

И.М. Янников

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БИОМОНИТОРИНГА ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Приведена разработанная структура экспертно-аналитической системы обработки данных биомониторинга с применением экологического идентификационного полигона, включающая базу данных, базу знаний и правил, подсистему расчета удельного фонового содержания, модуль визуализации и логический модуль, содержащий подсистемы: логического вывода по изменению регламента биомониторинга, анализа ситуации, прогноза и генерации сценариев, классификации и выбора управленческих решений. Подробно описано применение экологического идентификационного полигона.

Биомониторинг; экологический полигон; база данных; регламент; анализ ситуации; поддержка принятия решений.

I.M. Yannikov

STRUCTURE AND FUNCTIONS OF EXPERT-ANALYTICAL SYSTEM OF DATA PROCESSING OF BIOMONITORING OF OBJECT OF DESTRUCTION OF THE CHEMICAL WEAPON

The developed structure of expert-analytical system of data processing of biomonitoring with application of the ecological identification range, including a database, the knowledge base and rules, a subsystem of calculation of the specific background maintenance, the module of visualization and the logic module including subsystems is resulted: a logic conclusion on change of the rules of biomonitoring, the analysis of a situation, the forecast and generation of scripts and classification and a choice of administrative decisions. Application of ecological identification range is in detail described.

Biomonitoring; ecological range; a database; the rules; the analysis of a situation; support of decision-making.

Введение. 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.

Основой комплексного экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия (ОУХО) и подсистемы биомониторинга, в частности, должна стать экспертно-аналитическая система (ЭАС), 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 [5].

Актуальность создания экспертной системы обработки данных мониторинга обуславливается прежде всего значимостью решаемых задач, их сложностью, дос-

таточно малым временем, отведенным на принятие решений при возможной чрезвычайной ситуации. Наличие большого объема данных и знаний определяет значительные временные затраты на принятие решения. Использование эвристических методов в связи с неполнотой и изменчивостью информации в предметной области осложняет эту задачу.

Актуальность. Экспертные системы – это класс автоматизированных информационных систем, содержащих базы данных и базы знаний, способных осуществлять анализ и коррекцию данных независимо от санкции пользователя, анализировать и принимать решения как по запросу, так и независимо от запроса пользователя и выполнять ряд аналитически-классификационных задач. Существует немало разработанных экспертных систем, характеризующихся интеллектуальностью и специализацией, направленных на решение задач в определенной области. Среди таких систем необходимо отметить экспертные системы обработки данных мониторинга окружающей среды [1]. Однако экспертных систем поддержки принятия решений по данным мониторинга биологических объектов для такого объекта, как объект хранения и уничтожения химического оружия, в настоящее время не разработано. Особенностью такой системы должен быть комплексный учет ситуации на объекте не только по данным биомониторинга, но и по всей совокупности данных системы производственного экологического мониторинга (ПЭМ) ОУХО. Экспертно-аналитическая система биомониторинга должна дополнить существующую систему безопасности в районах расположения объектов по хранению и уничтожению химического оружия для независимой оценки влияния объекта на окружающую среду и прогнозирования последствий. При этом необходимо среди всего спектра представителей флоры и фауны выявить индикаторы, аккумуляторы и деструкторы для каждого конкретного поллютанта. Кроме того, данные биомониторинга должны учитывать возможности адаптации биологических объектов к воздействию объекта, т.е. использовать индивидуальные выявленные зависимости «доза – эффект» и «время – реакция» для каждого конкретного вида биообъекта [3, 4].

Предлагаемое решение. Для осуществления компьютерной поддержки принимаемых решений при производственно-экологическом мониторинге объекта уничтожения химического оружия по определению характера влияния ОУХО по данным биомониторинга разработана экспертно-аналитическая система обработки данных биомониторинга. Структура разработанной экспертно-аналитической системы обработки данных биомониторинга приведена на рис. 1.

Экологический идентификационный полигон организован для отработки механизмов влияния тех или иных вредных веществ на биоту и формирования эталонов биоиндикаторов. Для этого использовался участок, являющийся типичным для зоны защитных мероприятий ОУХО по рельефу, почвам, метеоусловиям и другим параметрам.

На экспериментальные площадки полигона вносился мышьякосодержащий раствор в определенных концентрациях, формировались наборы эталонов для каждого конкретного вида биоиндикатора и уровня вносимого раствора.

