

ББК Ц 926

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИОМОНИТОРИНГА

В.А. Алексеев, И.М. Янников, М.В. Телегина

*ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет»; Главное управление МЧС России по УР;
Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск*

Рецензент А.И. Завражнов

Ключевые слова и фразы: автоматизированная обработка информации; биомониторинг; идентификационный полигон; многомерная классификация; объект уничтожения химического оружия; распознавание.

Аннотация: Рассматривается вопрос автоматической обработки данных диагностического биомониторинга вблизи объекта по уничтожению химического оружия. Для проведения оперативного мониторинга необходимо определить содержание отравляющих веществ в биоиндикаторах с использованием выявленных на идентификационном полигоне зависимостей «доза–эффект» и «время–реакция» и разработанных алгоритмов многомерной классификации.

Целью мониторинга является постоянное изучение объективной оперативной информации о состоянии всех компонентов окружающей среды для информирования органов власти, специализированных служб, отвечающих за безопасность населения и работающего персонала как на объекте по уничтожению химического оружия, так и в зоне защитных мероприятий. В случае необходимости должен быть проведен прогноз для принятия решений о ликвидации возможной аварийной ситуации на объекте по уничтожению химического оружия или других промышленных объектах, расположенных в зоне защитных мероприятий.

Алексеев В.А. – доктор технических наук, профессор, проректор по инновационной работе ИжГТУ; Янников И.М. – кандидат технических наук, первый заместитель начальника Главного управления МЧС России по Удмуртской Республике; Телегина М.В. – кандидат технических наук, научный сотрудник Физико-технического института УрО РАН, г. Ижевск.

Основой комплексного экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия (**ОУХО**), и подсистемы биомониторинга в частности, должна стать экспертно-аналитическая система, задачей которой является многофакторный анализ информации, выявление взаимосвязи поступающих данных первичного мониторинга и установление факторов, позволяющих дать объективную оценку экологической ситуации в районах хранения и уничтожения химического оружия [1, 2].

В отличие от классического подхода к биомониторингу, в отношении мониторинга ОУХО следует выделить две разновидности мониторинга: диагностический и оперативный [2, 4]. Для диагностического мониторинга выбираются биологические системы, способные к интегральному ответу на комплексные воздействия и проявляющие кумулятивный эффект. Данные диагностического биомониторинга представляют собой словесное описание признаков исследуемых биообъектов. Необходимо получить сравнительную оценку исследуемого биообъекта с эталоном. Эталон – это биоиндикатор определенного вида, с параметрами, зависящими от воздействия уровня фоновой концентрации некоторого отравляющего вещества (**ОВ**). Эталоны определяются на экологическом полигоне в результате предварительных исследований по воздействию того или иного фактора (вещества). Экологический полигон позволяет моделировать различные сценарии развития ситуации на объекте в режиме, наиболее приближенном к реальному с определением зависимостей «доза–эффект» и «время–реакция». Задача биомониторинга состоит не только в анализе поведения того или иного вида биоиндикатора, определении содержания ОВ в биообъекте, но и, прежде всего, в выявлении характера развития ситуации на объекте по имеющейся информации. Имеющаяся информация должна учитывать определенные зависимости изменения параметров биообъектов от значений уровня фонового содержания ОВ, особенности миграции и трансформации соединений ОВ в природных средах и особенности биоиндикаторов для спектра видов животных и растений. Так называемые биоиндикаторы могут быть не только индикаторами в чистом виде, но и аккумуляторами и деструкторами по каждому конкретному отравляющему веществу [3].

Для определения принадлежности результатов измерений к определенному эталону (или классу) и, следовательно, для дальнейшего принятия решения о проведении следующего оперативного мониторинга необходима автоматизированная обработка данных – сравнение (классификация) полученных данных в ходе биомониторинга с эталоном, полученным на экологическом полигоне, и получение достоверной информации об уровне содержания ОВ в биообъекте. Поэтому предлагается обработку разбить на 2 этапа.

1 этап. Распознавание принадлежности исследуемого биообъекта определенному эталону.

