

ванием ядрышкового теста в клетках корней традесканции // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2004. № 2. С. 151-156.

13. Daniel M., Sharpe A., Driver J., Knight A.W., Keenan P.O., Walmsley R.M., Robinson A., Zhang T. and Rawson D. Results of a technology demonstration project to compare rapid aquatic toxicity screening tests in the analysis of industrial effluents // Journal of Environmental Monitoring. 2004. V. 6. P. 855-865.

14. Kwan K.K., Dutka B.J., Rao S.S., Liu D. Mutatox test: a new test for monitoring environmental genotoxic agents // Environ Pollut. 1990. V. 65. № 4. P. 323-332.

15. Усольцев М.В., Дурнев А.Д., Середенин С.Б. Применение флюориметрического метода исследования целостности ДНК на примере оценки генотоксичности диоксида // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2000. Т. 63. № 2. С. 60-62.

УДК 504.056:574

Методический подход к повышению качества технического мониторинга в зонах влияния химически опасных объектов

© 2008. В.А. Алексеев, М.В. Телегина, М.В. Цапок
Ижевский государственный технический университет,
e-mail: lazer@istu.ru

Рассмотрена структура организации технического мониторинга в зонах влияния химически опасных объектов. С целью повышения оперативности, надёжности и достоверности определения возникновения аварийной ситуации предложена геометрическая расстановка постов наблюдения на местности с использованием принципа «треугольника» и взаимной корреляции во времени аварийных измерительных сигналов.

Structural organization of technical monitoring is examined within the impact of zones of chemically dangerous objects. To increase reaction, reliability and certainty of emergency identification, it is offered to use the geometric arrangement of observation posts at site according to the «triangle» principle and mutual time correlation of emergency signals.

Ключевые слова: химически опасный объект, организация технического мониторинга, посты наблюдения, аварийный выброс, заражённое облако

В настоящее время в России и государствах СНГ эксплуатируются более 1000 крупных химически опасных объектов (ХОО) с большим количеством ядовитых и взрывоопасных веществ [1]. К ним относятся хранилища (склады) токсичных химикатов, места их уничтожения, а также средства их транспортировки. Особое место занимают ХОО, на которых хранится и уничтожается химическое оружие.

Одним из важнейших элементов системы обеспечения безопасного функционирования ХОО является мониторинг.

Данный вывод исходит из понимания его основной роли в системе безопасности, состоящей, прежде всего, в том, что мониторинг является первоисточником для получения информации о состоянии объекта. Фактически система мониторинга определяет необходимые условия для правильной оценки обстановки и принятия своевременных решений в случаях возникновения различных чрезвычайных ситуаций.

С точки зрения вида и объёма информации, требующей мониторингового наблюдения, различают технический, экологический, а также мониторинг здоровья персонала и населения, проживающего в районе размещения ХОО.

Согласно классической терминологии, под техническим мониторингом (ТМ) понимают систему наблюдений за источниками и факторами воздействия на окружающую природную среду [2].

С учётом требований, предъявляемых к ХОО в плане обеспечения их безопасной эксплуатации, ТМ должен представлять собой комплексную систему слежения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей природной среды и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Одной из задач проведения ТМ является обнаружение воздействий токсичных химикатов, возникающих при выбросах в атмосферу

с ХОО. Так как ХОО может занимать большую площадь, то для оперативного и качественного принятия решения по выполнению мероприятий ликвидации и локализации выброса токсичного химиката необходимо фиксировать его координаты. Необходимо учитывать и возможность диверсии в зонах влияния ХОО с выбросом токсичных химикатов.

Для решения этой задачи необходимо разработать методический подход по выбору размещения постов наблюдения, в части касающихся контроля зараженности атмосферного воздуха на локализованной территории с возможностью определения координат аварийного выброса.