Именно в условиях полигона можно оценить влияние малых и сверхмалых доз загрязняющих веществ, которые не учитываются инструментальными и классическими методами, поскольку являются для них подпороговыми и не вызывают моментального отклика ни у датчиков, ни у большинства организмов [2].

В отличие от классического подхода к биомониторингу, в отношении мониторинга ОУХО следует выделить две его разновидности:

- мониторинг диагностический, проводимый в течение длительного времени

влияния объекта;

- мониторинг оперативный, который бы позволил быстро оценить состояние среды в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) при любой нештатной ситуации на объекте.

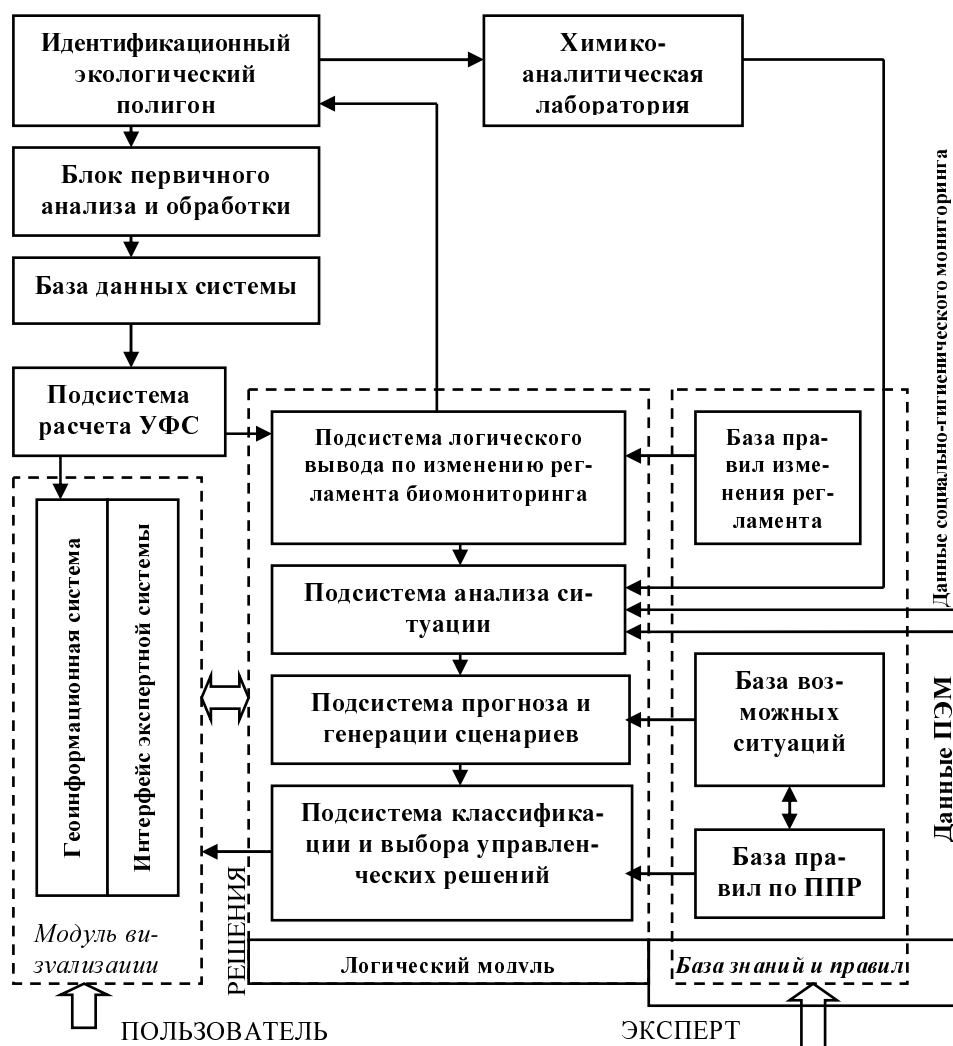


Рис. 1. Структурная схема экспертно-аналитической системы биомониторинга

Для диагностического мониторинга необходимо выбирать биологические системы, способные к интегральному ответу на комплексные воздействия и проявляющие кумулятивный эффект. Основное требование к анализируемым биологическим параметрам, используемым в оперативном мониторинге быстрого реагирования, – это их чувствительность (низкие пороги и незначительное запаздывание ответной реакции).

