

МОДЕЛИ РАСЧЕТА И ПРОГНОЗА ПРИТОКА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ БОГУЧАНСКОЙ ГЭС

Бураков Д. А.¹, Путинцев Л. А.²

¹Красноярский государственный аграрный университет, ²Среднесибирское УГМС, Россия

Богучанская ГЭС на р. Ангаре, ввод которой на полную мощность намечен на 2013 год, – составная часть объединенной энергетической системы Сибири. Приток в водохранилище Богучанской ГЭС складывается из двух составляющих: основной приток – сбросы Усть-Илимской ГЭС, и боковой приток, равный суммарному стоку рек и временных водотоков, впадающих в водохранилище. Площадь водосбора бокового притока составляет 47 000 км². Методики прогноза притока воды в Богучанское водохранилище, разработанные ранее, требуют коренной переработки, в виду закрытия за последние 20 лет большинства гидрометеорологических пунктов наблюдений на нижней Ангаре. В настоящее время наблюдения за расходами воды проводятся на трех малых реках-аналогах: $Q_{aч}(t)$ на р. Чадобец–п. Яркино; $Q_{aм}(t)$ на р. Мура–п. Ирба; $Q_{aн}(t)$ на р. Непа–д. Ика. Их водосборы располагаются в районе нижней Ангары, но за пределами водосбора бокового притока в Богучанское водохранилище. На первом этапе в основу расчета бокового притока положены материалы наблюдений за расходами воды $Q_i(t)$ пяти малых рек за 1980–1982 гг., бассейны которых располагаются непосредственно на площади водосбора бокового притока (47000 км²). В пределах этой площади выделено пять районов, каждый из которых «контролируется» стоком одной из пяти малых рек. Коэффициенты стоковой приводки (K_i) для расходов воды этих рек определялись как отношения площади районов к соответствующим площадям водосборов. Таким образом, суточные величины бокового притока за 1980-1982 годы рассчитаны по формуле:

$$Q_{бок}(t) = \sum_{i=1}^5 K_i Q_i(t) + Q_{min}, \quad (1)$$

где, $Q_{бок}(t)$ – расход воды бокового притока; $Q_i(t)$ – расход воды одной из малых рек; Q_{min} – средний расход воды дополнительного подземного питания реки Ангары за счет разницы вреза речной её долины по сравнению с неглубоким врезом долин малых рек.

Рассчитанные по (1) за 3 года величины суточного бокового притока $Q_{бок}(t)$ являются опорными в дальнейших расчетах. Они используются для установления корреляционной зависимости с расходами воды упомянутых выше малых рек, на которых с 1980г. до настоящего времени проводятся наблюдения за стоком воды.

$$Q_{бок}(t+1) = 1,31 \cdot Q_{aч}(t) + 0,5 \cdot Q_{aм}(t) + 1,24 \cdot Q_{aн}(t) + 334 \quad (2)$$

Коэффициент корреляции этой зависимости равен 0,976. Другой способ расчета бокового притока может быть основан на уравнении квазиустановившегося движения воды, которое используется для обоснования методов соответственных уровней. Уравнение для прогноза суточного притока $Q_{бок}(t)$ получает вид

$$Q_{бок}(t) = \int_0^L q dl = Q_n(t) - Q_b(t-\tau) \quad (3)$$

где $Q_n(t)$ – расход воды (m^3/c) в створе плотины Богучанской ГЭС (пос. Сыромолотово); $Q_b(t-\tau)$ – сбросы Усть-Илимской ГЭС; q – элементарный боковой приток на единицу длины в единицу времени на участке реки Ангары между плотинами Богучанской и Усть-Илимской ГЭС ($m^3/m \times c$); L – длина участка р.Ангары между Усть-Илимской и Богучанской ГЭС; τ – сдвигка на время добегания.

Рассчитанный за 1980-1982гг. по уравнению (3) суточный боковой приток сопоставлен с опорными значениями притока (по формуле 1). Оказалось, что сдвигка на время добегания τ составляет 4 суток, что примерно равно времени добегания на участке реки Ангары от плотины Усть-Илимской ГЭС до с.Сыромолотово (360км). Расходы воды в периоды подвижек и ледохода при сопоставлении не учитывались из-за низкой точности учета стока в п. Сыромолотово. Согласно расчетам, дополнительное подземное питание составляет примерно $330m^3/сек$. Расходы бокового притока, определенные по (1) и (3), практически совпали, что подтверждает надежность расчета бокового притока по (1) и вытекающей из неё основной расчетной формулы (2). Последняя использована для расчета притока за период 1980-2012гг. Полученный ряд притока использовался для оптимизации параметров модели прогноза ежедневного бокового притока по данным о запасах снега, осадков, температуре воздуха и уровней воды рек-аналогов, с применением математической модели. В докладе рассматриваются этапы оптимизации параметров прогностической модели и показатели качества краткосрочных прогнозов с заблаговременностью 1–7 суток.