Для решения вышеуказанной задачи рассмотрим структуру системы ТМ. На рис.1 изображены информационные № 1, 6, 7 и технические № 2 – 5 блоки организации ТМ. Информацию о содержании токсичных химикатов в различных элементах окружающей природной среды собирают посты наблюдения,

и в зависимости от их технической оснащённости она может передаваться в виде проб в химико-аналитическую лабораторию (ХАЛ) либо уже в виде конкретных цифр по радиоканалам непосредственно в информационно-аналитический центр (ИАЦ). ХАЛ и ИАЦ в совокупности представляют подсистему сбора и обработки информации. В дальнейшем ИАЦ выдаёт обработанную экологическую информацию её потребителям. На основании этих данных и осуществляется выполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. На наш взгляд, по результатам проведённого анализа имеющейся нормативно-технической, методической и законодательной базы, в организационной структуре недостаёт информационного блока № 6, выделенного на рисунке пунктиром.

Существуют различные методы для фиксации выбросов в системе ТМ. Например, для обнаружения и измерения концентрации опасных газов в местах аварийного или несанк-

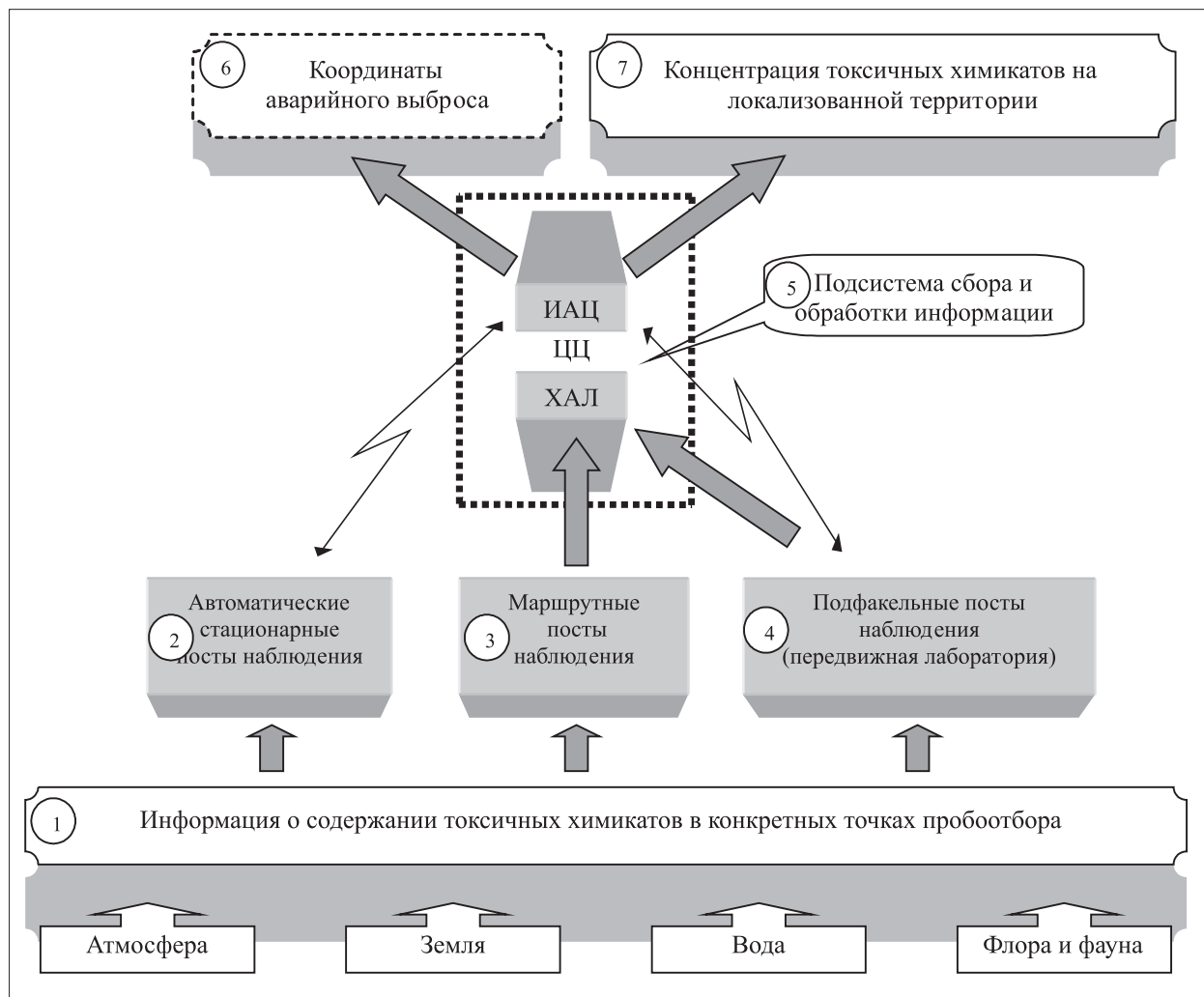


Рис.1. Структура организации технического мониторинга химически опасного объекта

ционированного их появления предложено использовать последовательное облучение места предполагаемого появления опасных газов лазерным излучением, регистрацию отражённого излучения и формирование видеосигналов [3]. Однако данный способ может быть использован лишь на открытой непересечённой местности с одним постом наблюдения.

Для повышения оперативности, надёжности и достоверности определения возникновения аварийной ситуации применяют взаимную корреляцию данных о выбросах с нескольких постов наблюдения [4]. Однако в данном случае отсутствует функция определения координат места выброса.

Таким образом, в настоящее время остается нерешённым вопрос по выбору размещения постов наблюдения, в части касающихся контроля заражённости атмосферного воздуха на локализованной территории с возможностью определения координат аварийного выброса.

Под постами наблюдения понимаются автоматические стационарные, подвижные (маршрутные) и подфакельные посты контроля атмосферного воздуха, предназначенные для получения непрерывной (периодической) информации о метеопараметрах и качестве воздуха во всех зонах влияния ХОО [5].

