

УДК 502.175:519.876.5

И. М. Янников, кандидат технических наук
Главное управление МЧС России по УР

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрены подходы к организации и проведению комплексного экологического мониторинга химически опасных предприятий. Особое место уделено подсистеме биомониторинга с использованием идентификационного полигона, приведена ее структура. Представлена блок-схема алгоритма диагностического биомониторинга.

«Основами государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально-опасных объектов от угроз техногенного, природного характера и террористических актов» предусмотрено создание систем мониторинга опасных объектов для своевременного обнаружения и предотвращения, а также оценки и прогнозирования последствий выбросов (вылива) в окружающую среду отравляющих веществ и продуктов их деструкции.

Безопасное функционирование объекта определяется целым рядом различных факторов, в том числе максимально достоверным и своевременным прогнозом сложившейся ситуации, необходимым для принятия обоснованных управленческих решений, в основе которых лежат различные виды прогнозов продолжительностью от одних суток (оперативный) до года и более (долгосрочный).

В ходе эксплуатации на объект воздействуют различные природные и техногенные факторы (ураганы, землетрясения, удары молнии, сбои в работе оборудования, внешние факторы и т. д.), каждый из которых может привести к возникновению чрезвычайной ситуации. Своевременное обнаружение источника опасности позволит выполнить комплекс профилактических мероприятий по недопущению чрезвычайных ситуаций, максимально возможному снижению масштабов ущерба и оперативному реагированию на данную чрезвычайную ситуацию (ЧС).

Структурная схема мониторинга и прогнозирования приведена на рис. 1.

Для химически опасных объектов основным поражающим фактором является выброс опасного вещества, способного за незначительный промежуток времени нанести большой ущерб населению и окружающей природной среде.

Существующие в настоящее время методы контроля загрязнений дают достаточно точную и оперативную оценку состояния окружающей среды в пределах санитарно-защитной зоны, в зоне защитных мероприятий действенность контроля гораздо слабее.

Наиболее распространенными являются инструментальные методы контроля загрязнений в рабочей зоне, для осуществления которых используются датчики производственного контроля, которые дороги, имеют порог чувствительности, не учитывают поведение веществ из состава выбросов в окружающей среде, их распространение и трансформацию в природном ландшафте, реакцию биосистем (включая человека) и отдаленные последствия.

В рамках работ по созданию и совершенствованию систем комплексной безопасности критически важных и потенциально-опасных объектов создана межве-

домственная рабочая группа Главного управления МЧС России по Удмуртской Республике и Ижевского государственного технического университета. Разработанные в течение ряда лет этой группой новые, более совершенные подходы к организации и проведению комплексного мониторинга реализованы на ряде химически опасных предприятий, продолжают работы по внедрению подсистемы биомониторинга в системы безопасности других потенциально опасных объектов.

