся в зоне заражения, нельзя подсчитать число людей, находящихся в зоне заражения, а следовательно, нельзя подсчитать потери людей и, соответственно, необходимые силы и средства [Порфирьев, 2005].

Перейдем к изложению алгоритма определения зоны химического заражения по шагам.

1. За начало новой системы координат примем координаты геометрического центра объекта  $O_1(x_0; y_0)$ , где произошла авария.

2. Ось  $O_1x_1$  направим по лучу, совпадающему с направлением приземного ветра, а ось  $O_1y_1$  – перпендикулярно оси  $O_1x_1$  и так, чтобы тройка  $O_1x_1y_1$  была правой.

3. Найдем уравнения границ зоны заражения по формулам:

$$y_1 = tg\left(\frac{\varphi}{2}\right)x_1 \quad (1)$$

$$y_1 = -tg\left(\frac{\varphi}{2}\right)x_1 \quad (2)$$

$$x_1 = \Gamma \quad (3)$$

Для оценки химической обстановки необходимо решить следующие задачи.

Задача 1. Какие объекты находятся (на момент проведения расчетов) или будут находиться в зоне заражения и каково время подхода зараженного воздуха к ним?

Задача 2. Какие особо важные объекты находятся или будут находиться в зоне заражения и каково время подхода зараженного воздуха к ним?

Задача 3. Какие квадраты района (подрайона) находятся или будут находиться в зоне заражения и каково время подхода зараженного воздуха к этим квадратам?

Задача 4. Какие квадраты находятся на границе зоны заражения?

Представим алгоритм решения поставленных задач № 1 и № 2.

Найдем координаты объектов в новой системе координат  $O_1x_1y_1$  по формулам:

$$x_1 = (x - x_0)\cos\alpha + (y - y_0)\sin\alpha \quad (4)$$

$$y_1 = -(x - x_0)\sin\alpha + (y - y_0)\cos\alpha, \quad (5)$$

где  $x, y$  – старые координаты объектов, квадратов и т.п., а  $x_0, y_0$  – координаты места аварии;  $\alpha$  – направление приземного ветра в старой системе координат  $Oxy$ .

1. Сортируем объекты по ограничениям:

$$0 \leq x_1 \leq \Gamma \quad (6)$$

2. Выбираем объекты, удовлетворяющие уравнениям (2), (3) по ограничениям:

$$y_{11} \leq y_1 \leq y_{12}, \quad (7)$$

где  $y_{11} = tg\left(\frac{\varphi}{2}\right)x_1$ ,  $y_{12} = -tg\left(\frac{\varphi}{2}\right)x_1$ .

Все объекты, удовлетворяющие неравенствам (7), находятся в зоне заражения.

Для отыскания времени подхода зараженного воздуха к объектам, находящимся в зоне заражения, сделаем следующее:

$$\rho_{ijk_i} = \sqrt{(x_{ijk_i}^1)^2 + (y_{ijk_i}^1)^2}, \quad (8)$$

где  $\rho_{ijk_i}$  – искомое расстояние,  $x_{ijk_i}^1, y_{ijk_i}^1$  – координаты объектов, находящихся в зоне заражения, выраженные в новой системе координат.

2. По заданному значению скорости ветра  $u$  (м/сек), найденному значению приземного слоя воздуха (инверсия, изотермия, конвекция) из соответствующей таблицы [Владимиров, Исаев, 2000] находим значение  $V_{ijk}$  – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха.

3. Время подхода зараженного облака к объекту  $t_{ijk_i}$  находим по формуле:

$$t_{ijk_i} = \frac{\rho_{ijk_i}}{V_{ijk}} \quad (9)$$

4. Если  $\text{Ч} + N_{ijk} > t_{ijk_i}$ , то объект  $O_{ijk_i}$  находится в зоне заражения.

Здесь  $\text{Ч}$  – время отсчета чрезвычайной ситуации.

5. Если  $\text{Ч} + N_{ijk} < t_{ijk_i}$ , то объект на момент времени  $N_{ijk}$  расчетов не находится в зоне заражения.

