

**Р.В. Шарапов**

Муромский институт (филиал)  
Владимирского государственного университета

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

*Рассмотрены вопросы применения компьютерных технологий для моделирования чрезвычайных ситуаций. Анализируются возможности использования для этих целей геоинформационных систем.*

***Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации (ЧС), моделирование, информационные технологии, геоинформационные системы (ГИС).*

Обеспечение безопасности населения при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) – важная задача, которой в настоящее время уделяется большое внимание. Интерес представляют и вопросы предсказания последствий чрезвычайных ситуаций, и вопросы их предотвращения. При предсказании последствий ЧС полезно проводить их моделирование. В настоящее время существует множество методик расчета последствий различных происшествий – взрывов, пожаров, наводнений, химических загрязнений и т.д. Большинство из методик хорошо известны, и мы не будем на них заострять внимание.

Интересна задача моделирования ЧС с привязкой к конкретной территории – городу, району, области. Это может быть реализовано при использовании геоинформационных систем (ГИС). Наложение результатов моделирования на картографическую основу позволяет оценить область, подвергающуюся заражению или разрушению [1].

Рассмотрим пример. Пусть необходимо провести моделирование химического заражения выбросом аммиака. При вводе исходных данных указываются объем газа, газ (в нашем случае аммиак), скорость ветра, время, за которое рассчитывается область заражения, точка выброса ( $x_0, y_0$ ) и т.д.

В результате выполнения расчета будет получена некоторая область (обычно похожая по форме на сегмент круга или овал), которая зависит от времени, прошедшего с момента выброса (например, 1 ч).

Представим эту область как  $V$  (множество точек, в которых концентрация вещества выше допустимой нормы).

Область поражения легко может быть наложена в ГИС на карту города (в специально созданном слое), и таким образом будут получены кварталы и районы, подверженные заражению (рис. 1). В качестве ГИС использовалась Ingeo 4.21.

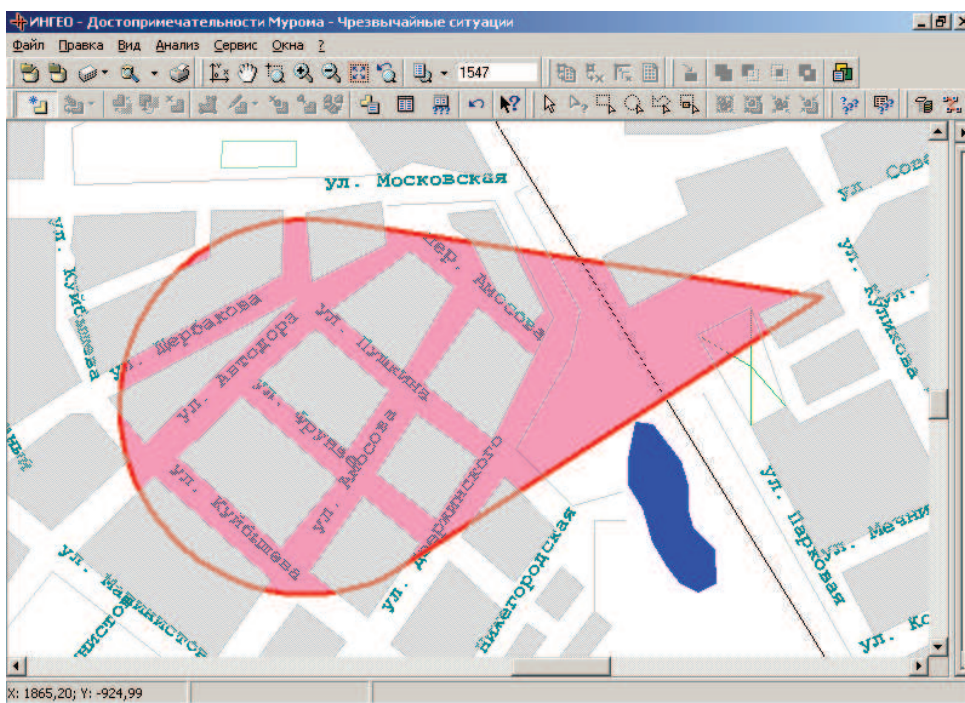


Рис. 1. Пример отображения области заражения аммиаком

Проанализируем теперь проблему идентификации объектов, подверженных поражению при возникновении той или иной чрезвычайной ситуации. Рассмотрим какое-либо химическое заражение (например, аммиаком) [2]. Существует ряд учреждений, которые при возникновении ЧС должны быть быстро найдены и по возможности эвакуированы (детские сады, школы, больницы и т.д.) или им должна быть оказана помощь в первую очередь. Задача нахождения таких учреждений – актуальная и сложная.

