



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Е.Л. Кулида, И.П. Крюкова, В.Г. Лебедев (ИПУ РАН)

Рассматриваются структура и функции систем экологического мониторинга, разработанных и реализованных в зонах влияния объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Организационную и техническую основу обеспечения безопасности при уничтожении химического оружия в РФ составляют развитые системы мониторинга и контроля, в том числе системы экологического мониторинга окружающей среды в зоне влияния объектов хранения и уничтожения химического оружия. Система экологического мониторинга – это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, обеспечивающая требуемую достоверность контроля уровней концентраций отравляющих и загрязняющих веществ в природных средах для принятия эффективных управляющих решений, направленных на обеспечение экологически безопасной эксплуатации объекта повышенной опасности.

Структура интегрированной системы экологического мониторинга

Перед разработчиками системы экологического мониторинга в зоне влияния объектов хранения и уничтожения химического оружия (в районе п. Горный Саратовской области, в районе г. Камбарка Удмуртской республики, в районе п. Марадыковский Кировской области) была поставлена задача обеспечения эффективной реализации следующих основных функций:

- автоматический и автоматизированный сбор экологической информации;
- накопление, отображение, анализ информации, полученной в результате мониторинга;
- оценка полученных результатов наблюдений на соответствие критериям контроля, установленным для данного объекта мониторинга на основании нормативных документов и соответствующих требований промышленной и экологической безопасности;
- обработка информации для получения общей картины загрязнения, для вычисления прогнозов, интегральных оценок экологического состояния среды и др.;
- формирование и выдача информации об экологической обстановке в плановом порядке в виде сводных отчетов, картографического материала и т.п.;
- предупреждение о создающихся нештатных или аварийных ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов;
- передача информации в автоматическом режиме в контролирующие организации.

Для реализации этих функций была предложена структура интегрированной системы экологического

мониторинга объекта хранения и уничтожения химического оружия, представленная на рис.1. Измерения концентраций отравляющих веществ и общепромышленных загрязнителей в различных природных средах, характеризующих состояние окружающей среды, обеспечиваются развитой сетью стационарных и передвижных постов контроля, химико-аналитическими лабораториями (ХАЛ).

Для непрерывного контроля параметров качества воздуха, метеопараметров используются специализированные автоматические средства.

Автоматические стационарные посты контроля (АСПК) атмосферного воздуха предназначены для круглосуточных автоматических измерений концентраций определенного набора загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: окислов азота, окиси углерода, суммарных углеводородов и других параметров.

В штатном режиме работы измеренные данные накапливаются в локальных БД АСПК и передаются по радиоканалам связи в информационно-аналитический центр (ИАЦ). В нештатных ситуациях (превышение предельно допустимых концентраций, несанкционированный доступ в АСПК, пожарная опасность и др.) в ИАЦ дополнительно передаются инициативные сообщения от АСПК.

Передвижные экологические лаборатории (ПЛ) предназначены для контроля загрязнения атмосферного воз-

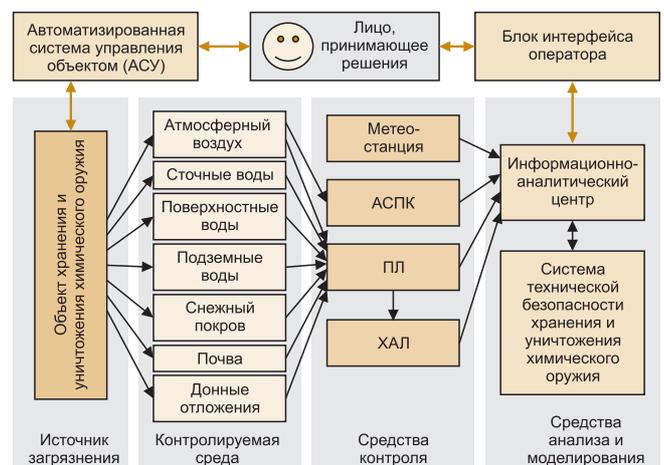


Рис. 1. Структура интегрированной системы производственного экологического мониторинга объекта хранения и уничтожения химического оружия

Этика в экологическом смысле - это ограничение свободы действий в борьбе за существование.

Олдо Леопольд

духа в зоне влияния объекта хранения и уничтожения химического оружия, а также для выполнения экспресс-анализов и отбора проб природных и сточных вод, снежного покрова, донных отложений и почвы для последующего их анализа в ХАЛ и передачи информации в БД ИАЦ.

