

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАВОДКОВЫХ НАВОДНЕНИЙ

Архипов Б.В.¹, Рычков С.Л., Солбаков В.В.¹, Соловьев М.Б.¹, Шапочкин Д.А.¹,
Шатров А.В.

610000, г. Киров, ул. Московская, 36, ВятГУ, кафедра математического
моделирования в экономике, avshatrov1@yandex.ru
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 40, ВЦ РАН, arhip@ccas.ru

В настоящее время аварийные ситуации являются доминирующим фактором, определяющим экологическое неблагополучие водных объектов. Для прогнозирования развития и распространения зон загрязнения используются компьютерные и ГИС-технологии.

Для моделирования русло-пойменного потока основными силами являются силы градиента давления и донного трения. Введем глубину $H(t, x, y) = \zeta(t, x, y) - \xi(x, y)$, где $\xi(x, y)$ - отметка рельефа, а $\zeta(t, x, y)$ - отметка поверхности воды, u, v - проекции скорости, \mathcal{G} - ускорение свободного падения, α - коэффициент донного трения, и рассмотрим следующую форму уравнений мелкой воды.

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial(Hu)}{\partial t} + \frac{\partial(Hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(Huv)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{gH^2}{2} \right) - gH \frac{\partial \xi}{\partial x} - \alpha |u| u \quad (2)$$

$$\frac{\partial(Hv)}{\partial t} + \frac{\partial(Huv)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv^2)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{gH^2}{2} \right) - gH \frac{\partial \xi}{\partial y} - \alpha |v| v \quad (3)$$

Уравнение для переноса-диффузии концентрации загрязняющих веществ

$$\frac{\partial(HC)}{\partial t} + \frac{\partial(Cu)}{\partial x} + \frac{\partial(Cv)}{\partial y} = K \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + K \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - \frac{\partial(Cu)}{\partial x} - \frac{\partial(Cv)}{\partial y} - J_{\text{д}} C(x, y) \quad (4)$$

Система уравнений (1)-(4) численно решалась на разностной сетке 2000x2000 с шагом сетки 5 м на кластерной системе НРС HP X00 Enigma ВятГУ. Модель использована для моделирования паводковых наводнений в пойме р. Вятка, расположенной выше г. Кирова в 30 км по течению реки, где находится "Кирово-Чепецкий химический комбинат им.Б.П.Константинова". Производственные стоки данного предприятия сбрасываются в зону санитарной охраны Кировского водозабора. Необходимо добавить, что на пути движения поземного ареала загрязнения грунтовых вод по направлению к реке Вятке расположена цепь пойменных озер. Эти водоемы выступают своеобразным аккумулятором и барьером загрязняющих веществ, которые поступают в них из загрязненных грунтовых вод. Разрядка же этих аккумуляторов и происходит в паводок, когда они затапливаются пойменными водами. Формируется подобие залпового выброса, который приводит к отключению питьевой воды на водозаборе.