

УДК 614.8; 556.18

*Болдырев В.Б., Васильев П.С., Ефимов С.А., Карпенко С.А., Угаров С.Г.*

**РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНО-МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ  
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ  
«ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ»**

Проблема обеспечения безопасного функционирования объектов – источников техногенно-экологической опасности является, и будет являться актуальной для Украины в ближайшем обозримом будущем. После распада СССР на территории Украины осталось значительное количество объектов хранения материалов повышенной опасности (как правило, военного назначения), значительно превышающее потребности государства. Их утилизация требует не только больших финансовых средств, но и значительного количества времени.

Кроме чрезвычайно опасных специальных объектов на территории Украины располагается более 600 полигонов для хранения твердых бытовых отходов. Большая их часть (например, в Крыму около 80% из 32 объектов) превысила нормативные сроки эксплуатации, не обустроена в соответствии с требованиями ныне действующего природоохранного законодательства.

Компанией «Геоинформационные технологии» объединения «Технохимкомплект» на базе семейства программных продуктов ESRI разработан программно-моделирующий комплекс по информационному обеспечению мероприятий, связанных с ликвидацией последствий и прогнозированию возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах хранения материалов повышенной опасности и полигонов твердых бытовых отходов (полигонов ТБО).

Работы были начаты в период после взрыва военных складов в районе села Ново-Богдановка (Запорожская область). Через 46 часов после возгорания складов, нами из сети Интернет ([www.spaceimage.com](http://www.spaceimage.com)) был получен снимок данной территории графического разрешения 1 м/пиксел (Рис. 1А).

Армейские службы оказались не готовы к оперативной ликвидации последствий (не было точной информации о номенклатуре хранимых материалов, потенциальной угрозе, имеющихся технических средствах для ликвидации аварии и т.д.).

Основными составляющими при разработке информационной системы являлись:

- оценка воздействия объекта хранения материалов повышенной опасности на окружающую территорию при возникновении чрезвычайной ситуации на объекте;
- оценка воздействия на объект внешних, потенциально опасных объектов, а также вероятность воздействия неблагоприятных природных факторов.

Основой создания системы служат актуальные пространственные данные на район потенциального воздействия объекта. К таким данным относятся цифровые

карты местности, материалы аэрофотосъемки, космические снимки высокого разрешения. Кроме этого, к базовым пространственным данным относятся сведения о соседних землепользователях, действующих производствах и инженерных коммуникациях.

Одним из ключевых моментов правильного функционирования системы является постоянное поддержание этих данных в актуальном состоянии, своевременное обновление и внесение изменений.