Автоматическая метеостанция осуществляет круглосуточные автоматические измерения метеорологических параметров: скорости и направления ветра, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха и передает результаты измерений по каналам связи в ИАЦ.

Программное обеспечение системы экологического мониторинга строится на основе клиент-серверной архитектуры. На серверах выполняется основная обработка данных: сбор, структурирование и хранение данных, математическое моделирование, реализация алгоритмов анализа данных и прогнозирования. Клиентские приложения, выполняющиеся на рабочих местах пользователей, обеспечивают интерфейс пользователя при работе с информационной моделью окружающей среды: визуализацию информации, систематизированную организацию доступа к информации, автоматизацию формирования и передачи отчетов и т.д.

Информационная и программно-аппаратная структура ИАЦ обеспечивает высокоэффективную комплексную систему слежения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвы), своевременное предупреждение о создающихся критических ситуациях. На основе анализа поступивших результатов измерений концентраций отравляющих и загрязняющих веществ устанавливается соответствие проведенных измерений утвержденному регламенту по всем контролируемым средам: воздуху, воде, почве, донным отложениям, снежному покрову.

ИАЦ системы экологического мониторинга обеспечивает автоматический и автоматизированный способ формирования и передачи заинтересованным лицам по различным каналам данных о санитарном состоянии объекта УХО, об экологической обстановке в различных зонах объекта и метеопараметров с целью обеспечения принятия решений на их основе. Одним из потребителей информации по спутниковому каналу из ИАЦ является информационно-аналитическая система технической безопасности хранения и уничтожения химического оружия, в которую передается с установленной периодичностью информация о санитарном состоянии объекта хранения и уничтожения химического оружия, об экологической обстановке в различных зонах и населенных пунктах, а также метеопараметры.

Система экологического мониторинга позволяет персоналу, управляющему ТП уничтожения химического оружия, иметь оперативную информацию о состоянии окружающей среды для принятия правильных решений с целью предотвращения экологических катастроф.

Информационная модель окружающей среды

Решение задач, стоящих перед экологическим мониторингом, базируется, в частности, на использовании динамической информационной модели окружающей среды, отражающей пространственно-временную структуру, состояние и взаимосвязи между отдельными элементами экосистемы.

Большое значение для получения достоверной информационной модели окружающей среды имеет обоснованный выбор контролируемых параметров в зависимости от характеристик уничтожаемого химического оружия и ТП его уничтожения, периодичности, способов и методов измерений параметров, числа точек пробоотбора и мест их расположения. На основе количественного химического анализа в точках отбора проб и алгоритмов интерполяции рассчитываются поля рассеяния и распространения загрязняющих и отравляющих веществ в природных средах. Схема пробоотбора оптимизируется и корректируется в соответствии с наблюдаемым и прогнозируемым распределением загрязнителей в природной среде.

Построение информационной модели окружающей среды базируется на определении основных типов сущностей, позволяющих описывать состояние окружающей среды, и их атрибутов, отражающих свойства каждой сущности, определении связей между сущностями и набора ограничений целостности, гарантирующих корректность использования данных.

Ниже перечислены основные типы сущностей:

- источники загрязнения — информация об источниках загрязнения и их характеристиках;
- контролируемые среды — характеристики контролируемых природных сред, для каждой среды определяется набор контролируемых параметров;
- места отбора проб — информация о местах отбора проб с их координатной привязкой;
- контролируемые вещества — информация о физико-химических характеристиках и свойствах загрязнителей, классе опасности, критериях контроля;
- регламент — регламент отбора проб, включающий информацию о местах отбора проб по каждой контролируемой среде, о частоте отбора проб, используемых методиках и способах отбора проб;
- оперативные данные — информация об измеренных значениях концентраций загрязняющих веществ с указанием названия места отбора проб (или его координат), даты/времени отбора проб, прибора, при помощи которого производились измерения и т.д.;
- приборы — информация об используемых приборах;
- события — информация о событиях, происходящих в системе и другие.

Информационная модель окружающей среды в зоне техногенного влияния объекта хранения и уничтожения химического оружия реализуется в виде БД экологического мониторинга [1, 2]. Каждому из указанных типов сущностей в БД экологического мониторинга сопоставляется таблица, атрибутам типов сущностей соответствуют столбцы таблиц. Фрагмент логической

структуры информационной модели окружающей среды показан на рис. 2.