Эта разновидность мониторинга должна учитывать поправки на возможность приспособления биологических объектов (адаптация, компенсация) к техногенно-

му воздействию с нарастанием интенсивности действия во времени, а также допускать возможность тестовой проверки антропогенного воздействия и отклика биологических объектов на данное воздействие.

На вход блока первичного анализа и обработки поступает информация о результатах проведения диагностического и оперативного биомониторинга. Поступающая информация переводится в формализованные описания, классифицируется по видам биомониторинга. В этом блоке также определяются пути ее обработки.

База данных системы предназначена для хранения в формализованном виде информации о результатах проведенных исследований и полученных экспериментальных путем при моделировании аварийных ситуаций на ОУХО. Данные представляют собой информацию о сформированных эталонах с указанием вида биоиндикатора, количества вносимого мышьякосодержащего раствора, сезоне, времени и методах анализа, выявленных параметрах, номера экологических полигонов, на которых проводилось моделирование воздействия объекта. Экологические полигоны могут быть расположены как на территории зоны защитных мероприятий, так и в санитарно-защитной зоне объекта.

Разработана система ввода и хранения данных биомониторинга для эталонов биоиндикаторов, при этом выбирается вид биоиндикатора, параметры, время и вид ОБ, по пунктам пробоотбора с указанием геодезических координат и описания пункта, а также информация по методам анализа параметров биоиндикаторов. Имеющиеся в структуре базы данных связи обеспечивают целостность данных, в результате чего невозможно удалить данные, если они используются в других таблицах.

В подсистеме расчета удельного фонового содержания (УФС) определяется уровень УФС ОБ по параметрам исследуемых биообъектов на полигонах в ЗЗМ объекта и вне полигонов, т.е. в местах, где моделирование влияния объекта не ведется, а оценивается только влияние работающего ОУХО. В ходе экспериментов на идентификационном полигоне доказана несостоятельность предельно-допустимой концентрации как опорного значения для определения качества среды [3]. В связи с этим для проведения исследований в качестве опорных использованы фоновые значения. Фон – определенный уровень содержания отравляющего вещества в биоиндикаторе вне действия потенциально опасного объекта. Уровень фонового содержания отравляющего вещества – коэффициент изменения фона. По выявленным зависимостям определяется степень влияния ОУХО в количествах фонового содержания мышьяка с учетом перерасчета уровня в зависимости от параметров окружающей среды. После формирования и записи в базу данных эталонов в подсистеме расчета определяют зависимости «доза – эффект» «время – реакция» для каждого исследуемого биоиндикатора. Проведенные эксперименты показали, что данные зависимости имеют нелинейный двухфазный характер. Для расчета содержания мышьяка в перерасчете на уровни фона с учетом зависимостей использованы разработанный алгоритм многомерной классификации и методы интерполяции [4].

Перечень материалов, подлежащих анализу при разработке исходных данных на создание экологического мониторинга ОУХО, включает в себя планово-картографические материалы района размещения объекта. Поэтому необходима геоинформационная система для визуализации результатов расчетно-аналитических операций по расчету фонового содержания мышьяка в исследуемых биоиндикаторах вблизи ОУХО на карте местности с привязкой к месту взятия пробы биообъекта. Кроме того, геоинформационная система обладает необходимыми инструмен-

тами работы с картой и возможностью анализа пространственного распределения, в том числе и с использованием методов интерполяции, что особенно важно для визуализации возможного развития сложившейся (или смоделированной) ситуации вблизи ОУХО. Модуль визуализации включает также интерфейс экспертной системы.

Логический модуль включает в себя 4 подсистемы:

- 1) логического вывода по изменению регламента биомониторинга;
- 2) анализа ситуации;
- 3) прогноза и генерации сценариев;
- 4) классификации и выбора управленческих решений.

В подсистеме логического вывода по изменению регламента биомониторинга осуществляется анализ данных, и на основании этого анализа изменяют регламент измерений параметров биообъектов. В результате анализа УФС в биоиндикаторах возможно решение о переходе к оперативному мониторингу, которое может быть принято как на основании данных диагностического мониторинга, так и по другим данным системы ПЭМ.

В подсистему анализа поступает информация о внезапном отклике биообъектов. Внезапный отклик – это резкое увеличение УФС отравляющего вещества. Эту информацию необходимо сопоставить с данными социально-гигиенического мониторинга (увеличение количества заболеваний за анализируемый период, в том числе и профзаболеваний). Необходимо проанализировать данные экологического мониторинга системы ПЭМ и данные аналитической лаборатории, полученные с идентификационного полигона на предмет вероятного выброса отравляющего вещества за анализируемый период времени.

