

## **WEB сервис оценки рисков на производственных объектах**

Тенденция роста количества техногенных аварий и катастроф и масштабов последствий от них требует новых решений в вопросе защиты населения и территорий. Оценка уровня опасности выражается в виде количественных оценок риска. В зависимости от соотношения между оценками риска и их нормативными значениями принимаются те или иные организационные и технические решения, направленные на обеспечение безопасности. Сопоставление количественных оценок риска от техногенных объектов позволяет ранжировать объекты по уровню опасности ими порождаемой. В свою очередь, сравнение количественных оценок риска, рассчитанных для объектов на территории, позволяет ранжировать территории по уровням опасности.

В данной работе, используется детерминистический подход, при котором оценки риска прогнозируются по результатам математического моделирования аварийных процессов. Детерминистический подход к определению риска содержит некоторые допущения, включает определенный выбор средств и методов математического моделирования, включает выбор характеристик окружающего мира, то есть нечто, определяемое на субъективном уровне. Кроме того, необходимо учитывать свойственную риску неопределенность оценок. В этой связи, оценки риска, полученные разными коллективами, могут иметь существенные количественные различия, даже если при расчетах использовалась одна и та же методика.

Кроме того, если речь идет об оценке уровня опасности территории, то существует проблема, связанная с объемом вычислительных работ. Действительно, нужно предварительно в рамках одного и того же методологического подхода рассчитать оценки риска для всех объектов, размещенных на рассматриваемой территории. Количество объектов может быть достаточно большим, и, следовательно, расчет может занимать много времени. Сокращение времени расчета за счет использования более простых математических моделей приводит к неприемлемому для общества снижению точности прогнозирования. Требуемая обществом точность прогнозирования последствий аварий, разнообразие объектов, условий протекания аварийных процессов и т.д., предопределяет использование сложных математических моделей и развитого программного обеспечения для описания аварийных процессов и прогнозирования последствий аварий.

### **Настольные приложения для расчета рисков**

Противоречие между сложностью математических моделей, с одной стороны, и необходимостью исследования уровня аварийной опасности для огромного количества объектов, с другой стороны, в определенной степени преодолевается использованием разнообразных программных продуктов для расчета оценок риска. Первыми в этом ряду появились специализированные программы, которые устанавливаются непосредственно на компьютер Пользователя. Такие программные комплексы называются настольными приложениями. При дальнейшем развитии настольные приложения опираются при своем функционировании на сетевые возможности. Но основные функциональные возможности настольных приложений заложены в программном обеспечении на компьютере Пользователя.

Примерами настольных приложений являются программные продукты ООО «СИТИС» для оценки пожарных рисков; ЗАО НТЦ ПБ для прогнозирования последствий аварий и оценки риска на производственных объектах, в частности «ТОХИ+». Основные недостатки настольных приложений: высокая стоимость продукта; высокие требования к вычислительной установке и к вычислительной среде; необходимость контроля и поддержки актуальной версии. Кроме того, очевидно, что использование настольных приложений не позволит

широкому экспертному сообществу перейти к единой согласованной методологии оценки риска, к совпадающим результатам оценок риска, так как на разных вычислительных установках будут использоваться различные программные продукты, будут использоваться не совпадающие исходные данные по свойствам веществ, по частотам аварийных событий и т.д. Различия в оценках риска, полученные на разных вычислительных установках, не позволят решить проблему оценки уровня опасности территорий.

### **Концепция «клиент-сервер» при оценке рисков аварий**

Следующий шаг в оценке уровня опасности техногенных объектов и территорий, на которой размещены техногенные объекты, был обусловлен развитием телекоммуникационных технологий и развитием вычислительной техники, что привело к появлению вычислительных сетей. Классической архитектурой сетей в восьмидесятые годы прошлого века стала архитектура, отвечающая концепции «клиент-сервер». Применительно к проблеме оценки риска, концепция «клиент-сервер» предполагает разделение функционала прикладной программы на три части. Часть, обеспечивающая ввод и представление информации по объекту возлагается на клиентскую часть, а расчет рисков и управление ресурсами возлагается на серверную часть. Обычно клиентский и серверный функционалы возлагаются на вычислительные установки, связанные компьютерной сетью. Причем, в некоторых случаях, функционал серверной части поддерживается несколькими серверами. Принципиальным здесь является отделение расчетных модулей и баз данных от конечного пользователя.

Технология, основанная на концепции «клиент-сервер» допускает работу множества пользователей с одним программным комплексом оценки рисков, допускает работу множества пользователей с единой базой данных по частотам аварий, по свойствам веществ и т.д. Конечно, концепция «клиент-сервер» в классическом виде в настоящее время применяется очень ограничено. Появилось множество модификаций концепции с переносом каких-то функций серверной части на клиентскую и обратно. Фактически речь идет о разделении функционала между вычислительными установками компьютерной сети. Развитие информационных технологий работы с сетевыми ресурсами в настоящее время, выделило архитектуру компьютерной сети «клиент-сервер», основанную на технологии WEB.