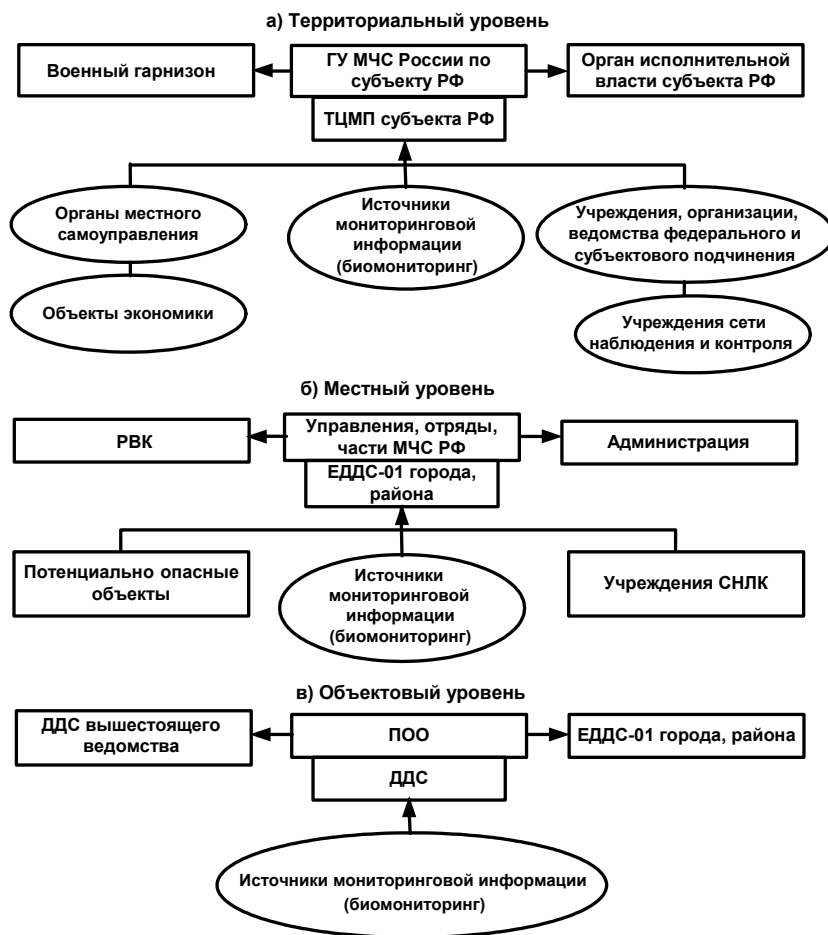


Рис. 1. Структурная схема системы мониторинга и прогнозирования ЧС

Основные подходы к организации подсистемы биомониторинга потенциально опасных объектов рассмотрим на примере объекта по уничтожению химического оружия (ОУХО). Как правило, в зоне защитных мероприятий применяют методы классического экологического мониторинга, состоящего из двух частей: геоэкологического, заключающегося в отборе проб и анализе сред на содержание каких-либо загрязняющих веществ, и биоэкологического, использующего методы популяционной экологии. Этот отбор требует сбора и накопления большого массива разнообразных данных, что весьма не эффективно в плане финансовых и времен-

ных затрат. Кроме того, собранные данные не учитывают отдаленных последствий воздействия малых доз загрязнителя, не имеют поправок на адаптивные и компенсационные механизмы биообъектов.

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

1. Мониторинг диагностический, проводимый в течение длительного времени влияния объекта. Для диагностического мониторинга необходимо выбирать биологические системы, способные к интегральному ответу на комплексные воздействия и проявляющие кумулятивный эффект.

2. Мониторинг оперативный, который бы позволил быстро оценить состояние среды в ЗЗМ при любой нештатной ситуации на объекте. Основное требование к анализируемым биологическим параметрам, используемым в мониторинге быстрого реагирования, – это их чувствительность (низкие пороги и незначительное запаздывание ответной реакции).

В целях обеспечения безопасности на объектах УХО вышеуказанной межведомственной рабочей группой с 2005 г. проводится серия экспериментальных исследований с использованием идентификационного полигона.

Общей целью всех проводимых экспериментов является оценка и прогноз влияния потенциально опасных объектов, в частности объектов уничтожения химического оружия, на окружающую среду. Суть экспериментов – отработка сценариев развития ЧС на объекте путем моделирования влияния выбросов на биоту, в режиме наиболее приближенном к реальному с определением зависимостей «доза–эффект» и «время–реакция».

Сценарий развития ЧС в зоне влияния объекта в значительной степени определяется местными условиями. Поэтому точно прогнозировать сценарии ЧС возможно лишь при обработке механизмов влияния тех или иных вредных веществ на биоту на конкретной территории, в тех же ландшафтных, климатических, литологических условиях, в которых находится сам объект и большая часть его зоны защитных мероприятий.

Для решения данной задачи на экспериментальные площадки полигона вносились мышьяк, содержащий раствор в определенных концентрациях. В ходе наблюдений оценивались следующие показатели: динамика изменений состояния растительности (внешний вид, размеры, обилие, видовой состав растений) и динамика валового содержания мышьяка в почве (его перемещение в пределах почвенного профиля). Установлено, что соединения мышьяка способны перемещаться по профилю вместе с частицами почвы. Также установлена нелинейность реакции биообъектов на действие загрязнителя. Токсический эффект в организме не прямо пропорционален дозе внесенного раствора, растение «не видит» определенных доз загрязнителя. В таблице приведен пример изменения количества видов растений на контрольной площадке при различных вносимых значениях предельно допустимой концентрации (ПДК).

