

МОДЕЛИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЕЖЕДНЕВНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В  
СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КУБАНЬ И В ЗАМЫКАЮЩИХ СТВОРАХ ПРИТОКОВ  
КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Яковлева Т.И.

ФГБУ «ГГИ», Россия

В докладе приведены два алгоритма методики краткосрочного прогнозирования расходов воды в среднем течении р. Кубань и замыкающих створах притоков Краснодарского водохранилища: на регрессионной основе и на основе закономерностей перемещения кинематической волны. Река Кубань – крупнейшая горно-ледниковая река Северного Кавказа, берущая начало у ледников на склонах Эльбруса. Всего речная сеть бассейна имеет в своем составе около 14 тысяч рек, из них наиболее крупные: Теберда, Большой Зеленчук, Малый Зеленчук, Уруп, Лаба, Белая, Пшиш, Псекупс. Бассейн Кубани делится на четыре части: высокогорную, горную, предгорную и равнинную. Первый участок, для которого разрабатывалась методика прогноза, замыкает верхнее течение р. Кубани в створе г. Невинномысска и захватывает часть ее среднего течения от г. Невинномысска до г. Армавира.

Предлагаемые подходы предполагают прогнозирование процесса перемещения и трансформации паводочной волны уже сформировавшейся в русле реки. Структура регрессионных моделей краткосрочного прогноза, основана на уравнении множественной регрессии, выбиралась для различных участков в зависимости от особенностей формирования и перемещения паводочной волн на рассматриваемом участке. В качестве одного из предикторов уравнения, учитывающего значение сформировавшегося в верхних створах притока воды, принимался расход в верхнем створе расчетного участка, или сумма расходов в верхних створах, наиболее удаленных от расчетного, на дату выпуска прогноза (заблаговременность прогноза 1 или 2 суток). При движении сформировавшихся в расчетных створах расходов воды по руслам рек происходит их изменение на величину  $\Delta Q_p$  за счет распластывания. Учитывая, что величина распластывания зависит от самого перемещающегося расхода воды и от степени заполнения русел на рассматриваемом участке, она может быть приближенно оценена через расходы воды, характеризующие крутизну волны паводка, т.е. расходы в ограничивающих створах.

Такого рода зависимости получены для краткосрочного прогноза расходов воды в створах следующих гидрологических постов:

р. Кубань – г. Невинномысск – заблаговременность 12 часов;

- р. Кубань – с. Успенское – заблаговременность 36 и 24 часа;
- р. Кубань – г. Армавир – заблаговременность 24 часа;
- р. Кубань – ст-ца Ладожская – заблаговременность 24 и 48 часов;
- р. Лаба – х. Догужиев – заблаговременность 24 и 48 часов;
- р. Белая – БелГЭС – заблаговременность 12 и 24 часа;
- р. Пшиш - ст-цы Бжедуховская – заблаговременность 24 часа.

Для бесприточного участка реки Кубань от г.Армавира до ст-цы Ладожская предложена также зависимость, вытекающая из уравнения кинематической волны, предложенная В.В.Коваленко.

В ходе исследования выявлено, что сначала с увеличением расходов воды время добегания на этом участке уменьшается, а при увеличении значений транзитных расходов воды выше  $800\text{ м}^3/\text{с}$  начинает возрастать и при прохождении расходов воды свыше  $3500\text{ м}^3/\text{с}$  достигает 5 суток и более. Этот эффект объясняется тем, что прохождение высоких паводков на этом участке, сопровождается выходом воды на пойму, при этом происходит значительное распыливание паводочной волны, как это и произошло при прохождении катастрофического паводка в июне 2002г. В такие периоды при использовании любой модели прогноза необходимо учитывать эффект пойменного регулирования, методика расчета которого также приводится в докладе.

Проверка эффективности прогнозных зависимостей выполнена по данным о расходах воды за период с 1978 по 2010гг. для заблаговременности 1 и 2 суток. Показано, что предложенные прогностические зависимости эффективны в 76-80% случаев, а оправдываемость прогнозов составляет 88-96%.

По результатам оценки эффективности, также выявлено, что для ГП р.Кубань – ст-ца Ладожская в маловодные периоды более эффективна модель, построенная на основе кинематической волны, а для многоводных лет – регрессионная модель. Как показали расчеты, модель с заблаговременностью прогноза 2 суток более эффективна, чем 1 сутки. Это объясняется тем, что время добегания на участке Армавир – Ладожская в большинстве случаев близко к двум суткам или превышает эту величину.

Следует отметить, что из-за существенного снижения надежности данных учета стока после 2002г. существенно ухудшилось качество оценки прогнозов по данным 2004–2010гг.