### **Технология WEB при оценке рисков аварий**

В рамках технологии WEB при расчете рисков разделяется сфера ответственности: за достоверность ввода информации по объекту несет ответственность Пользователь; за расчеты рисков, за информацию в базах данных по свойствам веществ, по частотам инициирующих аварии событий и т.д. отвечают разработчики WEB-сервиса. Пользователь не имеет доступа к проектирующим процедурам, к базам данных и т.д. Пользователь не имеет возможности вносить изменения в методику расчетов риска и не имеет возможности вносить изменения в базы данных. Разработчики WEB-сервиса, в свою очередь, обеспечивают одновременную работу широкого круга Пользователей, что обеспечивает единство методологии оценки рисков, единство исходной информации, не связанной с конкретным объектом.

Единая идеология создания расчетных модулей, единообразие полученных результатов и единообразная форма представления результатов обеспечивает сопоставимость результатов расчетов рисков в отношении техногенных объектов, обеспечивает процедуру ранжирования территорий по уровням опасности.

Такой WEB - сервис доступен по адресам <http://beta.risktools.ru/>

<https://rintd.ru/accidents/>. С точки зрения функциональных возможностей сервис поддерживает оценку риска, порождаемую элементарным аварийным сценарием и оценку риска, порождаемую техногенным объектом. В перечень элементарных аварийных сценариев в рамках данной работы входят:

- Взрыв конденсированных взрывчатых веществ;
- Сгорание газо- и паровоздушных смесей в помещении;
- Пожар пролива;
- Пожар-вспышка;
- Струйное горение;
- Огненный шар (BLEVE).

По каждому аварийному сценарию WEB - сервис потребует ввод местоположения источника опасности и необходимых для расчета входных данных. Например, при выборе сценария «Огненный шар» потребуется ввести массу вещества, поступившего в окружающее пространство, и частоту реализации аварийного сценария (частота реализации аварийного сценария вводится только для отдельных типовых задач, при оценке риска на техногенном объекте все частоты заданы заранее без возможности ручного ввода Пользователем). Данные, отвечающие сценарию, по вычислительной сети передаются на сервер, который поддерживает расчет поражающего воздействия и оценку последствий выбранного аварийного сценария. Результаты расчетов представляются Пользователю в виде зависимости потенциального риска от расстояния, определяемого местоположением источника аварии. На карте представляются области, отвечающие различным значениям вероятности поражения человека (ситуационный план).

По каждому элементарному аварийному сценарию WEB - сервис содержит ссылки на актуальные документы, в которых представлены методы обработки соответствующих аварийных сценариев.

### **Количественная оценка риска аварий на автомобильных заправочных станциях с использованием Web-сервиса**

Преимущества WEB - сервиса проявляются при оценке рисков, порождаемых техногенными объектами, при ранжировании техногенных объектов, при ранжировании территорий по уровням опасности. Действительно, в этом случае решается проблема неопределенности по частотам аварийных сценариев, проблема неопределенности по свойствам веществ и т.д. Для примера рассмотрим оценку риска аварий на автомобильной заправочной станции (АЗС), в рамках WEB-сервиса, возможности которого допускают работу нескольких сотен Пользователей, работающих одновременно.

Учитывая, что оценка риска  $R(x, y)$  есть аддитивная функция, для потенциального территориального риска в точке с координатами  $x, y$  имеем:

$$R(x,y) = \sum_{i=1}^n R_i(x - x_i^0, y - y_i^0), \quad (1)$$

где  $n$  – общее количество аварийных событий на территории техногенного объекта;  $x_i^0, y_i^0$  – координаты  $i$ -го источника опасности.  $R_i$  – оценка риска  $i$  – го аварийного сценария:

$$R_i = Q_i * P_i. \quad (2)$$

В выражении (2)  $Q_i$  – частота  $i$  – го аварийного сценария,  $P_i$  – вероятность

поражения человека в  $i$  – ом аварийном сценарии. Для каждого аварийного сценария рассчитывается аварийное воздействие (интенсивность воздействующего фактора) –  $S$  и пробит функция  $Pr = a + b \cdot \ln S$ , характеризующая воздействие на состояние здоровья человека. Например, при поражении человека тепловым излучением, пробит функция имеет вид:

$$Pr = -12.8 + 2.56 * \ln(t * q^{1.33}), \quad (3)$$

где  $t$  – эффективное время экспозиции, с;  $q$  – интенсивность теплового излучения, кВт\*м<sup>-2</sup>. Взаимосвязь пробит функции  $Pr$  и вероятности поражения человека  $P$ , устанавливается функцией Гаусса:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (4)$$