Изменения количества видов растений при различных значениях ПДК

Количество видов (исходное)	Количество ПДК			
	1 ПДК	1,5 ПДК	2 ПДК	2,5 ПДК
20	15	11	16	8

Классическими методами такие зависимости на указанном объекте выявлены не были. В условиях полигона можно оценивать 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. Данное воздействие может иметь кумулятивный эффект, проявляющийся в способности постепенно накапливать мышьяк в почве и живых тканях, вызывая токсические эффекты во втором, третьем поколениях [1].

На полигоне возможно выявление наиболее чувствительных индикаторов с последующим созданием индикационных экологических шкал, которые помогают оценить степень загрязнения участка местности до проведения лабораторного анализа. Структура предлагаемой подсистемы биомониторинга с использованием идентификационного экологического полигона приведена на рис. 2.

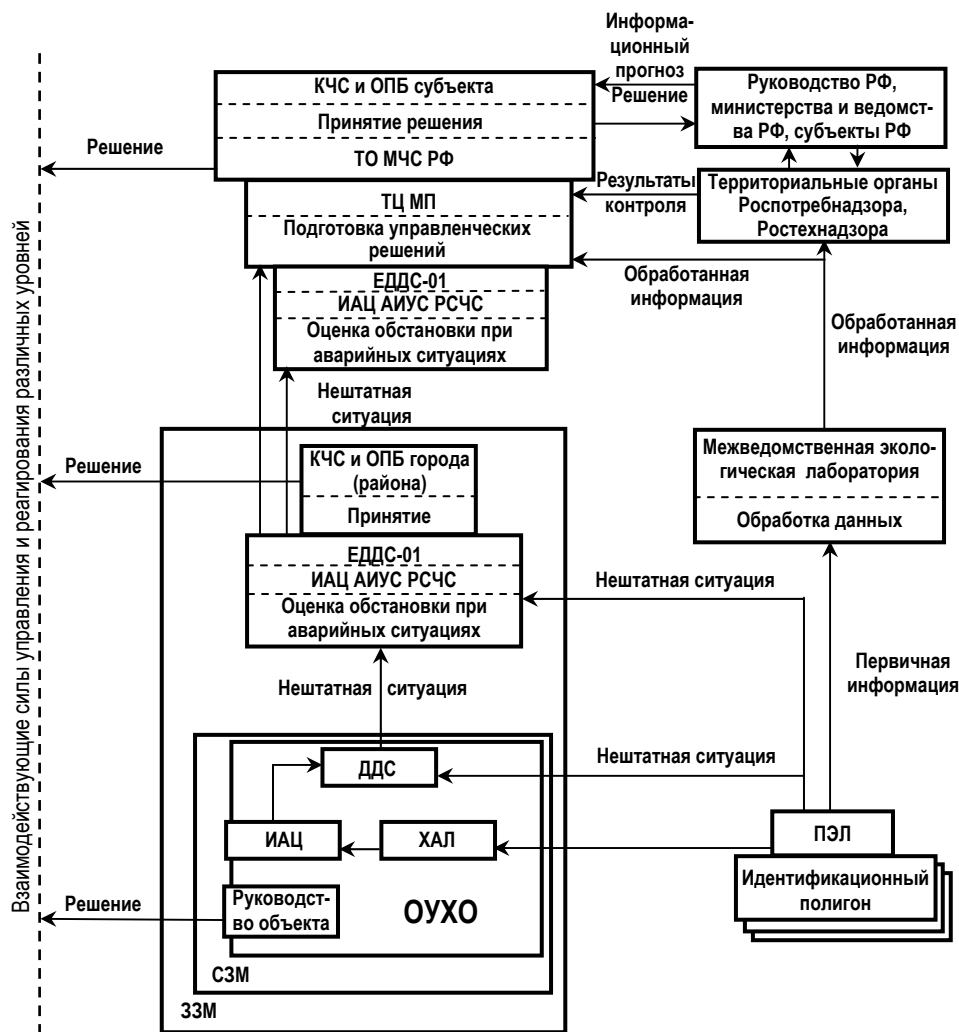


Рис. 2. Система безопасности ОУХО с использованием биомониторинга

Сбор первичной информации с экологических полигонов проводится подвижными лабораториями и передается в экологическую лабораторию объекта. Полученные данные анализируются и используются для составления прогнозов влияния объекта на окружающую среду и подготовки и принятия управленческих решений. В случае возникновения нештатных ситуаций на объекте либо проявления резкого отклика биообъектов на какие-либо вещества первичная информация с подвижных лабораторий кроме стационарных лабораторий направляется в дежурно-диспетчерскую службу объекта и ЕДДС-01 муниципального образования для экстренной оценки обстановки и принятия первоочередных решений.