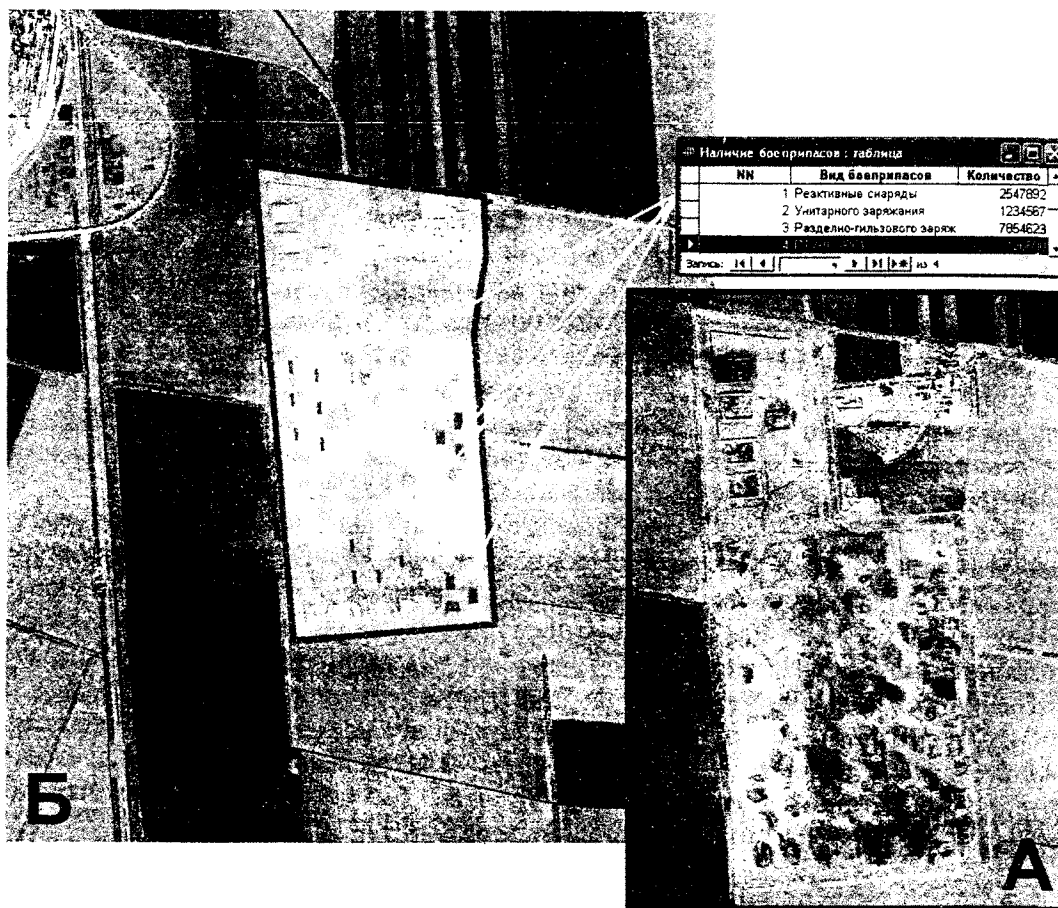


Рис. 1. Космический снимок взорвавшихся в районе с. Ново-Богдановка военных складов (А), полученный из сети Интернет через 46 часов после возникновения чрезвычайной ситуации, а также элементы структуры разработанной геоинформационной базы данных (Б).

Для оценки воздействия объекта хранения материалов повышенной опасности он должен быть классифицирован по номенклатуре хранимых материалов: боеприпасы и артвооружение, горюче-смазочные материалы, химические и радиоактивные материалы и т.д.

В зависимости от класса объекта система позволяет вести непрерывный учет количества и свойств опасных материалов, находящихся на объекте, а также

условий их хранения. Исходя из этих данных, система позволяет произвести расчет видов аварийного воздействия от материалов, хранящихся на объекте, по следующим категориям: механические разрушения, выбросы в атмосферу, растекание жидких веществ. На основе данных о свойствах и количестве опасных материалов, а также на основе базовых пространственных данных, система позволяет произвести расчет зон воздействия объекта на окружающую среду исходя из реальных условий.

Условно, зоны воздействия делятся на три категории (Рис. 2): территория непосредственно объекта хранения материалов повышенной опасности и зона разрушения; зона прямого воздействия; зона потенциального воздействия.

Каждая из этих зон определяется расчетным путем, в зависимости от степени вероятности и возможного воздействия объекта при возникновении на нем чрезвычайной ситуации. На этапе внедрения системы размеры этих зон рассчитываются исходя из максимально возможного воздействия объекта, т.е. максимальной загрузки объекта и максимально опасных материалов, которые на объекте могут находиться.

На основе этих расчетов каждая зона обеспечивается картографическими и другими материалами. Для зоны разрушений предполагается обеспечение картами масштаба 1:2000 и материалами аэрофотосъемки. Зона прямого воздействия обеспечивается картами масштаба 1:10000 и космическими снимками высокого разрешения или аэрофотосъемкой среднего масштаба. Зона потенциального воздействия обеспечивается картами масштаба 1:50000 и космическими снимками с разрешением 10-30 м.

Система предусматривает анализ и выявление объектов, важных для жизнеобеспечения деятельности гражданского населения, находящихся в зоне воздействия, в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Эти объекты разделены на две категории:

- особо важные объекты (крупные населенные пункты, промышленные объекты, инженерная инфраструктура и т.п.)

- особо опасные объекты, находящиеся в зоне воздействия, которые в случае воздействия сами могут оказывать негативное влияние и служить дополнительным источником возникновения чрезвычайных ситуаций.

Система предусматривает выявление таких объектов, оценку опасности воздействия на них, а также оценку возможного ущерба.

Прикладные задачи, решаемые системой на основе ситуационного моделирования:

- определение зон потенциального воздействия объекта;
- определение опасных внешних воздействий;
- оценка возможного экономического ущерба;
- оценка возможного загрязнения атмосферы;
- прогнозирование растекания загрязнителей по поверхности;
- оценка возможного загрязнения грунтовых и подземных вод;
- планирование профилактических мероприятий.

Все эти вышеперечисленные задачи нацелены на оценку возможного ущерба при возникновении на объекте чрезвычайной ситуации. Для ликвидации последствий таких ситуаций и их предотвращения система предусматривает специальный модуль, позволяющий учитывать наличие, месторасположение, работоспособность и мощность средств, необходимых для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, возникшей на конкретном объекте.