Решение задач, связанных с обработкой больших объемов экологической, картографической и другой информации о состоянии природной среды, невозможно без использования современных информационных технологий и соответствующих инструментальных средств. Хранение, обработка и управление большими объемами изменяющихся данных, к которым необходимо обеспечить доступ в РВ многим пользователям, реализуются на основе использования современных систем управления БД, которые обеспечивают поддержку целостности, многопользовательский доступ, резервное копирование и восстановление, защиту при работе с данными.

Информационная модель окружающей среды строится с целью построения карт рассеяния и распространения загрязняющих веществ в различных природных средах, анализа и оценки состояния экологической обстановки и тенденций ее изменения. Для решения этих задач при обработке накопленных в процессе экологического мониторинга данных о концентрациях загрязняющих и отравляющих веществ в различных природных средах используются следующие основные алгоритмы:

- первичной обработки информации (проверка достоверности информации о загрязнении, приведение информации к виду, удобному для обработки и др.);
- статистической обработки (определение числовых, вероятностных характеристик параметров загрязнения, метеорологических параметров и др.);
- математического моделирования процессов рассеяния вредных веществ в природных средах;
- краткосрочного и долгосрочного прогнозирования загрязнения природных сред;
- управления, определяющие временной режим работы системы, последовательность этапов функционирования, контроль работоспособности системы, приоритет программ обработки данных и др.

Заключение

Системы экологического мониторинга в зонах влияния объектов уничтожения химического оружия предназначены для обеспечения принятия эффективных управленческих решений, направленных на экологически безопасную эксплуатацию таких объектов. В настоящее время критерием допустимого воздействия на природную среду служат нормативные предельно-допустимые концентрации загрязняющих и отравляющих веществ. Однако при таком подходе не учитывается возможность накопления этих веществ в компонентах экосистемы, эффект от совместного воздействия комплекса загрязнителей, не учитывается взаимосвязь между стадиями и особенностями функционирования объекта повышенной опасности и природными процессами. И, самое главное, не дается ответ на вопрос, способна ли экосис-

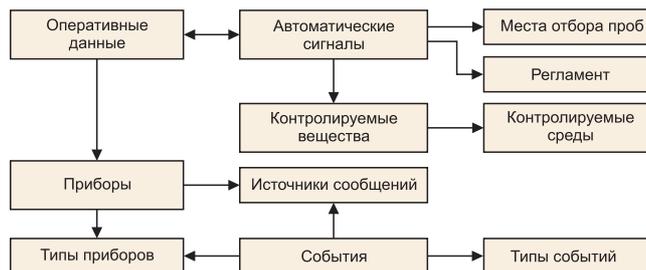


Рис. 2. Фрагмент логической структуры информационной модели окружающей среды

тема нейтрализовать имеющийся уровень загрязнения (за счет различных процессов разрушения, трансформации, выведения за пределы экосистемы) без существенных нарушений динамического равновесия.

Особенностью систем экологического мониторинга в зонах влияния объектов уничтожения химического оружия является то, что объемы загрязнения природной среды при штатном функционировании объекта и различных нештатных ситуациях можно прогнозировать. В этой связи назрела необходимость разработки теоретической базы системного анализа экологической безопасности в зоне влияния объектов повышенной опасности. Основу такого системного анализа могли бы составить компьютерные эксперименты по определению реакции экосистем на внешние воздействия техногенного характера, вычисление порогов критических воздействий, выводящих экосистемы из состояния динамического равновесия и приводящих к деградации природных процессов. Для таких экспериментов необходимо иметь банк математических моделей ТП, реализуемых на объектах уничтожения химического оружия при нормальном и аварийном функционировании, и математических моделей развития экологических процессов в различных природных средах при внешних воздействиях техногенного характера. Однако природные процессы еще недостаточно хорошо изучены, и построение точных математических моделей экологических процессов вызывает серьезные трудности. В настоящее время основу анализа природных явлений составляют статистические методы обработки больших объемов измеренной информации, геоинформационные технологии, методы искусственного интеллекта: интеллектуальный анализ данных, экспертные системы и др.

Список литературы

1. Кулида Е.Л., Лебедев В.Г., Крюкова И.П. Создание базы данных системы производственного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2003. № 8.
2. Кулида Е.Л., Крюкова И.П., Лебедев В.Г. Повышение эффективности запросов к базе данных в системе экологического мониторинга // Автоматизация в промышленности. 2005. № 2.

Кулида Елена Львовна — канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, Крюкова Ирина Павловна — научный сотрудник, Лебедев Валентин Григорьевич — д-р техн. наук, зав. лабораторией Института проблем управления РАН.

Контактные телефоны: (495) 334-92-31, 334-92-49. E-mail: valya@ipu.rssi.ru