Стационарные лаборатории производят лабораторный анализ проб почвы и биологических тканей, организуют дополнительный производственный контроль на границах рабочей и промышленной зоны ОУХО и санитарно-защитной зоны. Информационно-аналитический центр объекта (ИАЦ) по каналам передачи данных осуществляет сбор информации от стационарных и подвижных постов контроля производственного мониторинга и химико-аналитической лаборатории, проводит статистическую, графическую, картографическую обработку полученной информации, организует хранение и накопление данных. Территориальные подразделения Роспотребнадзора и Ростехнадзора осуществляют сбор информации в ходе плановых и внеплановых проверок, производят анализ и обобщение информации. Территориальный центр мониторинга и прогнозирования (ТЦМП) осуществляет сбор, хранение, накопление и обобщение данных, производит сравнительный анализ и оценку полученной информации; осуществляет прогноз влияния объекта на окружающую среду и готовит предложения для принятия управленческих решений. Дежурно-диспетчерская служба объекта (ДДС), единые дежурно-диспетчерские службы города (района), субъекта РФ осуществляют прием экстренных сообщений о возникновении нештатной ситуации, производят обработку и оперативную оценку полученной информации, принимают первоочередные управленческие решения (оповещение, разведка, приведение в готовность сил реагирования, эвакуация персонала и населения и т. д.).

Применение указанного методологического подхода на практике, на наш взгляд, наиболее целесообразно в структуре единой государственной системы комплексного мониторинга. Данная подсистема 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 [2].

Предложенный подход к организации биомониторинга требует с позиции системного подхода соблюдения определенной последовательности действий его проведения. На рис. 3 представлена блок-схема алгоритма диагностического мониторинга при долговременном сборе информации.

Блоки 1 и 2 используются для формирования структуры биомониторинга и построения эталона полигона в условиях отсутствия влияния объекта (до его строительства или пуска в эксплуатацию). Этому предшествуют работы по созданию ОВОС. В зависимости от характера действия объекта и метеорологических условий (характерная роза ветров, климатические изменения) количество площадок полигона может быть различным. Важным элементом этих этапов алгоритма является построение эталона:

$$F_3 = \langle x_1, x_2, \dots, x_i; y_1, y_2, \dots, y_i; z_1, z_2, \dots, z_i \rangle.$$