Полученная постом информация транслируется в ИАЦ системы ТМ для оценки реального состояния воздушной среды на исследуемом участке местности.

Автоматический стационарный (подвижный, подфакельный) пост выполняет следующие функции:

- непрерывное (периодическое) измерение приземных концентраций общепромышленных и специфических примесей, загрязняющих атмосферу;
- непрерывный (периодический) контроль за содержанием в атмосфере населённого пункта и близлежащей территории ХОО токсичных химикатов;
- автоматический отбор проб воздуха для последующего их анализа в ХАЛ на содержание токсичных химикатов, продуктов их деструкции, а также общепромышленных загрязнителей;
- непрерывное (периодическое) измерение метеопараметров в месте установки стационарного поста;
- автоматический сбор зарегистрированной информации с приборно-аналитических средств и средств измерений

метеопараметров, передача информации по каналам связи в ИАЦ.

Количество постов и их расположение можно определить исходя из предположения развития аварийной ситуации на ХОО при взрыве (запроектная аварийная ситуация). При взрыве происходит выброс токсичных химикатов в атмосферный воздух и идёт его распространение преимущественно в направлении ветра с определённой скоростью. Одного поста наблюдения за атмосферным воздухом будет недостаточно для объективной оценки экологической обстановки. Во-первых, для оценки погрешности (точности) результатов измерений, и в отечественной, и в международной практике за действительное значение зачастую принимают общее среднее значение [6] (должно быть несколько постов наблюдения). Во-вторых, если контролируемая местность будет иметь сложно-пересечённый рельеф (высоты, овраги...) для проведения качественного ТМ понадобятся дополнительные посты наблюдения. В-третьих, определить точные координаты выброса токсичных химикатов с использованием одного рассматриваемого поста невозможно.

Установив два поста наблюдения воздушной среды в зоне влияния ХОО и осуществляя контроль возможного выброса даже с использованием корреляции по времени двух параметров, проводимых измерений будет недостаточно для оперативного определения точных координат возможного выброса токсичных химикатов.

Поэтому предлагается в качестве модели для оперативного определения параметров координат возможного выброса токсичных химикатов на местности установить три автоматических поста наблюдения (регистратора), используя геометрический принцип их расстановки «треугольником» (рис. 2).

