

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕРРИТОРИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

© 2009 В.А. Алексеев, И.М. Янников, М.В. Телегина, Р.И. Янников

Ижевский государственный технический университет

Поступила в редакцию 02.10.2009

Для оценки и прогноза влияния потенциально опасных объектов предложена технология биомониторинга с использованием идентификационного экологического полигона. Приведена структура экспертно-аналитической системы. Рассмотрены функции модулей системы. При обработке данных биомониторинга учтены нелинейные зависимости параметров биоиндикаторов от дозы внесенного отравляющего вещества. Логический модуль системы состоит из операций логического вывода, анализа ситуации, классификации и прогноза сценариев, выбора управленческих решений.

Ключевые слова: экологическая безопасность, биомониторинг, экспертно-аналитическая система

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды в РФ в 1995 г.» определяет мониторинг в РФ как «комплекс выполняемых по научно обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей природной среды и экологической безопасностью». Сообщества живых организмов замыкают на себя все процессы, протекающие в экосистеме, поэтому ключевым компонентом мониторинга окружающей среды является мониторинг состояния биосферы. Для проведения оценки и прогноза влияния потенциально опасных объектов (ПОО) предложена новая технология проведения биомониторинга с использованием идентификационного экологического полигона, реализованная на примере объектов уничтожения химического оружия [3]. Суть экспериментов на полигонах заключается в отработке сценариев развития чрезвычайной ситуации (ЧС) на объекте путем моделирования влияния выбросов на биоту.

Для решения данной задачи на экспериментальные площадки полигона вносился мышьякосодержащий раствор в определенных концентрациях. В ходе наблюдений оценивалась динамика изменений состояния

растительности и динамика валового содержания мышьяка в почве. Установлена нелинейность реакции биообъектов на действие загрязнителя. Токсический эффект в организме не прямо пропорционален дозе внесенного раствора, растение «не видит» определенных дозировок загрязнителя [1, 3]. Классическими методами такие зависимости на указанном объекте выявлены не были. В условиях полигона оценивалось воздействие ЗВ, проявляющееся в способности постепенно накапливать мышьяк в почве и живых тканях, вызывая токсические эффекты во втором, третьем поколениях [5]. Возникает проблема достоверного анализа данных биомониторинга, так как влияние малых и сверхмалых доз загрязняющего вещества (ЗВ) не учитываются инструментальными и классическими методами, и являются для них подпороговыми. Поэтому необходимо не просто сравнить данные по биоиндикаторам в зоне влияния ПОО с эталонами биоиндикаторов полигона, но и определить уровень влияния ПОО по выявленным нелинейным зависимостям «доза-эффект» для биоиндикаторов.

Для расчета уровня влияния ПОО, анализа информации, выявления взаимосвязи поступающих данных первичного мониторинга и установления факторов, позволяющих дать объективную оценку экологической ситуации на ПОО, разработана экспертно-аналитическая система (ЭАС) [2], структура которой приведена на рис. 1. На вход блока первичного анализа и обработки поступает информация о результатах проведения биомониторинга на экологических идентификационных полигонах в зоне влияния ПОО.

Алексеев Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, проректор по научно-организационной работе. E-mail: alekseevv@istu.ru

Янников Игорь Михайлович, кандидат технических наук. E-mail: astaroth@mail.org

Телегина Марианна Викторовна, кандидат технических наук, научный сотрудник. E-mail: mari_tel@mail.ru

Янников Роман Игоревич, аспирант

Поступающая информация переводится в формализованные описания, классифицируется по видам биомониторинга. В этом блоке также определяются пути ее обработки. В подсистеме расчета удельного фонового содержания (УФС) определяются уровень УФС ЗВ по параметрам исследуемых биообъектов

на полигонах в зоне влияния объекта и вне полигонов. По выявленным зависимостям определяется степень влияния ПОО в количествах фонового содержания мышьяка с учетом перерасчета уровня в зависимости от параметров окружающей среды.