При этом эталоны задаются в виде словесного описания признаков, которое приводится к относительному описанию. Пусть имеется упорядоченный набор параметров объектов биомониторинга, характеризующихся признаками x_1, \dots, x_n . Эти величины можно рассматривать как составляющие вектора $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, характеризующего пространство при

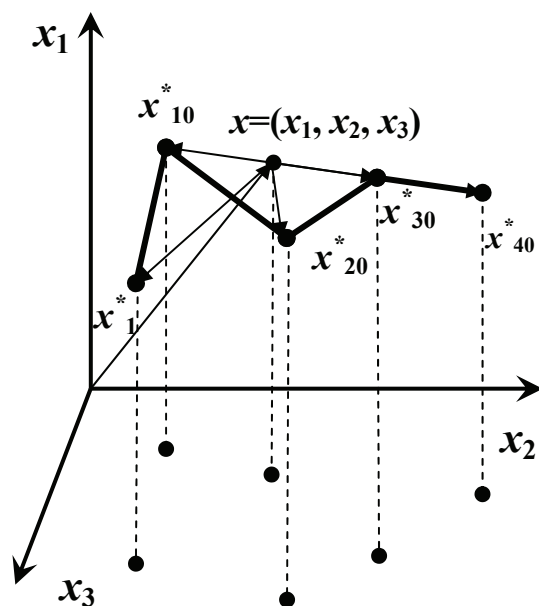


Рис. 1. Геометрическая интерпретация трехмерного пространства параметров

знаков системы распознавания. Множество параметров вида x_1, \dots, x_n образует пространство признаков размерности N , а конкретные точки этого пространства представляют собой классифицируемые (распознаваемые) объекты. На рис. 1 приведена геометрическая интерпретация трехмерного пространства параметров.

Задача решается достаточно просто сравнением расстояний в пространстве параметров от вектора $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, до векторов с параметрами эталонов $x_k^* = (x_1^*, \dots, x_i^*, \dots, x_n^*)$, где $k = (1, \dots, K)$ – количество эталонов для одного биоиндикатора. Полученное расстояние от измеренного значения до значения эталона в пространстве признаков – мера соответствия эталону.

2 этап. Определение уровня содержания ОВ в биообъекте.

Так как вектор, соответствующий исследуемому объекту, может быть достаточно далек в пространстве признаков от векторов эталонов, то анализируемые данные могут иметь промежуточное значение фонового уровня (см. рис. 1). Зависимость параметров эталонов от уровня фонового содержания, можно представить в виде линии в пространстве параметров, отрезки которой соединяют дискретные значения эталонов (1, 10, 20, 30, 40 уровней фонового содержания ОВ). Предлагаемый алгоритм расчета значения уровня ОВ в биоиндикаторе приведен на рис. 2.

Для начала рассчитываются расстояния от исследуемого биоиндикатора до эталонов, выбирается минимальное расстояние и соответствующая эталону точка. Далее определяются координаты точек пересечения нормалей, проведенные к линиям, содержащим смежные к этой точке отрезки. При этом могут существовать три возможных варианта: обе точки

