

УДК 628.19: 577.4

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Н.Е. ЕГОРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Технология обработки текстильных материалов требует значительных затрат водных ресурсов. Постоянное ужесточение требований к предприятиям в области экологии заставляет искать более эффективные формы природоохранной деятельности. В настоящее время одним из решений этой проблемы является введение постов экологического мониторинга. По данным экологического мониторинга выявляются источники загрязнения окружающей среды и определяется вклад каждого конкретного предприятия. С помощью комплексной системы наблюдения за состоянием окружающей среды также оценивается эффективность проводимых природоохранных мероприятий. Пост экологического наблюдения организуется в виде автономных систем контроля и единого центра сбора и обработки информации. Одним из параметров, подлежащих контролю, является расход воды в реке.

Для определения расхода воды в реке с медленным течением предлагается использовать поплавковый датчик. Такой датчик отличается высокой чувствительностью сравнительно с традиционными "вертушками".

Датчик представляет собой поплавок в виде шара из легкого материала, связанного прочной нитью или тонкой леской с неподвижной точкой на дне. В точке крепления находится устройство, определяющее угол отклонения нити от вертикального положения.

При течении воды шарик отклоняется от вертикального положения, угол отклонения передается по радиоканалу на центральный компьютер, где вычисляется скорость течения воды.

Для определения расхода воды в реке в заданном сечении русла устанавливаются несколько датчиков скорости, показания которых усредняются традиционным образом. Такой способ сложно осуществить технически.

В данной работе используется следующий подход. Скорость измеряется в одной точке. Уравнения Рейнольдса и модель турбулентности Спеллинга при известной конфигурации сечения русла реки дают возможность по скорости в одной точке восстановить профиль скоростей во всем сечении и рассчитать расход воды.

Уравнения Рейнольдса для поля скоростей в сечении в стационарном случае принимают вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial U}{\partial y} \right) + P = 0.$$

Здесь x, y – координаты поперечного сечения русла; U – величина скорости; D – кинематическая турбулентная вязкость; P – составляющая ускорения потока под действием силы тяжести.

Принимаем, что D зависит от глубины реки в данной точке. Предполагается, что на дне реки скорость обращается в ноль, а на поверхности воды обращается в ноль

первая производная от скорости по вертикальной координате.

Ведется поиск такого значения P , при котором вычисленная скорость в данной точке потока совпадает с показаниями прибора, измеряющего скорость течения в этой же точке. Когда это условие выполнено, восстанавливается поле скоростей во всем сечении русла:

$$Q = \int_{\Omega} U(x, y) dx dy .$$

Здесь Q – расход; Ω – область, ограниченная, с одной стороны, дном реки, с другой – ее поверхностью.

ВЫВОДЫ

На основе изложенной математической модели разработано программное обеспечение, позволяющее проводить расчеты поля скоростей по всему сечению русла реки. Таким образом, пост экологического мониторинга имеет регулярную информацию о состоянии водных ресурсов и оперативно реагирует на все изменения.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 16.06.07.