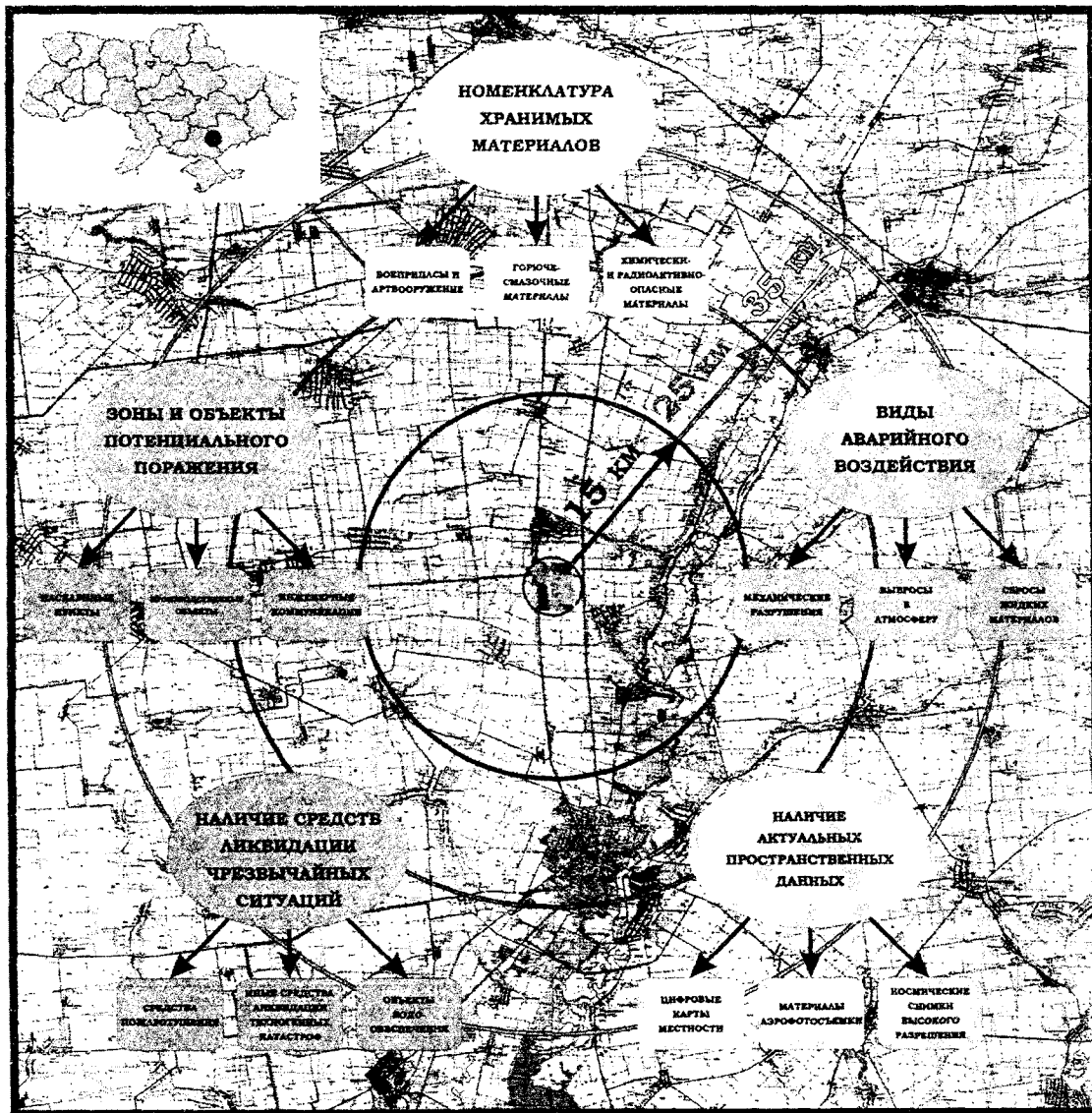


Рис. 2. Структура прогнозно-моделирующего комплекса «Объекты хранения особо опасных материалов»

Этот модуль позволяет значительно сократить время на анализ ситуации, принять наиболее правильное решение по ликвидации последствий, оптимизировать использование всех имеющихся средств для ликвидации последствий, и, что наиболее важно, минимизировать негативное воздействие объекта за счет заранее разработанного плана действий.

Система позволит рассчитать время прибытия на объект необходимых средств ликвидации аварии, оптимизировать маршрут их движения, организовать взаимосогласованные действия по ликвидации чрезвычайной ситуации между различными службами, и, в результате, минимизировать возможные негативные последствия.