В общем случае индикаторами возникновения чрезвычайной ситуации, связанной с выбросом токсичных химикатов в воздух при взрыве, могут быть следующие факторы:

- облако заражённого воздуха (фиксируется изменение концентрации токсичного химиката в атмосферном воздухе);
- сейсмическая волна (фиксируется изменение давления в грунте);
- звуковая волна взрыва;
- ударная волна взрыва (фиксируется изменение давления в воздухе) и др.

Рассмотрим пример возможной корреляции по времени двух параметров, характеризующих аварию на ХОО: факт регистрации

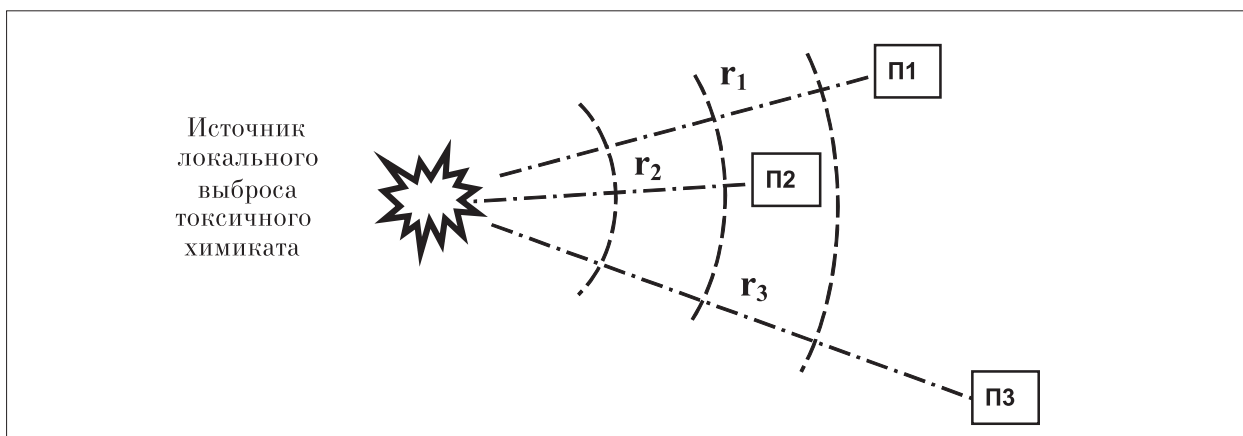


Рис. 2. Схема расположения автоматических стационарных постов контроля атмосферного воздуха (П1, П2, П3 – посты контроля с регистраторами сейсмических и зараженного облака; r – расстояние до поста от источника выброса)

тремя регистраторами сейсмических волн от взрыва на объекте и факт регистрации облака зараженного воздуха.

Для того чтобы система подтвердила достоверность выброса токсичных химикатов, параметры зарегистрированных процессов (концентрация токсичных химикатов в воздухе и изменение давления в грунте от взрыва) должны соответствовать истинным параметрам аварии.

Обозначим R_v – параметры выброса (время выброса, концентрация токсичного химиката в воздухе, мощность взрыва, тип токсичного химиката в выбросе), X_v – координаты выброса, X_i – координаты i -го регистратора (поста наблюдения), R_i – параметры зарегистрированных процессов (время прихода сейсмической волны, время прихода зараженного облака, концентрация токсичного химиката в воздухе, давление во фронте волны, тип токсичного химиката). Тогда для любого i должно выполняться соотношение:

$$R_i = f(R_v X_v X_i), \quad (1)$$

где f – функция, связывающая параметры регистрируемых процессов с параметрами выброса, координатами взрыва и регистратора.

Если все эти соотношения выполняются для всех трёх регистраторов, то можно сказать, что выброс действительно произошёл. Реально для системы распознавания нужно выбрать лишь наиболее существенные, с точки зрения увеличения вероятности правильного решения, соотношения.

Для определения того, выполняется ли то или иное соотношение, нужно знать, кроме координат регистратора (которые нам извест-

ны), также координаты выброса и его параметры.

Координаты выброса можно определить исходя из времени прихода сигналов на регистраторы. Для этого используем тот факт, что скорость распространения сейсмической волны и распространения облака зараженного воздуха различны.

