

4. Бурков В.Н. Информационно-управляющие системы принятия решений активными субъектами / В.Н. Бурков, В.Н. Кузнецов, Б.В. Палюх // Теория активных систем. Труды междунар. науч.-прак. конф. (17-19 ноября, Москва, Россия). Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 45-47.
5. Кузнецов В.Н. Согласование и оптимизация в иерархических системах с активными элементами / В.Н. Кузнецов. – М.: Институт проблем управления, 1996. – 132 с.
6. Новиков Д.А., Чхарташвили А.Г. Активный прогноз / Д.А. Новиков, А.Г. Чхарташвили. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 101 с.

**Виноградов Геннадий Павлович**

Тверской государственный технический университет.

E-mail: WGP272NG@mail.ru

170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, д. 22.

Профессор.

**Vinogradov Genadiy Petrovich**

The Tver state technical university.

E-mail: WGP272NG@mail.ru

22, Af. Nikitin street, Tver, 170026, Russia.

Professor.

УДК 004.93.11:550.34:502.175

**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, включающий 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, достаточно малым временем, отведенным на принятие решения при возможной чрезвычайной ситуации. Наличие большого объема данных и знаний определяют 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.

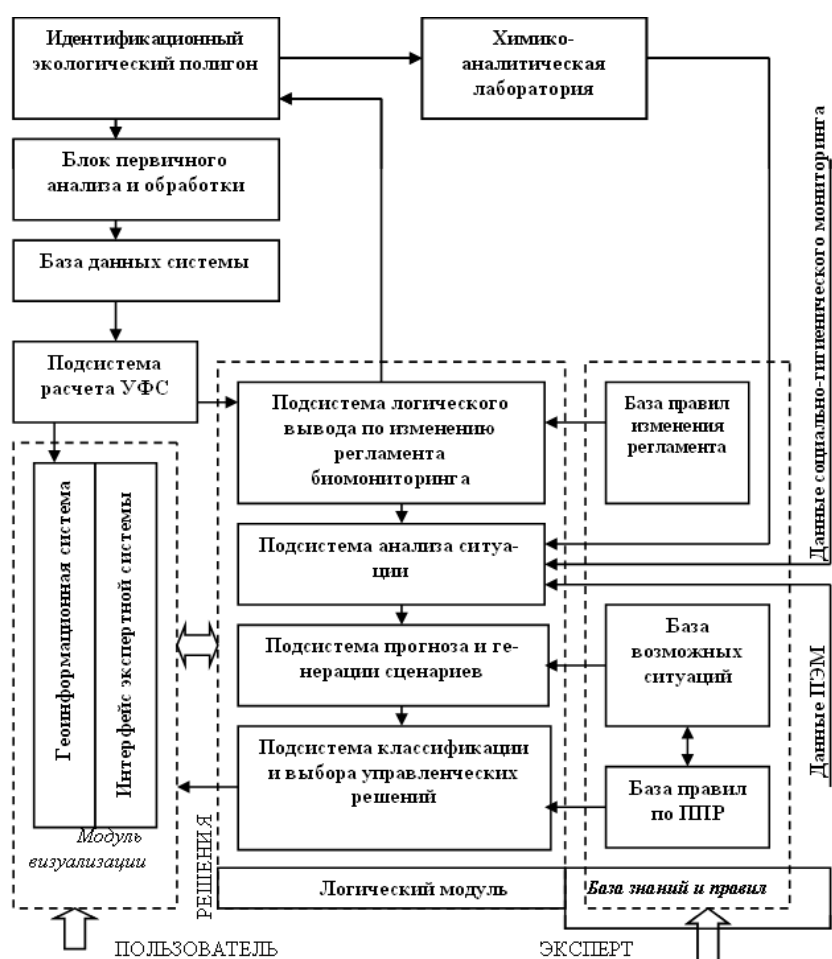


Рис. 1. Структурная схема экспертно-аналитической системы биомониторинга

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.

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 техногенному 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 экспериментальным 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 зоне 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) определяются 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 этало-

нов 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 инструментами 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 четыре подсистемы: логического вывода по изменению регламента биомониторинга, анализа ситуации, прогноза и генерации сценариев, классификации и выбора управленческих решений.

В подсистеме логического вывода по изменению регламента биомониторинга происходит анализ данных, и на основании этого анализа осуществляется изменение регламента 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 книгах / 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. – Новосибирск: СГГА, 2008. – Т. 3, Ч. 2.
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: Изд-во ИжГТУ, 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. – М.: Изд-во Университета им. В.И. Вернадского. – 2007. – № 4 (10), Том 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: astaroth@mail.org.

Тел.: 83412218866; 89068193918.

г. Ижевск, ул. Красногеройская, 73.

Первый заместитель начальника Главного управления МЧС России по Удмуртской Республике.

**Yannikov Igor Mixailovich**

Central administrative board of the Ministry of Emergency Measures of Russia on the Udmurt Republic.

E-mail: astaroth@mail.org.

73, Krasnogeroykaya street, Izhevsk, Russia.

Phone: 83412218866; 89068193918.

The First deputy chief of Central administrative board of the Ministry of Emergency Measures of Russia on the Udmurt Republic.

УДК 681.3

**Ю.А. Кравченко**

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ СТИЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ АГЕНТОВ\***

*Объект внимания данной работы представляет собой метод интеграции результатов психологических исследований когнитивных особенностей личности обучаемого и технологий искусственного интеллекта для создания систем диагностики познавательных стилей с дальнейшей разработкой индивидуальных образовательных траекторий и моделей референтных групп на основе теории многоагентных систем.*

*Познавательные стили; искусственный интеллект; интеллектуальные агенты; индивидуальные траектории; образовательные модели; референтные группы; дивергентное мышление.*

**Y.A. Kravchenko**

**THE METHOD FOR STUDY STYLES DETERMINING BASED ON THE THEORY OF AGENTS**

*The object of attention of this paper is a method of students cognitive personality traits psychological researches results integration and artificial intelligence technologies to create of cognitive styles diagnostic systems with the further individual trajectories, educational models and reference groups development based on the theory of multi-agent systems.*

*Cognitive styles; artificial intelligence; intelligent agents; individual trajectories; educational models; reference groups; divergent thinking.*

**Введение.** Эффективное решение задач совершенствования образовательных процессов в организации профессионально-ориентированного обучения, связанных с выбором содержания, средств и технологий обучения, предполагает представление объектов, субъектов и процессов подготовки и становления будущих специалистов в виде формализованных моделей исследуемой педагогической системы.

---

\* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (гранты № 08-01-00473, № 10-07-90010), г/б № 2.1.2.1652.