Второй по счету, но не по важности, функцией системы является анализ потенциальных негативных внешних факторов воздействия на объект хранения материалов повышенной опасности, которые могут являться причиной возникновения на них чрезвычайных ситуаций. К этой категории относятся природные явления (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и т.п.), а также различные антропогенные воздействия.

Результатом анализа может являться некоторая величина, выраженная в баллах, отражающая вероятность возникновения на объекте чрезвычайной ситуации. Комплексная оценка в баллах всех объектов хранения позволит оценить степень опасности каждого объекта для окружающей среды и для экономики страны, и принять обоснованное решение о его существовании или дальнейшем режиме его функционирования.

В настоящее время проводится тестирование системы на примере одного из оборонных объектов.

Кроме того, компанией «Геоинформационные технологии» была разработана версия прогнозно-моделирующего комплекса для полигона твердых бытовых отходов (на примере Гаспринского полигона ТБО г. Ялта) (Рис.3).

Цель проекта -- обеспечение поддержки управленческих решений, связанных с эксплуатацией мест хранения и переработки твердых бытовых отходов, на основе создания прогнозно-моделирующего комплекса и электронных паспортов современного состояния территорий полигонов ТБО Украины.

Задачи проекта:

- сбор топографо-геодезических и картографических данных о технологической инфраструктуре и особенностях негативного воздействия полигонов ТБО на состояние окружающей среды;
- проведение полного комплекса земельно-кадастровых работ;
- создание информационно-аналитической базы данных «Полигоны ТБО Украины»;
- создание прогнозно-моделирующего комплекса для обеспечения принятия управленческих решений по рациональному и эффективному функционированию полигонов ТБО.

Информационно-аналитическая база данных представляет собой следующие основные параметры: метеоанализы; анализы воды по химическому составу;

параметры водосборных бассейнов; источники загрязнения воздуха и экологические нормативы.



Рис. 3. Полигон твердых бытовых отходов (пос. Гаспра, АР Крым).



Рис. 4. Функции программно-моделирующего комплекса «Полигоны ТБО»

- Функции программно-моделирующего комплекса «Полигоны ТБО» (Рис. 4.):

- визуализация (выбор и добавление новых объектов и информационных слоев – рельефа, зданий и сооружений, дорожной сети, границ и т.д., масштабирование);

- поиск объектов, вывод на экран табличных и графических данных (демонстрация расположения объекта или его части на карте по записи в базе данных, а также наоборот);

- выполнение комбинированных запросов по поиску объекта с набором заданных параметров и визуализацией выявленных объектов на карте. При выполнении пилотного проекта использовались космические снимки Landsat разных лет и аэрофотоснимки, полученные в результате аэровизуальных наблюдений, векторные и растровые топографические планы, а также результаты полевых геоэкологических исследований (Рис. 5).

Программно-моделирующий комплекс позволяет решать следующие типы прикладных задач: эксплуатационно-технические, оптимизации путей транспортировки отходов, выполнять комбинированные пространственно-временные запросы, вести учет поступления отходов по структуре и источникам образования, осуществлять оценку экологической ситуации и факторов на нее воздействующих.

