

Численное моделирование ламинарного течения в канале со сложной геометрией

ЧУРУКСАЕВА Владислава Васильевна
Томский государственный университет (Томск), Россия
e-mail: Chu.VV@mail.ru

Для корректного построения математических моделей и численных методов расчета течений в реках важно знать, каким образом описываются основные процессы, происходящие в водоеме. Знание структуры течения в реке очень важно для мониторинга состояния экосистемы, а также прогнозирования негативного влияния на прибрежные районы в результате паводков и сброса в реку загрязняющих веществ.

В предположении о том, что характеристики течения слабо меняются по глубине, была построена приближенная модель речного потока на основе осредненных по глубине уравнений Рейнольдса[1].

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0;$$

$$\frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu u}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu}{\rho} h \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{\rho} h \frac{\partial u}{\partial y} \right) - gh \frac{\partial (Zb + h)}{\partial x};$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial hv u}{\partial x} + \frac{\partial hv v}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\mu}{\rho} h \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{\rho} h \frac{\partial v}{\partial y} \right) - gh \frac{\partial (Zb + h)}{\partial y}.$$

В силу того, что при моделировании природных объектов расчетная область, как правило, имеет сложную форму и криволинейную границу, для построения дискретного аналога использовалась неструктурированная треугольная сетка. Основными их преимуществами для решения подобных задач можно назвать более точное приближение границы области, возможность сгущения вблизи особенностей течения без перестроения на всей области, возможность автоматизировать процесс построения, в то время как построение структурированной (блочной/структурированной) сетки требует ручной работы.

Дискретизация уравнений проводилась с помощью метода конечного объема на треугольной сетке. Для получения более гладкого решения в обоих случаях для расчета были выбраны разнесенные по пространству сетки: различные конечные объемы выбирались для компонент скорости и глубины [2].

С помощью разработанного численного метода было получено решение некоторых тестовых задач, иллюстрирующих различные режимы течения в канале со сложной геометрией стенок и дна, являющихся приближением задачи о течении в реке.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ № 5.629.2014/К

Список литературы

- [1] Роди В. Модели турбулентности окружающей среды//Методы расчета турбулентных течений/ Под ред. А. Д. Хонькина /М.: Мир, 1984. — С. 227–323.
- [2] ЧУРУКСАЕВА В. В., СТАРЧЕНКО А. В. Численное решение уравнения конвекции-диффузии на неструктурированных сетках//Материалы Седьмой Сибирской конференции по параллельным и высокопроизводительным вычислениям / Под ред. проф. А.В. Старченко. /Томск: Изд-во Томского ун-та, 2014. — С. 114–120.