

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОДНЫХ ПОТОКОВ

Крыленко И.Н.^{1,2}, Калугин А.С.², Головлев П.П.¹

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, ²Институт водных проблем РАН, Россия

Гидродинамические модели движения водных потоков в настоящее время являются мощным инструментом для решения многих гидрологических задач. В зависимости от детальности исходных данных и решаемой задачи используются одномерные и двумерные модели, в основу которых положено решение уравнений Сен-Венана в одномерной (характеристики потока осреднены по ширине и глубине и рассматриваются вдоль оси x) и двумерной (поток рассматривается вдоль оси x и по ширине, по глубине потока характеристики осредняются) схематизации соответственно. Одномерные модели позволяют проводить расчеты для протяженных участков на основе данных о морфометрии долин, представленных в виде отдельных поперечных профилей. Результатами расчетов в этом случае являются изменения уровней водной поверхности и расходов воды по времени в пределах расчетного участка. Для применения двумерных моделей требуется более детальная информация о морфометрии речных долин, представленная в виде поля точек. В результате, они позволяют получить плановую картину распределения осредненных по вертикали скоростей течения, уровней водной поверхности и глубин воды в пределах расчетной области. Реализация численных методов решения системы Сен-Венана представлена в настоящее время в ряде программных комплексов: российские программные комплексы «Flood» и «River», разработанные В.В.Беликовым, А.Н.Милитеевым и др., MIKE 11, MIKE 21 и MIKE FLOOD Датского гидравлического института и др.

Для адаптации гидродинамических моделей на конкретных участках рек необходимо определить чувствительность моделей к составу и качеству исходных данных, а также к детальности задания основного калибровочного параметра модели - коэффициента шероховатости. Данные исследования были проведены на основе численных экспериментов с одномерной моделью, реализованной в программном комплексе Mike 11, на примере рек Тверца, Дон, Амур и на основе двумерного моделирования движения водных потоков в рамках программного комплекса «River» для участков рек Томь и Протва.

Результаты экспериментов с уменьшением числа входных поперечных профилей в одномерной модели показали, что для удовлетворительного моделирования расходов воды для протяженного участка рек Дон, Амур достаточно данных о рельефе долин, заданного на

основе карт топографических масштаба 1:100000 с частотой около 1 профиля на 20км. Для адекватного моделирования уровней воды требуется уточнять профили на основе крупномасштабных топографических и лоцманских карт.

Для улучшения результатов одномерного моделирования было предложено дифференцировать коэффициенты шероховатости на поперечном профиле, задавая отдельно коэффициент шероховатости для русла и поймы. Для двумерной модели выполнена оценка влияния коэффициента шероховатости на затопление пойм реки Томь в районе г.Томск и реки Протвы у д.Сатино. Результаты моделирования показали отсутствие весомого влияния данного параметра на распределение глубин на пойме. Однако было обнаружено влияние коэффициента шероховатости на скоростное поле потока на пойме. В пределах русла изменение коэффициента шероховатости оказывает существенное влияние на скорости и глубины потока.

В работе также проведен анализ применения дистанционных данных о рельефе территории и затоплении пойм в период половодья. При наличии космических снимков среднего и высокого разрешения (выше 30м) и входной гидрологической информации для модели за те же даты, появляется возможность сопоставить расчетные и реально наблюдавшиеся (полученные с космических снимков) границы затопления территории. Таким образом, реализуется дополнительный способ контроля правильности рассчитанных уровней и исходной информации о рельефе, показавший высокую эффективность при калибровке и верификации одномерных и двумерных гидродинамических моделей движения водных потоков.

Применение дистанционных данных о рельефе, полученных на основе радиолокационных снимков среднего пространственного разрешения, находящихся в открытом доступе, в моделировании затопления пойм, показало их недостаточную точность. Более детальными оказались данные воздушного лазерного сканирования, они содержат наибольшее количество информации о рельефе, превышающее топографические карты даже крупного масштаба, и позволяют проводить двумерное моделирование затопления пойм на локальных участках речных долин.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 13-05-00113, 13-07-12120-офи_м), гранта Минобрнауки в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России"(соглашение №8342).