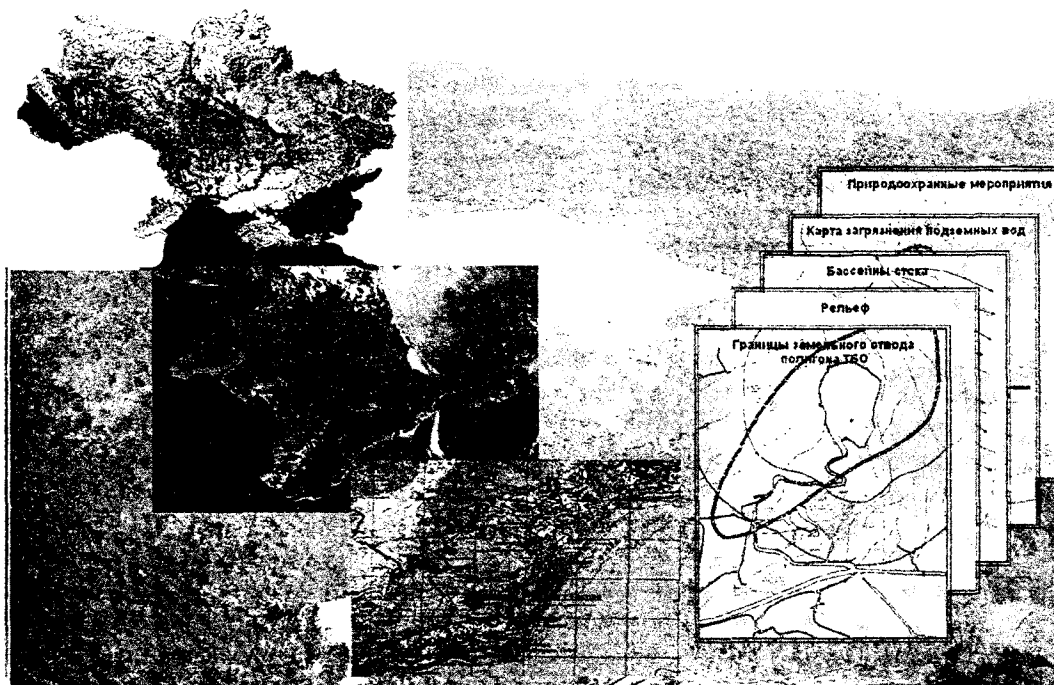


Рис 5. Информационный базис проекта

При этом архитектура системы позволяет выполнять сложные запросы не только по элементам структуры и функционирования отдельного полигона ТБО, но и получать обобщающую информацию из базы данных в разрезе административно-территориальных единиц Украины (Рис.6).

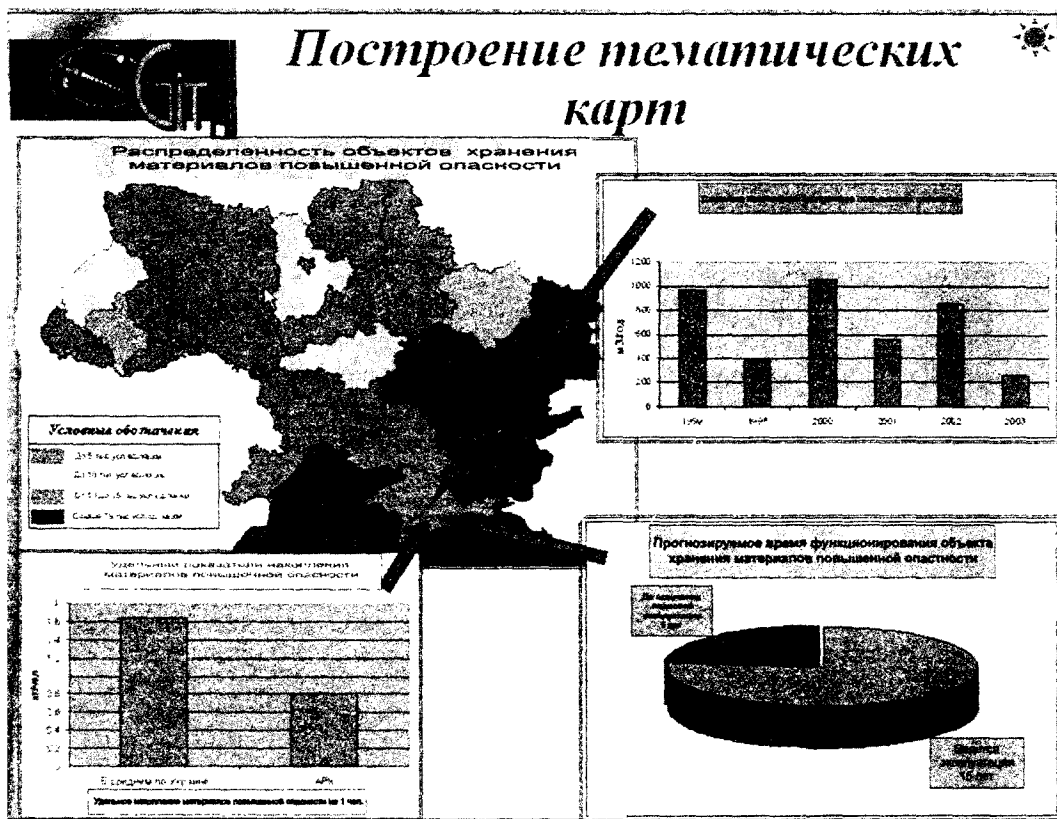


Рис. 5. Структура запросов прогнозно-моделирующего комплекса в разрезе административно-территориальных единиц государства.

Таким образом, разработанные программно-моделирующие комплексы позволяют осуществлять эффективную информационную поддержку управленческих решений, связанных с эксплуатацией объектов - потенциальных источников техногенно-экологической опасности, как в разрезе регионов, так и в масштабах государства в целом.

Статья поступила в редакцию 20.05.05