Вся территория АЗС разбивается прямоугольной сеткой. Обычно предусматривается разбиение области, включающее приблизительно 10000 узлов. Оценки риска рассчитываются для каждого узла сетки ( $x, y$ ) по совокупности всех аварийных сценариев на АЗС. Если шкале рисков поставить в соответствии шкалу цвета, то каждый элемент площади АЗС с центром в узле сетки раскрасится в цвет, соответствующий величине риска. В результате для конкретной АЗС приходим к карте местности, каждый элемент которой окрашен цветом, соответствующий величине потенциального (территориального риска). Дополнение карты условными обозначениями, масштабной линейкой и т.д., (в рамках WEB – сервиса предусмотрено в автоматическом режиме), позволяет получить ситуационный план конкретной АЗС.

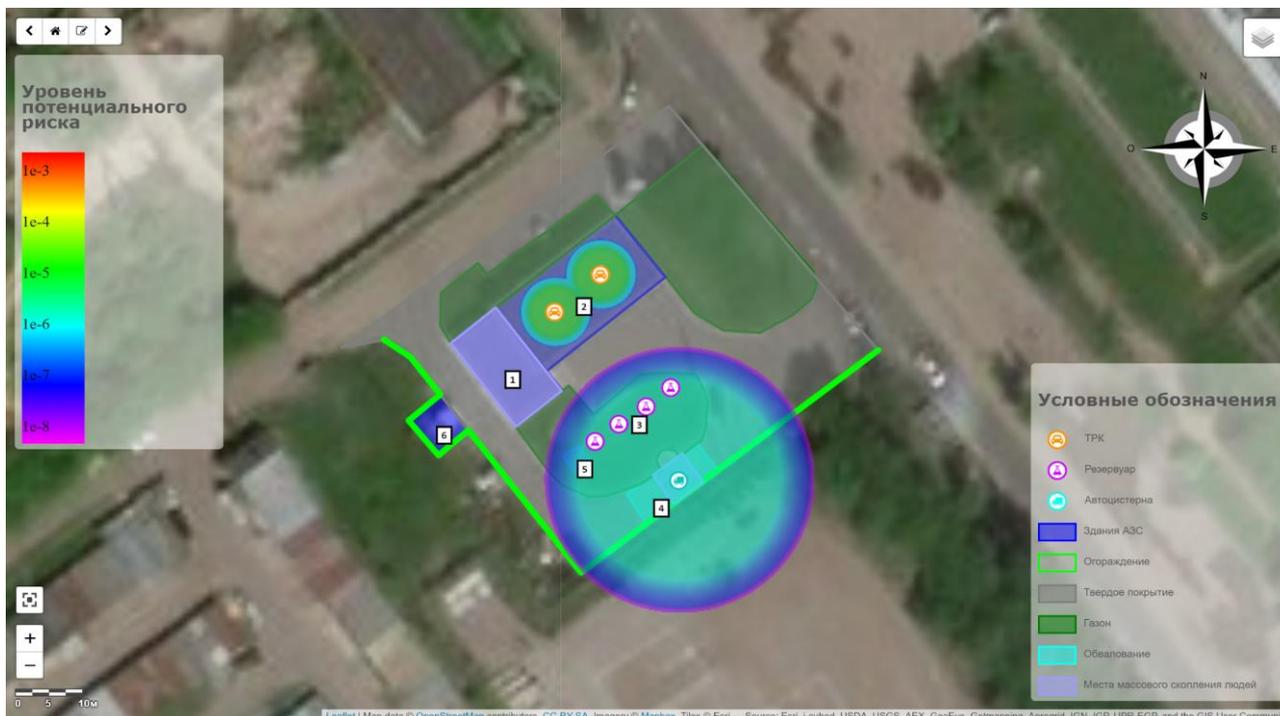


Рисунок 3. Ситуационный план с нанесенными на него уровнями потенциального риска

Если провести процедуру оценки рисков для всех АЗС, размещенных в пределах выделенной территории, и просуммировать риски в каждой точке территории то приходим к некоторой карте рисков территории. Аналогично строятся алгоритмы и программное обеспечение для других техногенных объектов.

Анализ карты рисков позволяет определить наиболее опасные зоны, позволяет сосредоточить ресурсы для обеспечения приемлемого уровня опасности. Тем самым позволяет ставить задачу по управлению уровнем опасности. Также карта территориального риска позволит выделить наиболее безопасные зоны, что необходимо при планировании развития инфраструктуры.