

Программное обеспечение анализа аварийного риска химико-технологических объектов

Хлуденев С.А., Рябчиков Н. М.
Пермский государственный технический университет
ООО «УралПромБезопасность»

Выполнение работ, связанных с количественной оценкой и анализом риска опасных производственных объектов (ОПО), сопряжено с выполнением большого количества самых разнообразных расчетов: гидродинамических, тепловых, экономических и т.д. С целью повышения эффективности вычислительных процедур и результатов анализа риска в химической и смежных отраслях промышленности нами разработан экспертный программный комплекс FORS.

Программный комплекс позволяет моделировать аварийные ситуации, сопровождающиеся образованием зон токсического поражения и взрывоопасных зон, взрывными превращениями облаков топливно-воздушных смесей (ТВС), пожарами проливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ), а также огненными шарами.

На основе результатов моделирования аварийных ситуаций и с учетом вероятностей их возникновения осуществляется количественная оценка различных видов аварийного риска (потенциального, индивидуального, коллективного и социального).

Результаты моделирования (размеры зон токсического, барического и термического поражения) отображаются на реальной картографической основе — ситуационном плане.

Кроме того, программный комплекс предусматривает возможность графического отображения на ситуационном плане полей потенциального риска (в том числе интегрального потенциального риска) в виде изолиний и/или изополос.

Программный комплекс FORS базируется на методиках, утвержденных Ростехнадзором, и состоит из следующих основных модулей:

- **расчетный модуль**, включающий в себя методики, позволяющие моделировать взрывы, огненные шары, пожары проливов, токсические волны и взрывоопасные зоны, а также рассчитывать поля потенциального риска;
- **модуль отрисовки** (графический постпроцессор), который позволяет отображать те или иные совокупности рассчитанных величин на реальной картографической основе, сориентированной по сторонам света и в заданном масштабе;
- **модуль оценки риска**, который позволяет рассчитывать такие количественные характеристики техногенного риска как потенциальный,

индивидуальный, коллективный риск, а также интегральную функцию распределения числа погибших по частоте — социальный риск;

- **импорт-модуль** — модуль, позволяющий импортировать в программный комплекс «пользовательские данные», т.е. массивы данных, рассчитанных вне FORSa при помощи каких-либо других методик, не включенных в данный комплекс, а также их графическое отображение на ситуационном плане в виде линий равных значений (изолиний) и/или изополос.

При анализе аварий, связанных с выбросом в атмосферу опасных химических веществ (ОХВ), предусмотрено как совместное, так и отдельное отображение на ситуационном плане различных вариантов развития аварийной ситуации при комбинировании их в любом порядке и сочетании:

- вероятностная зона поражения **при наиболее неблагоприятных** атмосферных условиях (инверсия, скорость ветра — 1 м/с) и в наиболее опасном направлении;
- вероятностная зона поражения **при наиболее вероятных** атмосферных условиях и в наиболее вероятном пространственном направлении;
- вероятностная зона поражения при дрейфе облаков ОХВ **в соответствии с розой ветров**.

Возможно моделирование и отображение на ситуационном плане распределения зон с любой заданной степенью поражения.

Следует отметить, что при прогнозировании масштабов химического заражения программный комплекс позволяет задавать не только скорости ветра и степень вертикальной устойчивости атмосферы для каждого из восьми стандартных направлений, но и шероховатость местности по этим направлениям.

На основе дисперсионной модели переноса поллютантов в атмосфере разработана и реализована в программном виде методика оценки пространственных размеров возможной взрывоопасной зоны по нижнему концентрационному пределу взрываемости.

Методика позволяет рассчитать и отобразить на ситуационном плане описанные выше три варианта развития аварийной ситуации как одновременно, так и отдельно.

Все вышеописанное относится также к расчету аварийных ситуаций, сопровождающихся образованием огненных шаров и пожарами проливов, т.е. программный экспертный комплекс позволяет рассчитать и отобразить на ситуационном плане как количественные характеристики поражающего фактора (изолинии тепловых нагрузок), так и распределение вероятностного поражения тепловым излучением, на основе чего в дальнейшем построить поля потенциального риска.

Расчетный модуль FORSa оснащен приложением, позволяющим проводить оценку пострадавших при исследуемой аварии на основе данных о распределении поражающего фактора в каждой точке территории и его величине, а также информации о плотности распределения или количестве реципиентов в заданной области территории.

При анализе риска довольно часто встречается ситуация, когда в пределах рассматриваемой территории расположены несколько ОПО, которые можно рассматривать как независимые источники опасности (т.е. аварии на этих объектах не могут возникнуть одновременно). В этом случае показатели риска будут возрастать за счет взаимного территориального влияния факторов потенциальной опасности этих ОПО друг на друга. Для этой цели в экспертном программном комплексе предусмотрена возможность построения суммарных (интегральных) полей риска.

Экспертный программный комплекс FORS прошел апробацию при разработке деклараций безопасности ряда крупных промышленных предприятий Западного Урала, планов ликвидации аварийных ситуаций, а также при выполнении специальных разделов «ИТМ ГО ЧС» проектов строительства и реконструкции опасных производственных объектов.