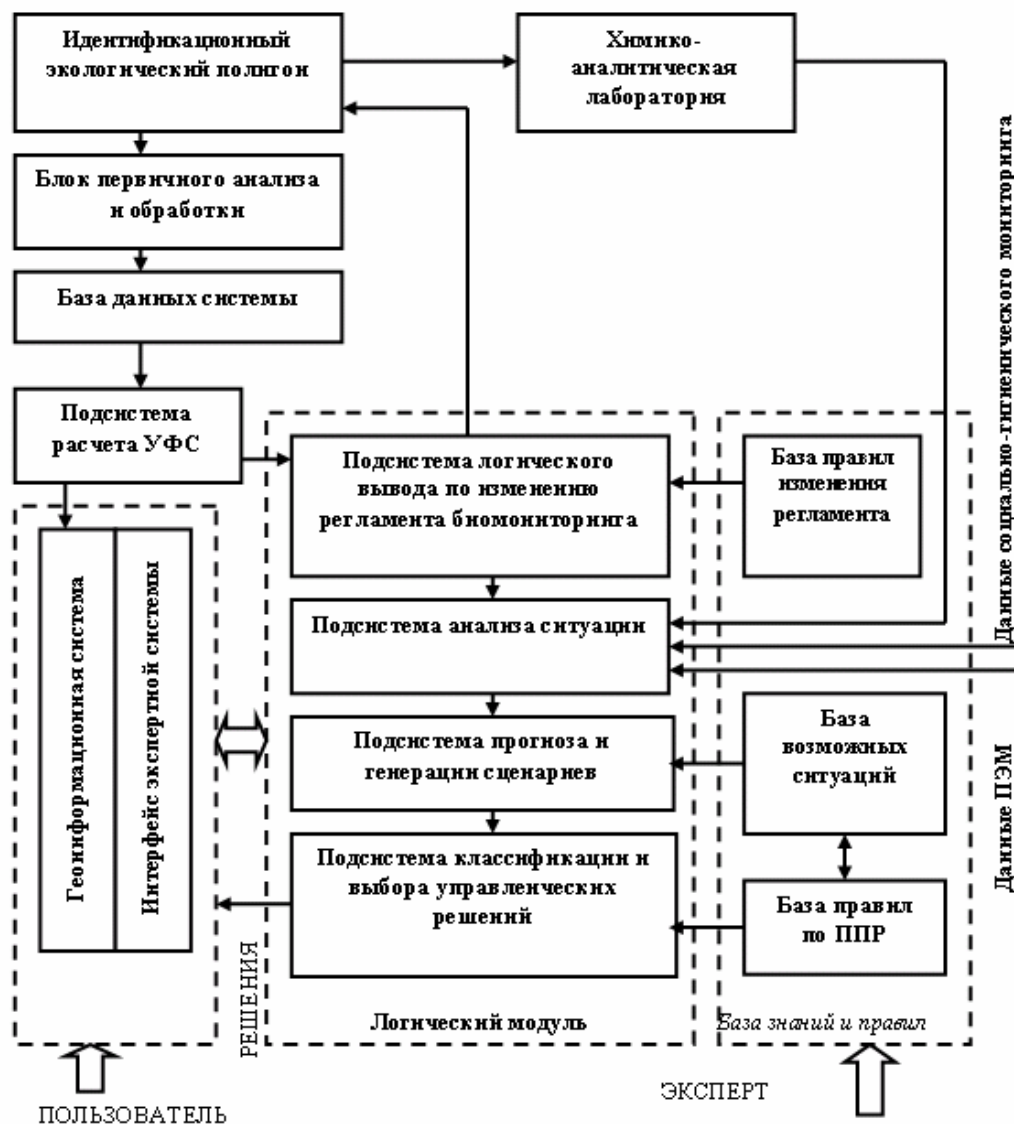


Рис. 1. Структурная схема экспертно-аналитической системы биомониторинга

После формирования и записи в базу данных эталонов определяют зависимости «доза-эффект» «время-реакция» для каждого исследуемого биоиндикатора. Эксперименты показали, что данные зависимости имеют нелинейный двухфазный характер. Для расчета содержания мышьяка в перерасчете на уровни фона с учетом зависимостей использованы алгоритм многомерной классификации и методы интерполяции [1]. Как неотъемлемый атрибут системы обработки данных биомониторинга спроектирована и программно

реализована база данных биомониторинга (рис. 2.) [4].