Для того чтобы добиться решения задачи, необходимо в геоинформационной системе занести на карту города отдельным слоем (или набором слоев) перечисленные выше учреждения. Каждому учрежде-

нию необходимо поставить в соответствие вектор  $(x, y, t, p)$ , в котором  $(x, y)$  – пространственные координаты,  $t$  – вид учреждения,  $p$  – количество работников. Совокупность векторов  $(x, y, t, p)$  можно представить множеством  $R$ ,  $r_i = (x, y, t, p)$ ,  $r_i \in R$ .

Для того чтобы определить, попадает ли объект в зону заражения, необходимо выполнение условия  $(x, y, t, p) \cap V \neq 0$ .

Тогда множество объектов в зоне заражения  $R^v$  можно представить следующим образом:

$$R^v = R \cap V,$$

где  $r_i^v = r_i \cap V$ ,  $r_i^v \in R^v$ .

Объекты  $R^v$  следует отображать в ГИС другим цветом, изменяя, например, их фон или заливку. На рис. 2 показаны результаты нахождения объектов (прямоугольники с диагональной штриховкой). Надо заметить, что ГИС может предоставить еще одно преимущество – информацию о найденном объекте – адрес, телефон, количество людей в нем в случае подключения тематической базы данных.

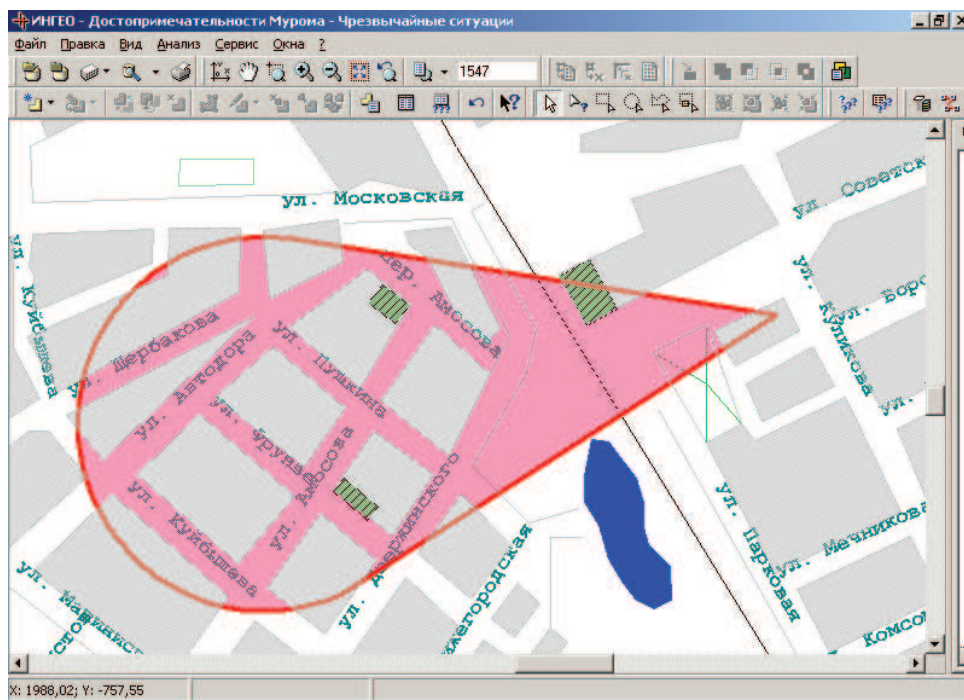


Рис. 2. Пример отображения области заражения аммиаком с идентификацией объектов скопления людей

Еще одним аспектом использования ГИС при моделировании чрезвычайных ситуаций является необходимость учитывать не только единичные ЧС, но и ситуации, которые могут возникнуть как их следствие. Другими словами, необходимо учитывать тот факт, что такая единичная ЧС, как взрыв бензовоза на лесной дороге, может повлечь за собой другую ЧС – лесной пожар и т.д.

Часто моделирование ЧС обычными средствами не позволяет учитывать особенностей территории, где они протекают, – там учитываются в основном законы протекания и распространения процессов. Другая ситуация – с использованием ГИС.

Добавим в геоинформационную систему информацию об объектах, представляющих опасность. Каждому такому объекту  $d_i$  можно поставить в соответствие вектор  $(x, y, t, E^i, G^i)$ . Здесь  $(x, y)$  – координаты объекта,  $t$  – вид объекта (нефтехранилище, бензоколонка и т.д.),  $E^i$  – набор факторов, способных спровоцировать ЧС на данном объекте,  $G^i$  – набор последствий ЧС на данном объекте. Пусть событие на объекте  $d_1$  вызвало последствие  $G^1$ . Тогда оно может спровоцировать ЧС на других объектах  $d_i$ , если  $G^1 \cap E^i \neq 0, i \neq 1$ .