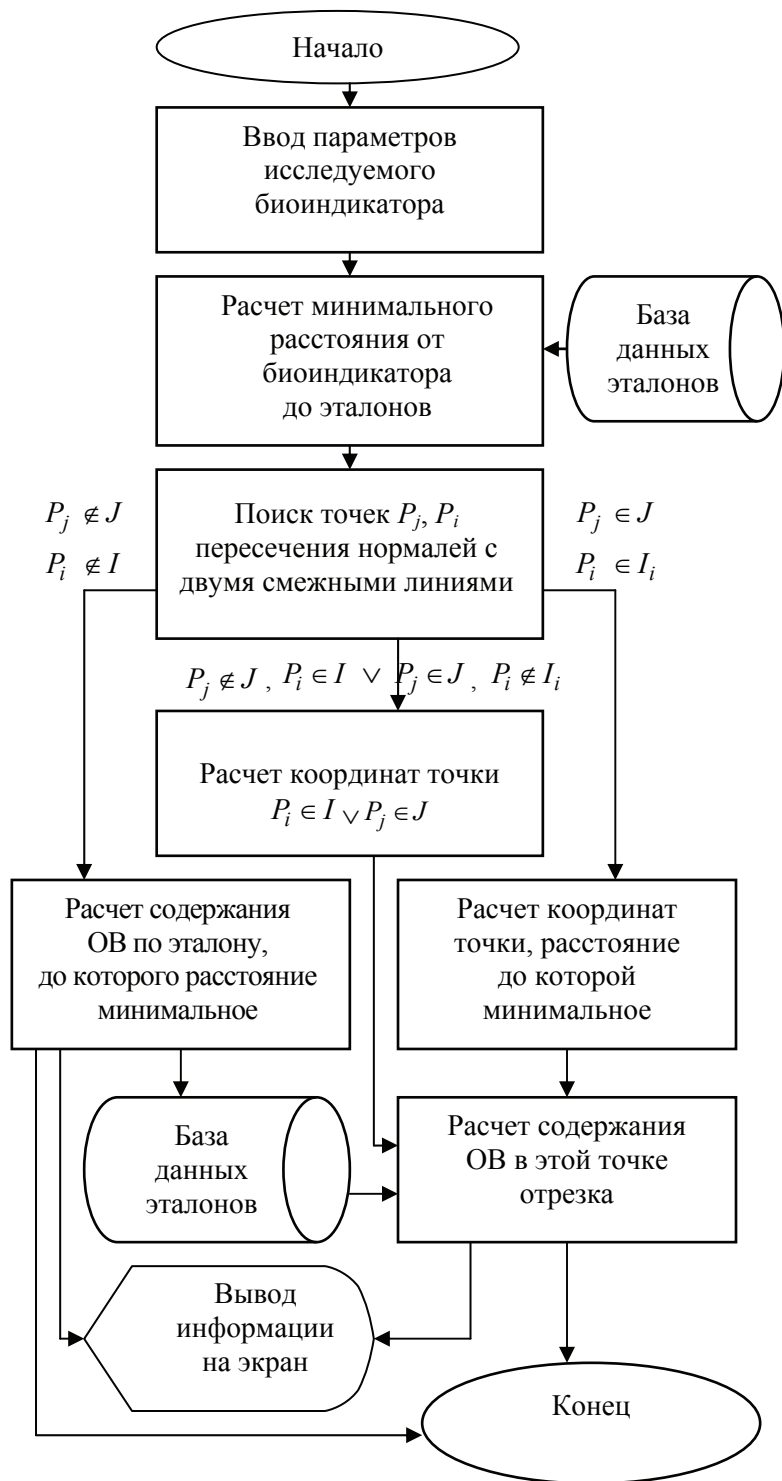


Рис. 2. Алгоритм расчета уровня содержания ОБ

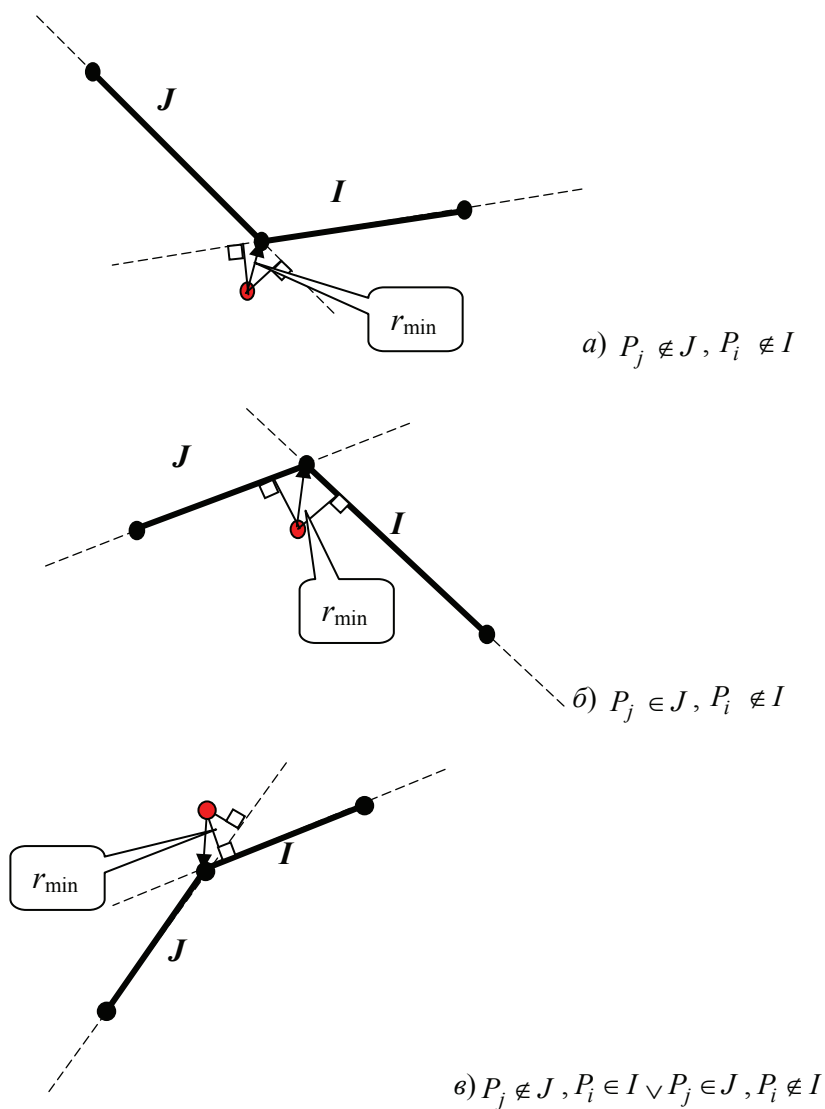


Рис. 3 Варианты расположения точки, соответствующей биоиндикатору, и смежных отрезков

пересечения линий и нормалей к ним не принадлежат смежным отрезкам (рис. 3, а), обе точки пересечения принадлежат смежным отрезкам (рис. 3, б), одна из точек пересечения принадлежит отрезку (рис. 3, в). Здесь J, I – смежные отрезки в пространстве параметров; P_j, P_i – точки пересечения нормалей и линий, содержащих смежные отрезки. Зная расстояние от точки пересечения нормали и отрезка до точки, соответствующей эталону, нетрудно рассчитать предполагаемый уровень фонового содержания ОВ в исследуемом биоиндикаторе с применением процедуры интерполяции (для случаев, представленных на рис. 3, б и в).

Путем линейной интерполяции производится расчет уровня содержания ОВ для точки пересечения нормали и отрезка. В случае отсутствия

одного из смежных отрезков алгоритм определения содержания ОВ – аналогичный.

Для проведения биологического мониторинга время и периодичность отбора образцов проб биоиндикаторов устанавливаются в зависимости от особенностей жизненного цикла организмов таксономических групп. В основном время сбора ограничивается периодом с мая по октябрь. Поэтому в системе автоматизированной обработки информации биомониторинга необходимо предусмотреть выбор сезона (весна, лето, осень), а также время взятия пробы биоиндикатора. В зависимости от реагирования биоиндикаторов сутки разбиваются на 6 частей [4].

С учетом вида ОВ размерность пространства увеличится на три параметра: время, сезон и вид отравляющего вещества.