Подсистема прогноза и генерации сценариев на основе полученной информации должна классифицировать ситуацию, т.е. отнести ее к определенному классу ситуаций, с известным вероятным прогнозом развития.

Подсистема классификации и выбора управленческих решений – выбирается алгоритм управленческого решения и его уточнение. На основании сложившейся ситуации выбираются возможные предпринимаемые меры. Если нет типовой ситуации в базе знаний, то производится построение алгоритма (записывается ситуация и эксперт определяет ее возможное решение).

Процедуры принятия обоснованных и оптимальных решений, особенно на ранней фазе развития аварийной ситуации, должны быть максимально формализованы. Иначе дефицит времени и отдельные психологические факторы могут быть причиной принятия неадекватных решений лицами, принимающими решения. Поддержка принятия решений должна осуществляться по двум направлениям, в зависимости от выявленного характера влияния ОУХО:

- по переходу к оперативному биомониторингу и в дальнейшем внеочередному проведению мониторинга почвы, воздуха и водных объектов;
- по результатам воздействия объекта на окружающую среду в контролируемых зонах и комплексной оценки состояния контролируемых объектов (выбор из сформированной заранее библиотеки рекомендуемого набора мероприятий, обеспечивающих безопасность населения и персонала).

База знаний и правил предназначена для хранения долгосрочных данных и правил, описывающих целесообразные преобразования данных. Знания (данные и правила) определяет эксперт. Он же обеспечивает полноту и правильность введенных в ЭАС знаний, которые позволят без эксперта решать задачи в области биомониторинга.

В базе знаний хранятся правила изменения регламента биомониторинга, условия перехода от диагностического к оперативному биомониторингу, перечень возможных ситуаций, совокупность данных и правил анализа ситуации, перечень необходимых решений в зависимости от вида сложившейся ситуации. Эксперты, способные заполнить базу знаний системы, решат проблему обеспечения достаточной полноты информации, заносимой в память. Объединение усилий экспертов и разработчиков системы позволят не только выделить ключевые (основополагающие) знания, но и установить их взаимосвязи в структуре данных, а также создать и использовать систему кодирования, позволяющую эффективно применять эту информацию для решения практических задач.

Заключение. Таким образом, разработанная ЭАС даст возможность решения, получения оценок трудноформализуемой и пока нерешенной с использованием ЭВМ задачи обработки данных и изменения регламента биомониторинга, позволит пользователю-непрограммисту вести диалог на естественном языке и применять методы визуализации информации, накапливать данные и знания для получения все более достоверных и квалифицированных выводов или решений.

Данная экспертно-аналитическая система должна стать неотъемлемой частью комплексной многоступенчатой системы экологической безопасности объектов по хранению и/или уничтожению химического оружия и может быть рекомендована для включения в структуру систем безопасности всех потенциально-опасных объектов, оказывающих влияние на окружающую среду. Применение подхода с использованием идентификационных полигонов целесообразно в структуре единой государственной системы комплексного мониторинга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: Учебное пособие: В 6 кн./ Под ред. В.А. Котляревского.
2. *Алексеев В.А., Янников И.М., Габричидзе Т.Г., Телегина М.В.* Прогноз динамики выброса соединений мышьяка потенциально опасным объектом с использованием геоинформационной системы //Сб. матер. IV Международного конгресса ТЗ. Ч.2. Новосибирск: СГГА, 2008.
3. *Габричидзе Т.Г., Янников И.М., Козловская Н.В.* Изучение влияния мышьяк-содержащих соединений и возможность организации прогнозирования чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте //Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск, 2007. №1.
4. *Телегина М.В., Янников И.М., Алексеев В.А.* К вопросу об автоматизации процессов распознавания для решения задач биомониторинга // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2007. №4(10). Т. 1.
5. *Янников И.М. и др.* Экологический полигон как база оперативного мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия //Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики – Ижевск, 2007. № 4.

Янников Игорь Михайлович

Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике

E-mail: mari_tel@mail.ru

426011, Россия, г. Ижевск, ул. Майская, д. 26, кв. 49, тел. 8-906-819-39-18

Yannikov Igor Michailovich

Udmurdy Main Offise Ministru of Extraordinary situations of Russia

E-mail: mari_tel@mail.ru

Flat 49, 26, Maiskay St., Igevsck, 426011, Russia, Ph.: 8-906-819-39-18