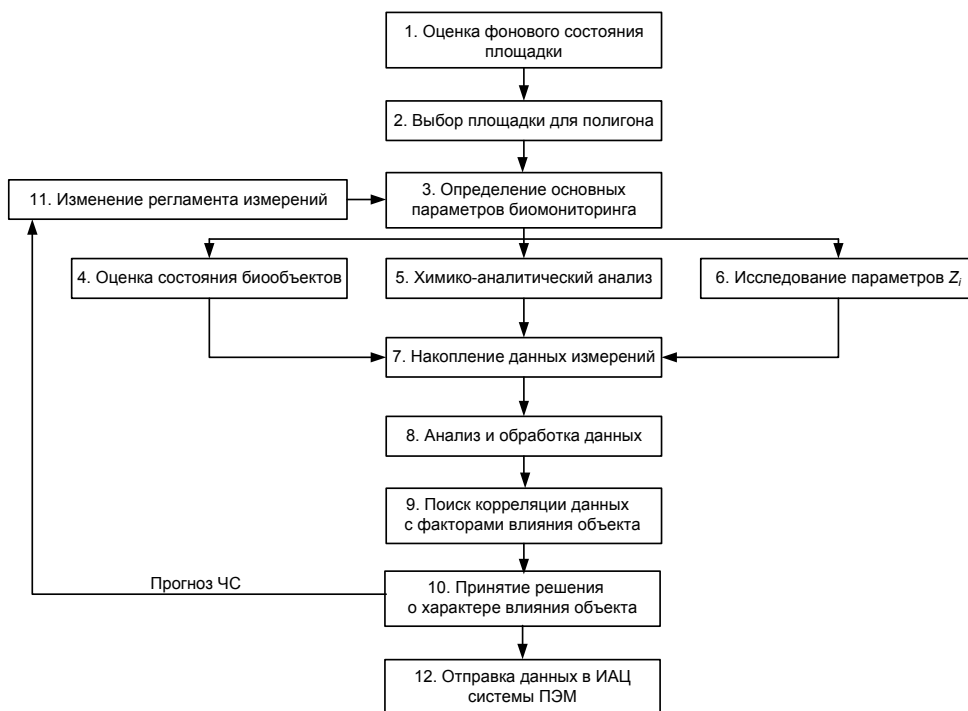


Рис. 3. Блок-схема алгоритма проведения долговременного биомониторинга

Группа параметров $\{x_i\}$ характеризует биообъекты, расположенные на площадках. Группа $\{y_i\}$ описывает основные данные о химико-аналитических свойствах этих биообъектов. Группа параметров $\{z_i\}$ показывает зависимости воздействия предполагаемых веществ в выбросах влияния объекта. Эта группа показателей выделяет предложенный подход из известных видов биомониторинга.

Блок 3 предполагает проведение измерений на выбранном полигоне по сформированной программе и содержит три составляющих: оценка видов (численность, характер биомассы, морфология и т. п.) – блок 4; химико-аналитические измерения (содержание вредных веществ от влияния объекта) – блок 5; изменение параметров z_i – блок 6.

Полученные данные заносятся в базу данных, которая представляет собой исходные материалы для составления эталона F_3 (блок 7) или получения описания влияния объекта в форме группы параметров $\{x'_i\}, \{y'_i\}, \{z'_i\}$, которые представляют в общем виде описание F'_3 .

В блоке 8 происходит обработка полученных данных с целью сравнения F_3, F'_3 .

В случае отклонения полученных данных от эталона устанавливается корреляция между характером влияния объекта и полученными данными. В зависимости от того, насколько велико отличие от эталона, принимается решение об изменении регламента измерений с целью прогноза возможной ЧС (блок 10).

Изменение регламента предполагает изменение частоты отбора проб с какой-либо из площадок, входящих в полигон, а также изменение основных параметров биомониторинга (добавление новых параметров) (блок 11).

Завершающим этапом алгоритма является подготовка данных (упаковка, приведение к определенным формам) для отправки их в ИАЦ системы мониторинга [3].

Переход на оперативный биомониторинг может происходить по двум условиям:

1) на основании результатов долгосрочного мониторинга с изменением регламента измерений;

2) на основании сигнала о ЧС, поступившего от ИАЦ основной системы мониторинга или от руководства объекта.

В этом случае производится корректировка основных показателей измерения, а также при необходимости выбор площадок, на которых необходимо производить измерения.

Как и при долгосрочном биомониторинге, производится исследование параметров, оценка состояния биообъектов, химико-аналитический анализ и оценка сдвига фенофазы по сравнению с контрольной (эталонной). Полученные данные обрабатываются и немедленно отправляются в ИАЦ основной системы мониторинга.

При этом дается сравнительная оценка полученных данных с эталоном и показывается характер изменений биообъектов. Так как эталон должен находиться в тех же условиях, как и прочие площадки, за исключением влияния ХОО, его целесообразно выбирать в пределах близлежащих особо охраняемых территорий, где воздействие человека сведено к минимуму.

Полученные на примере ОУХО данные позволяют сделать следующий вывод: как в долгосрочном, так и в оперативном режиме биомониторинга важнейшим элементом является организация сравнения (классификации) полученных данных в ходе биомониторинга с эталоном, полученным в результате проведения фоновое мониторинга. Включение идентификационного полигона в систему мониторинга ПОО позволяет сократить время получения объективных мониторинговых данных по подсистеме биомониторинга в 3–5 раз, на основе достоверной мониторинговой информации принимать необходимые меры по предупреждению нештатных ситуаций на объекте, а также по минимизации их последствий, значительно повысить уровень безопасности функционирования объекта.

Список литературы

1. 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. – 2007. – № 1. – С. 113–118.

2. Габричидзе, Т. Г. Структура и принцип построения комплексной многоступенчатой системы безопасности критически важного, потенциально опасного объекта / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 55–69.

3. Алексеев, В. А. Алгоритмы обеспечения мониторинга вокруг химически опасных объектов / В. А. Алексеев, Н. В. Козловская, И. М. Янников // Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства : сб. тр. III науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007. – С. 528–534.