УДК 504.4

Л.Н. КАРЛИН, Т.Р. ЕРЕМИНА,
А.А. МУЗАЛЕВСКИЙ, С.М. ТУМАНОВСКАЯ
Российский государственный гидрометеорологический университет,
г.Санкт-Петербург

ОЦЕНКА РИСКА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Возросшее число катастроф и связанные с ними материальный ущерб и людские потери требуют разработки новых подходов и методов оценки рисков. Для оценки риска наводнений разработана единая система оценки риска на основе учета пространственно-временных гидрологических показателей потенциальных зон затопления, а также общих принципов картографического представления потенциальных зон затопления. Предложена оригинальная схема расчета риска, основанная на индикаторах и индексах качества атмосферного воздуха и природных вод.

The increased number of disasters and material and human losses connected with them requires development of new approches and methods for the risk assessment. A general system for risk assessment of floods based on the spatial and themporal hydrological parameters of potential submergence zones and common principles of the cartographic performance of these zones are developed. Original scheme for the simulation of risk based on indicators and indexes of the air and water quality is consider.

За время существования теории риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы количественно оценить ее действенность и адекватность существующим угрозам и опасностям для территорий, экономики, населения в целом и отдельного человека. В настоящее время универсальные методы оценки риска отсутствуют, степень защищенности государства и человечества, а также среды обитания и жизнедеятельности от нарастающих опасностей катастроф, несмотря на предпринимаемые усилия во всем мире, пока не повышается.

В связи с этим основной целью исследований является разработка научно-методических основ управления рисками от природных (например, наводнений) и антропогенных (например, загрязнение атмосферного воздуха и воды) катастроф.

Для решения задач, связанных с риском наводнений, необходима классификация наводнений по степени опасности. С использованием в качестве основного признака такой характеристики, как вероятность превышения максимального уровня или расхода воды в реке, была предложена классификация наводнений по степени риска, согласно которой выделяется четыре вида наводнений: катастрофическое, опасное, высокое весеннее половодье или высокий дождевой паводок, среднее весеннее половодье или средний дождевой паводок**.**

С целью разработки единой системы оценки риска наводнений для отдельных гидрологических постов выбранных рек были определены расчетные гидрографы максимального стока. На их основе через кривые расходов воды были получены графики динамики расчетных уровней воды. Последние с привлечением системы гидрологических показателей для оценки риска наводнений были преобразованы в исходные для картографирования таблицы, содержащие сведения о заданных уровнях и продолжительности их стояния. Совместное использование полученных таблиц и картографического материала позволило выполнить картографирование потенциальных зон затопления для отдельных участков вы-

бранных рек. Для унификации оценки риска наводнений может быть использована система тестовых оценок, базирующаяся на учете глубины затопления и его продолжительности. Оценку риска наводнений предлагается определять по обобщенному показателю K, представляющему собой сумму исходных оценочных параметров K_1 для глубины h и K_2 для продолжительности затопления T:

h, м	< 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5
K_1	1	2	4
T, сутки	< 1	1-3	4-5
K_2	1	2	4
h, м	1,5-2,0	2,0-3,0	> 3,0
K_1	8	12	18
T, сутки	6-7	8-10	> 10
K_2	6	8	12

Категория наводнения по степени опасности с использованием суммарного показателя K определяется следующим образом:

K	>3	4-6	7-9	10-14	< 14
Риск наводнения	I	II	III	IV	V

Таким образом, для оценки риска наводнений предложены пять категорий степени опасности наводнений, которые устанавливаются исходя из совместного учета глубины и продолжительности затопления.

Предложенный метод по определению гидрологических характеристик потенциальных зон затопления и оценки риска наводнений дает возможность учесть динамику процесса затопления в пространстве и времени. Выполненные на его основе картографические обобщения для пойменных участков рек паводкоопасных районов России позволяют на единой методической основе выделить следующие зоны:

- отчуждения, в которых нецелесообразно осуществлять никакую хозяйственную деятельность, требующую значительных материальных вложений;
- негарантированной безопасности, специфика освоения которых должна определяться исходя из соотношения финансовых вложений и возможных ущербов при прохождении наводнений;
- гарантированной безопасности.

Для оценки рисков катастроф, связанных с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и природных вод на основе специальных показателей (индикаторов и индексов), в том числе индексов качества разработан оригинальный метод количественной оценки риска. Индикатор – мера величины, мера свойств или мера какого-либо процесса. Индекс – мера отклонения от уровня, принимаемого в качестве базового. Эти величины вводятся в модель, которая может быть представлена следующим образом: объект – внутренние и внешние воздействия – состояние объекта – ответная реакция (отклик). Работоспособность и адекватность такого подхода уже проверена на практике и показала свою перспективность. Одно из преимуществ, которыми обладают индикаторы, состоит в том, что такого рода показатели, введенные в информационную систему, с помощью которой моделируется необходимая ситуация, позволяют достаточно быстро и корректно принять необходимое управленческое решение, более эффективно спланировать комплекс необходимых мероприятий. В качестве примера исследуемого объекта взяты атмосферный воздух и вода в Санкт-Петербурге.

Для получения новых индикаторов атмосферного воздуха и воды (химическая составляющая, класс, состав) запишем исходное равенство:

$$\beta_i = (M_i - F_i)/M_i C_i,$$

где C_i – измеренная концентрация загрязняющего вещества (ЗВ); i – его номер; M_i – пороговое значение концентрации конкретного ЗВ; F_i – его фоновое значение.

Простой экологический индикатор $\beta_i = 1/\alpha_{i.}$, где α_i – безразмерный коэффициент, а обобщенный экологический индикатор в модели аддитивной опасности

$$1/\beta_{agr} = 1/\beta_1 + 1/\beta_2 + \ldots + 1/\beta_n,$$

где n – количество исходных базовых признаков качества среды, в нашем случае это число ЗВ, подлежащих контролю.

Индекс качества

$$\chi = m/n,$$

где m – количество измеренных признаков качества, либо число индикаторов, численные значения которых не превышают критических (пороговых) значений базовых.

Составляющая экологического риска R связана с индексом качества простым соотношением:

$$R = k(1 - \chi) = k(1 - m/n),$$

где $k = 1$.

При расчете в качестве исходных были взяты обработанные данные по выбросу ЗВ более чем от 129 тыс. источников, расположенных в Санкт-Петербурге. Сначала был вычислен индекс качества: его численное значение оказалось равным 0,33 (минимально допустимое значение 0,4), что эквивалентно численному значению риска, равному 0,67 (максимально приемлемый риск 0,6). Последовательный расчет простых индикаторов позволил оценить обобщенный индикатор, который оказался равным $1/\beta_{agr} = 0{,}15$, что соответствует критическому, т.е. неприемлемому уровню экологического риска. Все сказанное может быть представлено в простом графическом виде, удобном для восприятия лицами, принимающими решение (см. рисунок).



Графическое представление оценки качества атмосферного воздуха

1 – нижний допустимый уровень экологической безопасности; 2 – верхний приемлемый уровень экологического риска

Результаты исследований внедрены в учебный процесс: подготовлены к печати два учебных пособия и обучающая программа. Планируется практическое их использование в системе Росгидромета, МПР и МЧС России.