Промывание почвы дождями уменьшает напряженность общего токсического стресса высших растений и почвенной биоты, ослабляя их угнетенность, и, возможно, несколько снижает количество загрязнителя в корнеобитаемом слое почвы за счет смыва, особенно на площадках со слабой степенью загрязнения.

Поэтому изменения параметров эталонов будут зависеть от среднемесячного количества осадков, что также необходимо предусмотреть. Таким образом, весь процесс автоматизированной обработки данных с целью определения принадлежности эталону состоит из ряда последовательных этапов (рис. 4). Заполнение базы эталонов биоиндикаторов предусматривает ввод первоначальных данных и информации в таблицы-справочники и заполняется один раз. Введенные параметры исследуемого объекта заполняются каждый раз при исследовании нового объекта. На этапе автоматизированного перевода словесного описания в относительную форму при необходимости производится поиск, добавление, удаление, изменение, просмотр и корректировка в базе данных. Выдача информации о рассчитанных параметрах может производиться как на экран, так и в печатном виде.

Проведены эксперименты по апробации методологического подхода к организации биомониторинга с использованием экологического идентификационного полигона. Оценивалось воздействие мышьяксодержащего раствора для липы мелколистной, сосны обыкновенной, кипрея узколистного; для этих биообъектов по результатам биомониторинга и экспериментов сформированы эталоны различного уровня фонового содержания ОВ. На основании выявленных зависимостей «доза–эффект» и «время–реакция» произведен расчет уровня содержания ОВ в исследуемом биообъекте вблизи ОУХО.