Можно рассчитать расстояние от места выброса до регистратора по интервалу времени между приходом сейсмической волны и зараженного облака, зная примерную скорость их распространения. Расстояние до точки выброса токсичного химиката можно выразить как

$$\begin{cases} r = V_1 \cdot t_1 \\ r = V_2 \cdot t_2 = V_2 \cdot (t_1 + \Delta t) \end{cases} \quad (2)$$

$$(3)$$

где: r – расстояние до точки выброса; V_1 – скорость распространения сейсмической волны; V_2 – скорость распространения зараженного облака; t_1 – время распространения сейсмической волны; t_2 – время распространения зараженного облака; $\Delta t = t_2 - t_1$ – задержка распространения зараженного облака относительно сейсмической волны.

Разрешим эти уравнения относительно известных нам величин:

$$r = \frac{V_1 \cdot V_2 \cdot \Delta t}{\Delta V} \quad (4)$$

Зная расстояние от трёх регистраторов, расположенных в треугольнике, можно однозначно определить координаты выброса токсичного химиката на местности, т. е. X_v (см. рис. 2). Определив координаты выбро-

са, можно проверить выполнение соотношений (1), то есть определить соответствуют ли данные о временных соотношениях вычисленному положению выброса, соответствуют ли параметры всех зарегистрированных данных параметрам выброса, которые определяются на этом же этапе.

Исходя из выполнения или невыполнения этих соотношений, выдается решение о том, что выброс токсичного химиката действительно произошёл (или не произошёл).

Так как скорость распространения сейсмических волн намного больше скорости распространения заражённого облака, то при постановке в выражение (4) выражение (3) примет следующий вид:

$$r = V_2 \cdot t_2, \quad (5)$$

где V_2 – скорость распространения заражённого облака; t_2 – время распространения заражённого облака до регистратора.

Дополнительным признаком корреляции факта взрыва является соответствие расстояний r_i различных регистраторов i до точки взрыва (выброса токсичного химиката) с учётом заданной сетки, в узлах которой установлены регистраторы.

Таким образом, путём геометрической расстановки постов наблюдения на местности с использованием принципа «треугольника» и взаимной корреляции во времени аварийных измерительных сигналов, отражающих параметры сейсмических волн и облака заражённого воздуха, представляется возможным оперативно определять координаты и подтверждать достоверность возможного выброса опасных веществ. Данный подход позволяет осуществлять качественный ТМ в зонах влияния ХОО, расположенных на территориях со сложным рельефом местности.

Предложенный принцип «треугольника» целесообразно использовать:

- на ХОО, размещённых на больших территориях (например, на арсенале хранения химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики);
- в случаях возможных чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом токсичных химикатов;
- в случаях, когда облако заражённого воздуха может прийти с другого ХОО, расположенного в непосредственной близости рассматриваемого объекта.

Литература

1. Горский В.Г., Швецова-Шиловская Т.Н., Кирсанов В.В., Терещенко Г.Ф. Анализ аварийного риска и обеспечение безопасности химически опасных объектов // Химическая промышленность. М., 2002. Вып. 4. С. 1-14.
2. Израэль Ю.А. и др. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометиздат, 1981. Т. IV. 261 с.
3. Пат. 2158423 Российская Федерация, МПК7 G 01 N 21/61. Способ дистанционного обнаружения экологически опасных газов / Н. Андреева, М. Барашков, В. Демкин, Е. Печерский, С. Пшеничников; Государственное унитарное предприятие «НПО Астрофизика». № 99105621/28; Заявл. 22.03.99; Оpubл. 27.10.00
4. Пат. 2271012 Российская Федерация, МПК7 G 01 N 35/00. Способ экологического мониторинга химически опасных объектов / В. Алексеев, Т. Габричидзе, В. Заболотских; Физико-технический институт Уральского отделения Российской академии наук. № 2003132228/28; Заявл. 20.04.05; Оpubл. 27.02.06, Бюл. № 6
5. Толстых А.В., Воронин Б.Н., Капашин В.П., Король Е.Н., Полков А.Б. Система производственного экологического мониторинга – неотъемлемая часть объекта по уничтожению химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. 2000. Вып. 2. С. 115-125.
6. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.