

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ РАСХОДОВ ВОДЫ В МОРСКИХ УСТЬЯХ РЕК

Полонский В.Ф., Мишин Д.В.

ФГБУ «ГОИН», Россия

Одной из важнейших проблем исследования гидрологического режима морских устьев рек, подверженных систематическому влиянию приливов и длинных волн ветрового происхождения, распространяющихся из моря в устье реки, является организация достаточно частых и точных измерений нестационарных потоков в устьевых (дельтовых) водотоках. В составе Руководства по гидрологическому исследованию морских устьев рек. (М., Гидрометеиздат, 1965) и РД 52.10.324-92 (М., Гидрометеиздат, 1993) были изложены практические методы измерений нестационарных потоков в морских устьях рек. Однако последующая практика показала, что из-за большой трудоемкости их применение удалось осуществить лишь в редких случаях. Акустический измеритель расходов воды, работающий на доплеровском эффекте (профилограф), незаменим при измерениях быстро меняющихся нестационарных потоков. Помимо огромной экономии трудозатрат, время измерения расхода воды крупного водотока сокращается с 2—3 часов традиционным способом (вертушкой с постановкой лодки на якорь на скоростных вертикалях) до 10—20 минут при использовании профилографа.

В 2011 и 2013 гг. в период летней межени лабораторией морских устьев рек ФГБУ «ГОИН» (ЛМУР) с привлечением Северо-Двинской устьевой станции при помощи профилографа «Work Horse Rio Grande 1200» выполнены серии измерений расходов воды с параллельными учащенными наблюдениями за уровнем воды (в том числе, автоматизированными уровнемерами) в течение приливного цикла на устьевом участке и в дельте реки Северной Двины. Были выявлены уточненные закономерности кинематики нестационарных водных потоков на устьевом участке реки Северной Двины и в дельтовых водотоках. Важным результатом, полученным в ходе выполнения исследований, является также оценка гидродинамических характеристик нестационарных потоков (членов уравнения движения) в различные фазы их изменений, полученных по данным проведенного натурного эксперимента. Кроме того, выявлена закономерность стабилизации коэффициента трения (диссипации энергии) в период стабилизации скорости течения и значительное его увеличение при замедлении потока, в наибольшей степени, при приближении значений скорости к нулевому значению. В 2011 г. в период летней межени с помощью профилографа также были выполнены серии измерений водных потоков в основных узлах разветвления

дельты реки Печоры на разных фазах приливного цикла. Причем в каждой серии неоднократно и практически синхронно измерялись расходы воды в замкнутых контурах этих узлов, состоящих из трех и четырех водотоков. Ранее, без применения профилографа, это было невыполнимо. Получены уникальные результаты, количественно фиксирующие относительную стабильность потоков в верхней части дельты в различные фазы приливного цикла и их сложную циркуляцию в основном узле в ее центральной части. Аналогичные натурные исследования проведены ЛМУР с привлечением Донской устьевой станции в неприливной дельте Дона. В результате получены данные об изменениях характеристик нестационарных потоков под воздействием длинных морских волн ветрового происхождения, имеющих суточную периодичность, нарушаемую дополнительными сгонными и нагонными явлениями. Было экспериментально доказано, что в дельте Дона при существующем режиме регулирования стока реки доминируют нестационарные потоки, значительно отличающиеся по значениям расходов воды от стоковых, особенно при развитии сгонно-нагонных явлений.

Важной прикладной задачей дальнейших исследований являются адаптация и калибровка гидравлических методов расчета нестационарных потоков по данным об изменениях уровней воды и уклонов водной поверхности на исследуемых участках дельтовых водотоков. Это позволит с помощью таких расчетов получать в режиме «on line» информацию о текущих величинах скоростей течения и расходов воды на ключевых участках водотоков. Для этого необходима разработка программы расчета и установка ее на компьютер, принимающий в режиме «on line» информацию с автоматизированных уровнемеров, установленных на расчетных участках водотоков. Эта информация может быть эффективно использована для оценки изменений условий судоходства в приливных и неприливных устьях рек, оценки путей и скоростей распространения загрязняющих веществ при их аварийном сбросе в воду.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №10-05-00943-а, №13-05-00935-а, №13-05-10087-к).