Для визуализации данных экологического мониторинга на карте местности с привязкой к месту взятия пробы биообъекта по результатам расчетно-аналитических операций расчета УФС мышьяка в исследуемых биоиндикаторах вблизи ПОО применяется геоинформационная система. Пример экологической карты, построенной по данным биомониторинга липы мелколистной, приведен на рис. 3.

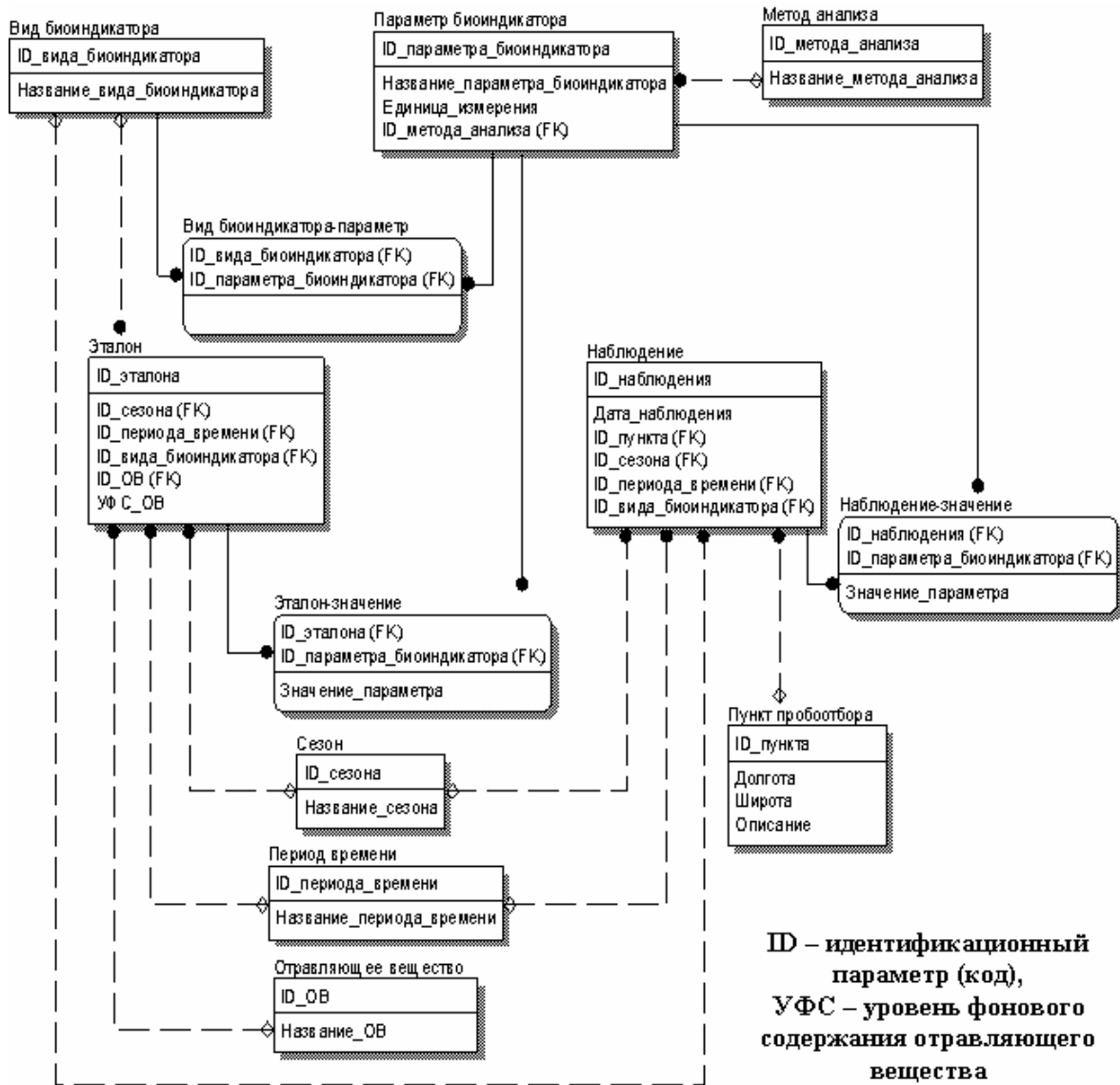


Рис. 2. Логическая модель данных

С целью управления процессом анализа и обработки данных с целью расчета реальных выбросов, интегральных показателей загрязнения среды предусмотрена возможность визуализации данных биомониторинга в виде графика за любой временной период мониторинга объекта, так и построение области распределения данных в виде экологической карты.

Логический модуль ЭАС 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 подсистему анализа поступает информация о внезапном отклике биообъектов. Внезапный отклик – это резкое увеличение значения УФС отравляющего вещества. Необходимо проанализировать данные экологического мониторинга 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.