6. Время  $\theta_{ijk_i}$ , через которое объект будет находиться в зоне заражения, находим через разность  $\theta_{ijk_i} > t_{ijk_i} - (\text{Ч} + N_{ijk})$ .

7. Из множества объектов, удовлетворяющих неравенству (7), выделяем особо важные объекты.

Задача 3.

1. Находим координаты квадратов региона в новой системе координат по формулам (1), (2). Квадрат имеет размеры 100x100 метров.

2. Выполняем шаги 2 – 6 задач 1, 2.

Задача 4.

1. Для каждого квадрата региона, находящегося в зоне заражения, ищется расстояние от центра квадрата до границы зоны заражения по формулам:

$$d_{ijk_i}^1 = \left| \cos \frac{\varphi}{2} \right| \cdot \left| tg \frac{\varphi}{2} \cdot x_1 - y_1 \right|, \quad (10)$$

$$d_{ijk_i}^2 = \left| \cos \frac{\varphi}{2} \right| \cdot \left| tg \frac{\varphi}{2} \cdot x_1 + y_1 \right|, \quad (11)$$

где  $(x_1; y_1)$  – координаты центра квадрата в системе координат  $O_1x_1y_1$ .

2. Если  $d_{ijk_i}^1 < 50$  м или  $d_{ijk_i}^2 > 50$  м, то рассматриваемый квадрат находится на границе зоны заражения.

3. Находим число  $n_i$  квадратов, пересекающихся с границей зоны заражения  $i$ -го района.
4. Находим протяженность границы зоны заражения  $i$ -го района по формуле:  $\rho_i = n_i \cdot 100\text{м}$ .

### Заключение

Таким образом, в настоящее время проблемы создания математического аппарата, который по заранее определенным входным данным выдал бы ответы на все интересующие вопросы по оценке химической обстановки, а также предложения по выполнению мероприятий, направленных на локализацию и ликвидацию аварии, эвакуацию людей из зоны заражения, остаются вне поля зрения. Однако анализ причин аварий на производстве, связанных с выбросом аварийно химически опасных веществ, позволяет сделать вывод о необходимости защиты производственного персонала предприятий и населения заблаговременно, еще до аварии.

Применение представленной в данной статье математической модели определения зоны химического заражения, а также алгоритмов оценки химической обстановки будет способствовать снижению негативных последствий чрезвычайных ситуаций, возникающих на объектах народного хозяйства.

### Библиография

1. Владимиров В.А. и др. Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000. 431 с.
2. Владимиров В.А. и др. Радиационная и химическая безопасность населения. М.: Деловой экспресс, 2005. 544 с.
3. Владимиров В.А., Исаев В.С. Аварийно химические опасные вещества (АХОВ). Методика прогнозирования и оценки химической обстановки. М.: Военные знания, 2000. 56 с.
4. Гулиян Г.Б. Вопросы оценки химической обстановки при аварии на химически-опасных объектах // Сборник IX Международного научного конгресса «Роль бизнеса в трансформации общества». М., 2014.
5. Иванюков И.И., Алексеев В.С. Основы безопасности жизнедеятельности. М.: Дашков и К, 2007. 240 с.
6. Калина Е.С. О чрезвычайном праве и чрезвычайной ситуации. // Административное право и процесс. 2013. № 10. С. 40-44.
7. Методические рекомендации по защите населения в зонах возможных чрезвычайных ситуаций радиационного характера. М.: Институт риска и безопасности, 2005.
8. Михайлов Л.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. СПб.: Питер, 2012. 460 с.
9. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>
10. Порфирьев Б.Н. Опасность природных и антропогенных катастроф в мире и в России // Россия в окружающем мире: аналитический ежегодник. М.: Модус-К, Этерна, 2005. 320 с.

