

Математическое моделирование трансформации стока на участке реки (на примере р.Кубань)

Акутина Юлия Константиновна

студентка

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,

Географический факультет, Москва, Россия

E-mail: jakutina@mail.ru

При выполнении данной работы проведена адаптация современной гидрологической модели Mike 11 для описания трансформации воды поступившей на участок реки. Программный комплекс MIKE 11 разработан в Датском Гидравлическом Институте (DHI). Полная версия модели состоит из нескольких модулей: гидрологический, гидродинамический, адвекции-дисперсии, транспорта связанных наносов, качества воды, морфологии и транспорта несвязанных наносов.

В нашем исследовании был использован гидродинамический модуль, который содержит в себе неявное конечноразностное решение уравнений нестационарного течения воды в реках. Этот модуль может быть применен для описания трансформации паводочной волны в речном русле и для квазидвумерного моделирования движения воды на затопленных поймах. Гидродинамическое описание потока может быть осуществлено с различной детальностью: полные нелинейные уравнения Сен-Венана, диффузионная волна, кинематическая волна, квазистационарное течение. Расчет гидродинамических параметров по модели MIKE 11 выполнен для участка реки Кубань между гидрологическими постами г.Армавир и ст-ца Ладожская. Участок имеет длину 230 км и отличается сравнительно малой боковой приточностью.

В качестве начальных условий для расчета были взяты поперечные профили долины с карт SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). SRTM – это радарная топографическая съемка большей части территории земного шара, произведенная американскими спутниками. Результаты съёмки представляют собой генерализованные данные поверхности с разрешением 90м и шагом по высоте 1м. Граничными условиями для MIKE 11 являются временные ряды расходов на верхнем створе участка и уровней - на нижнем. В процессе калибровки модели согласовывались отметки урезов по топографической карте и по данным радарной съёмки. Форма русла задавалась в виде трапеций. Дальнейшая калибровка осуществлялась путем подбора коэффициента шероховатости и поиска оптимального расчетного шага по времени. В результате большого числа имитационных расчетов по модели был получен приемлемый для практики совмещенный график расчетных и фактических расходов на нижнем посту рассматриваемого участка. Коэффициент корреляции между ними графиками равен 0,96. В зависимости от водности на участке время добегания изменяется от 1 до 3 суток. Именно оно и определяет максимальную заблаговременность краткосрочного прогноза расходов и уровней воды на этом участке по гидрометрическим данным. Верификация адаптированной для рассматриваемого участка модели производилась по данным 1997, 1999 и 2003 годов. Относительные ошибки прогноза с заблаговременностью 1 и 2 суток составляют в среднем 15 и 11% соответственно.

Основные итоги выполненной работы:

1. Апробирована и настроена модель Mike 11 для практического использования на сложном участке р.Кубань с развитой хозяйственной деятельностью, большими скоростями течения, уклонами, со сложной, быстро изменяющейся морфометрией русла;
2. Выполнена калибровка и верификация модели для лет с разной водностью и различным распределением стока внутри года;
3. Mike 11 позволяет достаточно точно рассчитать трансформацию стока на большом участке и прогнозировать сток на нем с заблаговременностью в 1-3 суток. При этом имеется возможность улучшения результатов прогнозирования за счет учета бокового притока.