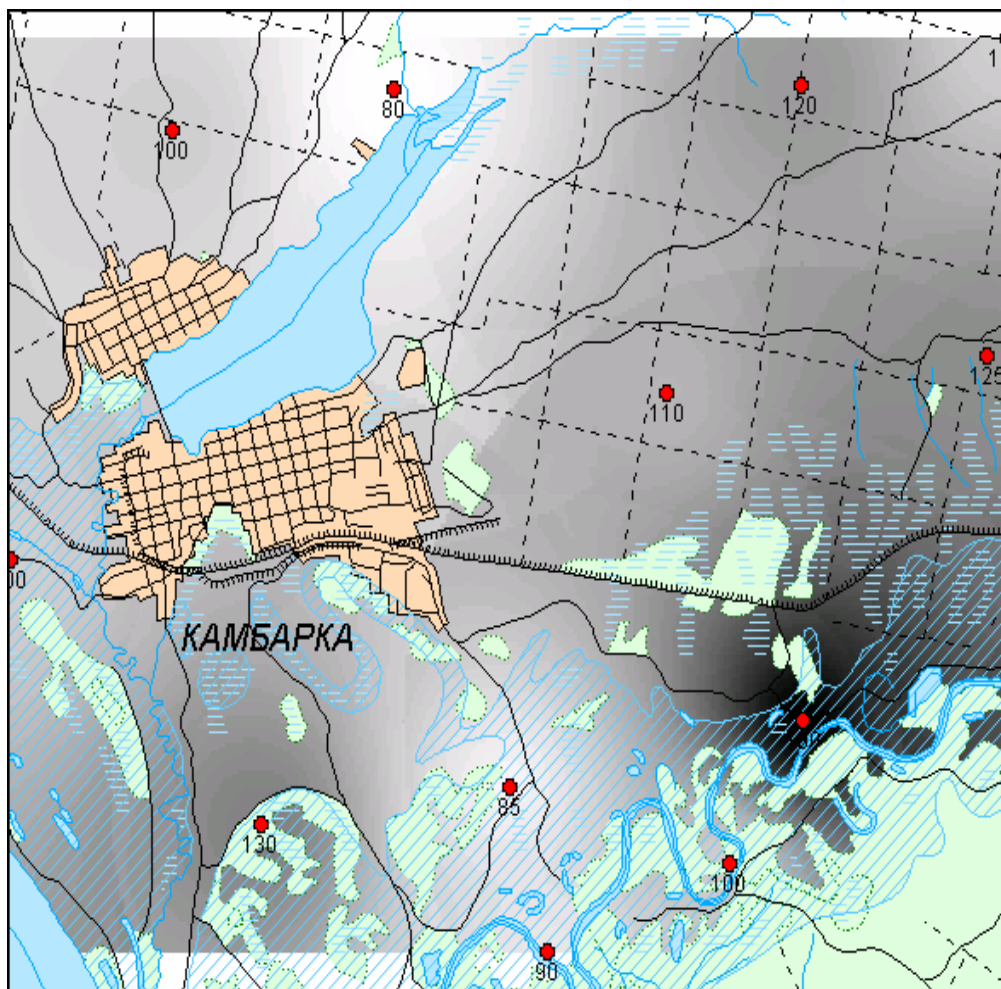


Рис. 3. Пример экологической карты

База знаний и правил предназначена для хранения долгосрочных данных и правил, описывающих целесообразные преобразования данных. 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.

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). Поддержка принятия решений должна осуществляться по двум направлениям в зависимости от выявленного характера влияния ПОО: 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. На данном этапе исследований программно реализована большая часть блоков экспертно-аналитической системы [2]. Конечным результатом работы алгоритма экспертной системы должен быть перечень мероприятий для управления системой экологического мониторинга ПОО в сложившейся на данный момент времени ситуации.

Выводы: предложен и частично реализован инструмент повышения степени достоверности обработки, анализа и визуализации данных биомониторинга, а, следовательно, и обеспечения безопасности экологической обстановки в зоне влияния ПОО. В рамках экспертно-аналитической системы разработаны и внедрены в практику новые технологии

проведения биомониторинга, использующие экологические идентификационные полигоны для выявления зависимостей параметров биообъектов от дозы внесенного отравляющего вещества. Использование полученных зависимостей в расчете уровня влияния объекта позволит не только получить сравнительную оценку с эталоном, но и анализировать ситуацию на объекте и принимать решения по управлению системой экологического мониторинга ПОО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Телегина, М.В.* Решение задачи выявления корреляции пространственно распределенных данных биомониторинга с дозой загрязнений // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Часть 2. Киров: Изд-во «О-Краткое», 2008. – С. 86-89.
