

ФИЗИКА

УДК 504.056: 658.012.2

*В.В. Ромагин, Е.Г. Арутюнян, Ю.В. Кузнецова*ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Рассматриваются теоретические положения прогнозирования последствий природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. В основу предлагаемой концепции оценки последствий ЧС применительно к задачам, решаемым в системе ГО, положены параметрические законы разрушения, широко применяемые при расчете различных рисков.

Ключевые слова: прогнозирование, последствия, чрезвычайные ситуации.

С целью определения влияния поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций на жизнедеятельность населения, работу объектов экономики и действия сил ликвидации чрезвычайных ситуаций, обоснования и принятия мер защиты осуществляется прогнозирование, мониторинг (выявление) и оценка обстановки, складывающейся при ЧС (чрезвычайных ситуациях) [5. С. 8].

Под прогнозированием обстановки понимается определение риска возникновения (появления) источников техногенных, природных, экологических и биолого-социальных чрезвычайных ситуаций на определенной территории. Часто под прогнозированием обстановки при чрезвычайных ситуациях принято понимать выявление и оценку обстановки по прогнозу [1. С. 25].

Под выявлением обстановки понимается сбор и обработка исходных данных о чрезвычайных ситуациях, определение размеров зон чрезвычайных ситуаций и нанесение их на карту (план).

Под оценкой обстановки понимается решение основных задач по определению влияния поражающих факторов источников ЧС на работу объектов экономики, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации чрезвычайных ситуаций [1. С. 27].

Основные факторы, влияющие на последствия ЧС:

- интенсивность воздействия поражающих факторов;
- размещение населенного пункта относительно очага воздействия;
- характеристика грунтов;
- конструктивные решения и прочностные свойства зданий и сооружений;
- плотность застройки и расселения людей в пределах населенного пункта;
- режим нахождения людей в зданиях в течение суток и в зоне риска в течение года.

Перечисленные характеристики кратко называют пространственно-временными факторами.

Поражающие факторы чрезвычайных ситуаций имеют следующий характер: тепловой, химический, радиационный, биологический и механический [2].

В качестве поражающего фактора при расчёте последствий ЧС принимают фактор, вызывающий основные разрушения и поражения [3].

Рассмотрим теоретические основы прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций.

Воздействия, связанные с ЧС мирного и военного времени, описываются в виде аналитических, таблич-

ных или графических зависимостей. Эти зависимости позволяют определить интенсивность поражающих факторов той или иной чрезвычайной ситуации в рассматриваемой точке. Зависимости, определяющие поля поражающих факторов при прогнозировании последствий ЧС, называют моделями воздействия, имея в виду то, что они характеризуют интенсивность и масштаб воздействия [2. С. 50].

Расчетные случаи можно свести к следующим типам моделей воздействия:

1) информации, основанной на факте свершившейся ЧС. Характерными параметрами этой модели являются координаты центра очага, интенсивность или мощность воздействия, время;

2) функции $F(x, y, \Phi)$, называемой функцией распределения случайной величины Φ , характерной для рассматриваемой чрезвычайной ситуации;

3) функции $f(x, y, \Phi)$, называемой плотностью распределения или плотностью вероятности случайной величины Φ .

Процесс сопротивления воздействию описывается законами разрушения и поражения. Законы разрушения характеризуют уязвимость сооружений, а законы поражения – уязвимость людей в зонах ЧС. Эти термины являются основными при прогнозировании последствий ЧС [6].

Под законами разрушения сооружения понимают зависимость между вероятностью его повреждения и расстоянием от эпицентра ЧС до сооружения или интенсивностью проявления поражающего фактора.

Если закон разрушения представляется в виде функции от расстояния, то закон называют координатным законом разрушения (рис. 1, а), а в случае зависимости от поражающего фактора – параметрическим законом разрушения (рис. 1, б). При оценке последствий ЧС в системе гражданской обороны наибольшее распространение получили параметрические законы разрушения [4. С. 20].

Законы разрушения сооружений получают на основе анализа и обобщения статистических материалов по разрушению жилых, общественных и промышленных зданий от воздействий поражающих факторов.

Находят применение законы разрушения двух типов: вероятности наступления не менее определенной степени разрушения (повреждения) сооружений – $P_{ai}(\Phi)$; и вероятности наступления определенной степени разрушения (повреждения) сооружений – $P_{vi}(\Phi)$.

Для построения кривой, аппроксимирующей вероятности наступления не менее определенной степени разрушения (повреждения) сооружений, обычно используется нормальный закон. При этом учитывается, что для одного и того же сооружения может рассматриваться не одна, а несколько степеней разрушения.