Таким образом, автоматизированная обработка данных диагностического биомониторинга на основе разработанного алгоритма позволит получить сравнительную оценку с эталоном и определить уровень содержания ОВ в исследуемом биоиндикаторе с использованием полученных на идентификационном полигоне зависимостей «доза–эффект». Накопленная информация об изменениях, происходящих в биообъектах, будет заноситься в базу данных. Принятие решения о проведении дальнейшего оперативного мониторинга будет зависеть от многих факторов, определяемых регламентом проведения биомониторинга в системе общего мониторинга ОУХО [3].

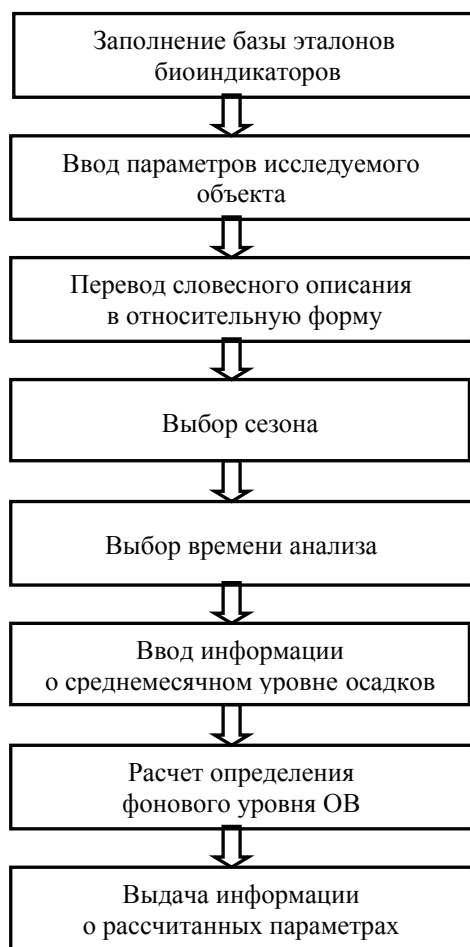


Рис. 4. Этапы автоматизированной обработки данных

Список литературы

1. Алексеев, В.А. Геоинформационная система сбора и анализа экологической информации / В.А. Алексеев, М.В. Телегина, М.В. Цапок // Интеллектуальные системы в производстве ; ИжГТУ. – 2007. – №1. – С. 99–107.
2. Янников, И.М. Изучение влияния мышьяксодержащих соединений и возможность организации прогнозирования чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте / И.М. Янников, Т.Г. Габричидзе, Т.Л. Зубко // Интеллектуальные системы в производстве ; ИжГТУ. – 2007. – №1. – С. 56–63.
3. Янников, И.М. Экологический полигон как база оперативного мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия / И.М. Янников, Н.В. Козловская // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики. – 2007. – № 4. – С. 23–31.
4. Янников, И.М. Изменения регламента биомониторинга при аварийных ситуациях на объектах по уничтожению и хранению химического оружия / И.М. Янников, Н.В. Козловская // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики. – 2007. – №3 (003). – С. 33–35.

To the Question of Automation of Recognition Processes for Solution of Bio-Monitoring Tasks

V.A. Alekseev, I.M. Yannikov, M.V. Telegina

*Izhevsk State Technical University, Izhevsk;
Central Administrative Board of the Ministry
of Emergency Measures of Russia on UR, Izhevsk;
Physical Technical Institute, Ural Branch of Russian Academy
of Science, Izhevsk*

Key words and phrases: automated processing of information, bio-monitoring, identification range, multivariate classification, object of chemical weapon destruction, recognition.

Abstract: The question of automatic data processing of diagnostic bio-monitoring within the range of the object of chemical weapon destruction is considered. To carry out operative monitoring it is necessary to determine the maintenance of poison gases in bio-indicators using the dependences "doze-effect" and "time-reaction" revealed on identification range and the developed algorithms of multivariate classification.

© В.А. Алексеев, И.М. Янников, М.В. Телегина, 2007