

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕЖЕДНЕВНЫХ
РАСХОДОВ ВОДЫ ПРИ ЛЕДОСТАВЕ БЕЗ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ
СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ПОДО ЛЬДОМ

Угренинов Г.Н.

РГГМУ, Россия

Одна из задач Федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах» - разработка системы обеспечения прогностических организаций Росгидромета сведениями о ежедневных расходах воды не менее, чем с 80% гидрологических постов опорной сети наблюдений. При этом информация о ежедневных расходах должна поступать с постов в оперативном режиме.

В принципе, ежедневные расходы воды могут быть определены в оперативном режиме с использованием гидроакустических расходомеров и другой современной техники. Но по причине слабой оснащенности отечественных гидрологических постов таким оборудованием и недостаточной квалификацией наблюдателей, возникает необходимость разработки методики оперативного определения ежедневных расходов воды по стандартной информации об уровнях воды и глубине погружения льда, с привлечением сведений о расходах воды, измеренных за прошлые зимы и в данный зимний сезон.

Методика основана на инвариантности параметра M – безразмерного гидравлического радиуса К.В. Гришанина. В основу предлагаемой методики положена установленная К.В.Гришаниным инвариантность безразмерного гидравлического радиуса (M):

$$M = \frac{R(g\chi)^{0,25}}{Q^{0,5}}, \quad (1)$$

где: R – гидравлический радиус, м;

χ - длина смоченного периметра, м;

Q – расход воды, м³/с;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Инвариантность параметра M установлена К.В.Гришаниным теоретически и проверена на практике в отношении рек с устойчивым руслом и мелкозернистыми донными отложениями. Эти условия в целом соблюдаются подо льдом на равнинных реках. Принятые зимние условия:

- ледостав полный и одноярусный;

- зажорно-заторных явлений при замерзании не наблюдается;
- ледяного моста нет (по всей ширине реки лёд погружен в воду);
- вода поверх льда не течёт.

Анализ зимних расходов воды, измеренных на реках Ленинградской, Архангельской, Мурманской областей и Республики Коми, свидетельствует о наличии некоторого тренда параметра M в течение зимнего сезона по мере изменения толщины льда и шероховатости его нижней поверхности. Этот тренд описывается функцией $M = f(T)$, где T – продолжительность периода от даты начала ледостава (t_0) до расчетной даты определения зимнего расхода (t). Зависимость $M = f(T)$ устанавливается по данным об измеренных расходах воды за прошлые зимы, желательно не менее трёх зимних сезонов. Не исключено, что измеренные расходы в данный зимний сезон укажут на необходимость уточнения зависимости $M = f(T)$, путем дополнения исходной информации новыми сведениями. По зависимости $M = f(T)$ получаем значение параметра M на расчетную дату t (M_t).

При наличии стандартных измерений толщины льда (по пентадам или декадам) представляется возможным с приемлемой точностью определить глубину погружения льда $h_{пл}$ на дату t в зоне производства ледомерных работ. По данным об измеренных зимних расходах устанавливается зависимость средней в гидрометрическом створе глубины погружения льда $h_{ср.пл}$ от глубины погружения льда в зоне ледомерных работ – $h_{ср.пл} = f(h_{пл})$. Эта зависимость позволяет определить среднюю глубину погружения льда на дату t ($h_{ср.пл,t}$).

По профилю поперечного сечения в гидрометрическом створе при уровне воды на дату t и глубине погружения льда $h_{ср.пл,t}$ рассчитываются гидравлический радиус R_t и длина смоченного периметра χ_t .

Подставив в формулу (1) значения M_t , R_t и χ_t , получаем искомый расход $Q_{зим,t}$.

Относительная погрешность предлагаемой методики, вычисленная по результатам около 1000 проверочных расчетов, составила $\delta = 0,07 - 0,12$. Полученная оценка относительной погрешности свидетельствует о приемлемой информативности предлагаемой методики. Однако, при подготовке ежегодных данных Государственного водного кадастра ежедневные расходы, рассчитанные по предлагаемой методике, подлежат уточнению с использованием результатов всех измерений зимних расходов за календарный год.