Пусть взрыв на объекте  $d_1$  вызвал возгорание и взрыв на объекте  $d_2$  (бензоколонки) (зона поражения взрывом объекта  $d_1$  пересекла место расположения объекта  $d_2$ ) [3]. В свою очередь взрыв объекта  $d_2$  может вызвать разрушение объекта  $d_3$  (моста), что может повлечь следующие чрезвычайные ситуации (рис. 3).

Приведенные рассуждения показывают, что реализация такой системы может потребовать глубокой проработки причин возникновения ЧС для каждого объекта и проработки набора последствий (конкретные значения которых должны рассчитываться «на лету»). Причины могут задаваться, например, в следующем виде:

- температура – 120 °С;
- землетрясение – 5 баллов;
- воздействие открытого огня – 15 с.

Соответственно, и воздействие последствий ЧС должно рассчитываться и передаваться каждому объекту, попадающему под их действие. Это может потребовать больших вычислительных ресурсов, но

и результат получается ближе к реальности, чем при моделировании традиционными способами. Последствия должны быть рассчитаны именно для той причины, что их вызвала, например:

- возгорание (температура);
- разрушение несущей конструкции (землетрясение);
- возгорание (воздействие открытого огня).

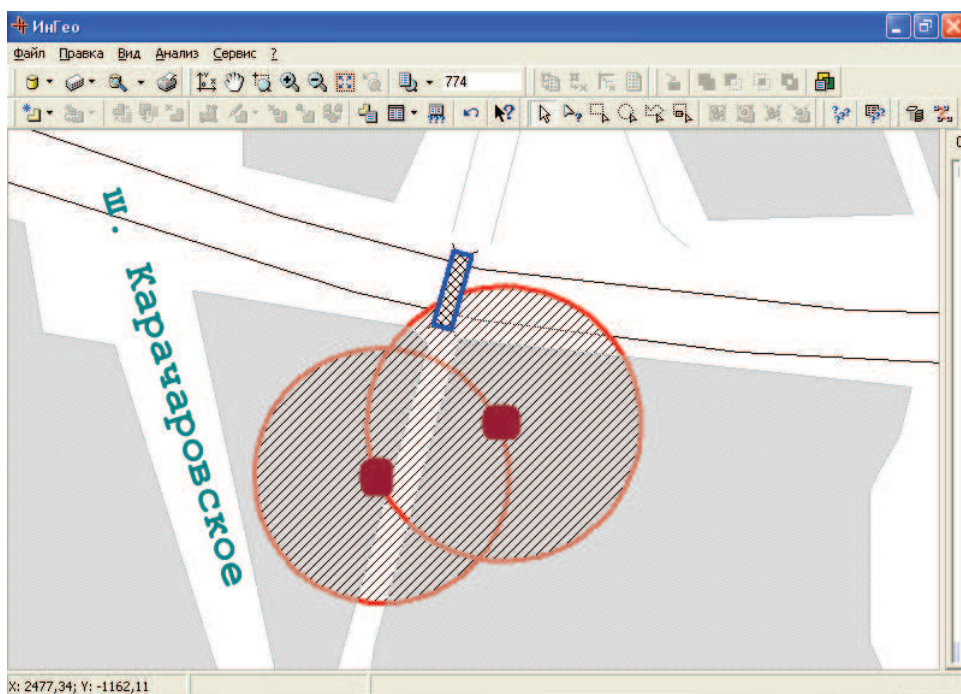


Рис. 3. Пример моделирования нескольких зависимых чрезвычайных ситуаций

Таким образом, применение геоинформационных систем при моделировании чрезвычайных ситуаций оправдано и необходимо, так как позволяет более адекватно оценить влияние ЧС на территорию, а также предсказать возможные осложнения (например, новые ЧС на объектах повышенной опасности).

### Список литературы

1. Шарапов Р.В., Афанасьева О.В., Лакин Г.А. Некоторые аспекты применения ГИС в чрезвычайных ситуациях // Успехи современного естествознания. – 2004. – №7. – С. 110–112.

2. Шарапов Р.В., Дунаева Е.В. Прогнозирование масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Информационные системы и технологии. – 2006. – № 1–2. – С. 239–243.

3. Шарапов Р.В., Зимин А.М. Количественная оценка массы горючих веществ, поступающих в окружающее пространство в результате возникновения аварийных ситуаций // Информационные технологии в науке, образовании и производстве: материалы междунар. науч.-техн. конф., 25–26 мая 2006 г. – Орел: Изд-во ОрелГТУ, 2006 – С. 244–247.

Получено 15.09.2011