Под законом поражения людей понимается зависимость вероятности поражения людей от интенсивности поражающего фактора.

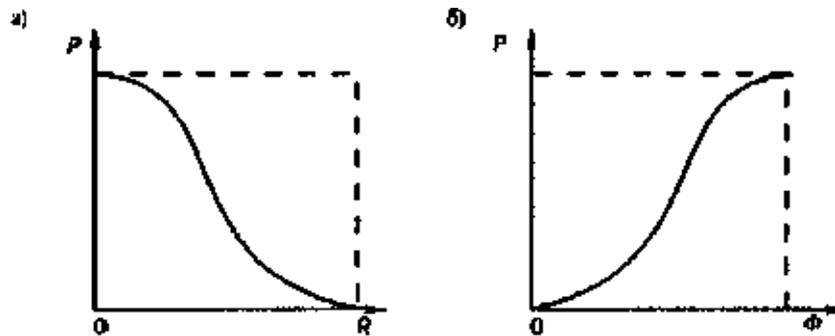


Рис. 1. Координатный (а) и параметрический (б) законы разрушения (поражения):
 P – вероятность; R – расстояние от центра очага до объекта; Φ – интенсивность поражающего фактора

Задача по прогнозированию последствий крупных аварий и катастроф в больших населенных пунктах решается следующим образом.

Город (населенный пункт) разбивается на элементарные площадки, а их координаты представляются точками, расположенными в центрах площадок. Шаг сетки назначается в зависимости от точки расчета.

Точность расчета определяется следующим образом. Например, прогнозируются потери населения при первой подготовке исходных данных. Затем число элементарных площадок увеличивают и производят повторное вычисление [5. С. 12]. Если выполняется условие

$$\Delta = |M_1(N) - M_2(N) \setminus M_1(N)| \leq |\delta|,$$

то вычисление заканчивают.

В формуле приняты обозначения: Δ – погрешность расчетов; $M_1(N)$, $M_2(N)$ – математическое ожидание потерь населения соответственно при первом и втором расчетах; $|\delta|$ – допускаемая погрешность.

Для каждой площадки подготавливаются исходные данные, включающие:

- характеристику застройки;
- численность людей.

Задача по определению последствий в малых населенных пунктах региона решается аналогично. При этом населенный пункт в целом может рассматриваться в виде одной элементарной площадки, а ее координаты представляются точкой в центре населенного пункта.

Параметрические законы поражения людей, размещенных в зданиях, получаются на основании экспериментальных данных, подтверждающих теорему полной вероятности. В расчетах учитывается, что событие C_j (общие, безвозвратные, санитарные потери) может произойти при получении сооружением одной из степеней повреждения (при одной из гипотез B_j), образующих полную группу несовместимых событий. Расчеты проводятся по формулам.

Начало координат расчетной схемы выбирается произвольно на плане или принимается в системе координат карты региона [5. С. 107].

При прогнозировании обычно определяют математические ожидания показателей, характеризующие повреждение и поражения в очаге аварии или катастрофы. Такими показателями являются:

- количество зданий, получивших ту или иную степень повреждения;
- объем завалов;
- численность пострадавших.

Прогнозирование и оценку обстановки проводят расчетно-аналитические группы (специалисты) комиссии по ЧС или органы управления РСЧС и ГО соответствующего уровня.

Для прогнозирования используются единые руководящие методические документы и разработанные на их основе справочные таблицы, номограммы, линейки, шаблоны и т.п.

Применение ПЭВМ значительно упрощает и ускоряет прогнозирование обстановки. Для проведения расчетов ручным способом, в целях повышения оперативности получения информации, на базе методик прогнозирования разрабатываются справочные таблицы, расчетные линейки, шаблоны и т.п. Использование таких дополнительных пособий к базовой методике позволяет получить результаты расчетов в сравнительно короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. Калуга: Облиздат, 2001. 480 с.
2. Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки гражданской обороны. М.: Воениздат, 1980. 60 с.
3. Защита от оружия массового поражения. 2-е изд. / Под ред. В.В. Мясникова. М.: Воениздат, 1989. 80 с.
4. Методика оперативной оценки потенциальной опасности объектов народного хозяйства. М.: Штаб ГО СССР, 1990. 40 с.
5. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253.-90). М., 1990. 15 с.
6. Методика оценки последствий химических аварий «ТОКСИ». М.: Промышленная безопасность, 1998. 40 с.

Статья представлена научной редакцией «Физика» 15 ноября 2008 г.