

Методика расчета и визуализация прохождения нефтепродуктов по малым и средним водотокам при аварийных ситуациях

Карпенчук И.В., Волчек Я.С.

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

Методика расчета прогнозной оценки загрязнения водотоков нефтепродуктами включает в себя следующие этапы.

1. Определение времени прохода зоны загрязнения с максимальной концентрацией.
2. Расчет максимального значения концентрации нефтепродукта в зоне загрязнения водотока в заданном створе.
3. Расчет продолжительности прохождения высоких концентраций в заданном створе водотока.
4. Учет особенности участков водотока с резко отличающимися морфометрическими и гидравлическими характеристиками, к которым относятся створы в местах впадения крупных притоков с расходом более 20% от расхода главной реки.

При разработке методики расчета использовалось уравнение установившейся турбулентной диффузии при следующих допущениях, которые можно принять для малых и средних рек с учетом их гидроморфометрических параметров, характерных для рек Республики Беларусь:

- отсутствие поперечных скоростей ($v_x = v_y = 0$);
- равенство нулю гидравлической крупности частиц ($u = 0$);
- екизменность процесса разбавления во времени;
- постоянство коэффициента турбулентного обмена ($A = \text{constant}$).

В этом случае уравнение турбулентной диффузии примет вид

$$v \frac{\partial c}{\partial x} = \frac{1}{\rho} A \left(\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

где v – средняя скорость потока; c – значение концентрации нефтепродукта; A – коэффициент турбулентного обмена.

Решение уравнения (1) осуществлялось стандартным методом сеток. Результаты численного интегрирования были аппроксимированы многомерным методом наименьших квадратов в результате получено выражение

$$A_i = 2 \cdot 10^4 n^3 H^2 + (40n - 0.15)H + 1.2 \cdot 10^5 n^3, \quad (2)$$

где n – коэффициент шероховатости расчетного участка; H – заданное значение средней глубины расчетного участка.