2. *Телегина, М.В.* Экспертно-аналитическая система биомониторинга объекта уничтожения химического оружия / *М.В. Телегина, И.М. Янников* // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'08) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2008). – М. Физматлит, 2008. – Т. 2. – С. 14-16.
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, Ижевск. – 2007. - № 4. – С. 23-31.
4. *Алексеев, В.А.* Создание базы данных биомониторинга потенциально опасных объектов / *В.А. Алексеев, И.М. Янников, М.В. Телегина* // Вестник ИжГТУ. – 2008. - №4. – С. 138-143.

EXPERIENCE OF INTRODUCTION THE INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SAFETY OF POTENTIALLY DANGEROUS OBJECT TERRITORIES

© 2009 V.A. Alekseev, I.M. Yannikov, M.V. Telegina, R.I. Yannikov

Izhevsk State Technical University

For estimation and the forecast of influence of potentially dangerous objects the technology of biomonitoring with use of identification ecological range is offered. The structure of the expert-analytical system is resulted. Functions of each module of system are considered. For processing of data biomonitoring nonlinear dependences of parameters of bioindicators from a dose of the brought poison gas is account. The logic module of system consists of operations of a logic conclusion, the analysis of a situation, classification and the forecast and generation of scenarios, a choice of administrative decisions.

Key words: *ecological safety, biomonitoring, expert-analytical system*

*Vladimir Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Prorector on Scientific and Organization Work. E-mail:
alekseevv@istu.ru*

*Igor Yannikov, Candidate of Technical Sciences. E-mail:
astaroth@mail.org*

*Marianna Telegina, Candidate of Technical Sciences,
Research Fellow. E-mail: mari_tel@mail.ru*

Roman Yannikov, Graduate Student