### Measures to protect the population in emergency situations at national economy objects

**Gevorg B. Guliyani**

PhD in economics,  
University College of information technology  
Moscow state University of technology and management named  
after K.G. Razumovsky (First Cossack University),  
109004, 73 Zemlyanoy Val street, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: [Gevgulyan@yandex.ru](mailto:Gevgulyan@yandex.ru)

## Abstract

The article presents an algorithm developed for determining zone of chemical contamination and evaluating the chemical situation when predicting accidents at chemically hazardous facilities. This is a key task in the evaluating of the chemical situation, because without knowing about the area of chemical contamination, it is impossible to determine which critical facilities are in the area of infection, it is impossible to count the number of people in the infected area, and consequently, it is impossible to calculate the losses and, accordingly, the necessary forces and means. The assessment of the chemical situation is understood as determining the scale of chemical contamination of the territory, the zone of chemical contamination on the basis of operational data; determining the loss of personnel of the enterprise where the accident occurred; determining the most important objects located in the zone of chemical contamination; calculating the volume of work and, accordingly, the required forces and means to perform these works. It is noted that the problems of creating a mathematical apparatus, which would give answers to all the questions on the assessment of the chemical situation based on pre-defined input data, and would give proposals for the implementation of measures aimed at localization and liquidation of accident, evacuation of contaminated area remain out of sight. However, the need to protect the production personnel of enterprises and the population in advance, even before the accident, is obvious.

## For citation

Guliyani G.B. (2020) Meropriyatiya po zashchite naseleniya, provodimye pri vozniknovenii chrezvychainykh situatsii na ob"ektakh narodnogo khozyaistva [Measures to protect the population in emergency situations at national economy object]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (4A), pp. 9-15. DOI: 10.34670/AR.2020.16.39.001

## Keywords

Objects of national economy, hazardous chemicals, emergencies, economy, chemical situation, algorithm.

## References

1. Guliyani G.B. (2014) Voprosy otsenki khimicheskoi obstanovki pri avarii na khimicheskii opasnykh ob"ektakh [Issues of assessment of the chemical situation in the event of an accident at chemically hazardous facilities]. In: *Sbornik IX Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa "Rol' biznesa v transformatsii obshchestva"* [Collection of the IX International scientific congress "Role of business in the transformation of society"]. Moscow.
2. Ivanyukov I.I., Alekseev V.S. (2007) *Osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti* [Fundamentals of life safety]. Moscow: Dashkov i K Publ.
3. Kalina E.S. (2013) O chrezvychainom prave i chrezvychainoi situatsii [On emergency law and emergency situation]. *Administrativnoe pravo i protsess* [Administrative law and process], 10, pp. 40-44.
4. *Metodicheskie rekomendatsii po zashchite naseleniya v zonakh vozmozhnykh chrezvychainykh situatsii radiatsionnogo kharaktera* [Methodological recommendations for the protection of the population in areas of possible emergency situations of radiation nature]. Moscow: Institute of Risk and Safety, 2005.
5. Mikhailov L.A. et al. (2012) *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Life safety]. Saint Petersburg: Piter Publ.
6. O edinoi gosudarstvennoi sisteme preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychainykh situatsii: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30.12.2003 № 794 [On the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 794 of December 30, 2003]. *SPS "Konsul'tantPlyus"* [SPS Consultant]. Available at: <http://www.consultant.ru> [Accessed 12/05/2020].
7. Porfir'ev B.N. (2005) *Opasnost' prirodnykh i antropogennykh katastrof v mire i v Rossii* [Danger of natural and anthropogenic disasters in the world and in Russia]. *Rossiya v okruzhayushchem mire: analiticheskii ezhegodnik* [Russia in the surrounding world: analytical yearbook]. Moscow: Modus-K, Eterna Publ.

- 
8. Vladimirov B.A. et al. (2000) *Upravlenie riskom. Risk. Ustoichivoe razvitie. Sinergetika* [Risk management. Risk. Sustainable development. Synergetics]. Moscow: Nauka Publ.
  9. Vladimirov V.A. et al. (2005) *Radiatsionnaya i khimicheskaya bezopasnost' naseleniya* [Radiation and chemical safety of the population]. Moscow: Delovoi ekspres Publ.
  10. Vladimirov V.A., Isaev V.S. (2000) *Avariino khimicheskie opasnye veshchestva (AKhOV). Metodika prognozirovaniya i otsenki khimicheskoi obstanovki* [Emergency chemical dangerous substances (AHOV). Methods of forecasting and evaluating the chemical environment]. Moscow: Voennye znaniya Publ.