

МЕТОД КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА РАСХОДОВ ВОДЫ
 р.ЗЕРАВШАН У ПОСТА ДУПУЛИ В МАЕ-АВГУСТЕ
 С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ДО ПЯТИ СУТОК

Метод прогноза средних суточных расходов воды р.Зеравшан в период май – август разрабатывался для п.Дупули, расположенного на территории Таджикистана. Ниже этого поста в Узбекистане существует густая сеть каналов и коллекторов, которая существенно трансформирует сток; выше поста каналов почти нет, и режим реки близок к естественному. В истоках реки расположен п.Худгиф, время добегания от которого до п.Дупули около суток, сток этих двух постов хорошо коррелируется, однако верхний пост не информационный. Информационными являются лишь уровенный п.Хушикат и п.Пете на р.Фандарья, расположенные в 80–100 км от Дупулей, время добегания до которых менее суток. Следовательно, для прогноза стока у п.Дупули с заблаговременностью более суток нельзя использовать сведения по стоку через вышележащие посты. Для этой цели традиционно используются данные о температуре и осадках по станциям, расположенным в бассейне.

В настоящее время при выпуске оперативных краткосрочных прогнозов стока применяют качественные зависимости расходов воды от этих факторов. При заблаговременности двое, трое (до пяти) суток используется прогноз температуры и осадков, полученный на основе синоптико-статистического метода, разработанного в отделе численных методов прогнозов САНИГМИ. Метод имеет недостаточно высокую оправдываемость, что осложняет использование его в прогнозах стока.

В настоящее время в оперативном режиме в гидрометцентре Узбекского УГМ по каналам связи в системе *CRID* из различных прогностических центров (*ECMF*, *KWBC*, *RUTH*) поступает гидродинамический прогноз полей H_{500} с заблаговременностью до пяти суток. В статье /2/ показана тесная зависимость изменений стока с изменением геопотенциала H_{500} и особенно с отклонением его от нормы.

Коэффициенты корреляции между фактическими полями H_{500} и прогностическими, например выпускаемыми Европейским центром *ECMF*, составляют более 90%, поэтому прогнозы с такой оправдываемостью можно использовать при прогнозе стока.

Для прогноза суточных расходов воды использовалось не поле геопотенциала, а геопотенциал на изобарической поверхности 500 гПа в конкретных пунктах (Ташкент, Чарджоу, Душанбе), полученный путем интерполяции между значениями в узлах сетки.

Прогноз на первые два дня строился на основе фактической ежедневной гидрометеорологической информации.

В основу прогноза изменений стока с заблаговременностью трое и более суток был взят получаемый в оперативном режиме прогноз H_{500} и его отклонение от нормы для прогнозируемых суток. Другим предиктором, нетрадиционным для прогнозов, была температура воздуха в свободной атмосфере по данным радиозондирования. В /4/ показана связь температуры воздуха на высокогорных метеорологических станциях с температурой в свободной атмосфере на той же высоте. В долине р.Зеравшан, открытой в сторону равнин благодаря горно-долинным ветрам происходит интенсивный воздухообмен, поэтому средняя суточная температура близка к температуре в свободной атмосфере.

Для бассейна Зеравшана была взята температура на поверхности 700 гПа (3 км), так как средняя высота водосбора приближается к этой высоте.

Анализ корреляционных зависимостей предикторов со стоком показал достаточно тесную связь изменений расходов воды с температурой в свободной атмосфере на уровне 3 км.

Для прогноза стока, особенно после резких аномалий температуры воздуха, очень важно знать оставшиеся снегозапасы в бассейне в различных высотных зонах. Такой информации в этом бассейне пока не имеется, поэтому для характеристики интенсивности снеготаяния пришлось ограничиться суммой положительных температур воздуха на поверхности 700 гПа начиная с 1 апреля. Было выявлено, что интенсивный приток воды у п.Дупули начинается, если температура на высоте 3 км по данным радиозондирования в Ташкенте поднимается выше 0° в апреле, выше 3° - в мае, в среднем выше 5° в июне, выше 8° в июле и 9°C в августе.

В работах З.В.Джорджи /1/ и позднее в других исследованиях использовались зависимости расходов воды от положения нулевой изотермы, характеризующей площадь бассейна, охваченной одновременным таянием. Для бассейна Зеравшана этот предиктор оказался информативным для периода подъема половодья, при спаде роль высоты нулевой изотермы незначительна.

Помимо температуры в свободной атмосфере анализировались зависимости изменений стока от максимальной и средней суточной температур на ст.Ледник Федченко, широко используемой в оперативной практике, а также привлекались данные метеорологической ст.Ледник Абрамова. Влияние аномалий температуры воздуха на этих станциях на изменение стока в р.Зеравшан различно в зависимости от месяца, но везде эти связи менее тесные, чем с температурой в свободной атмосфере. В набор информативных предикторов также вошел дефицит точки росы, характеризующий влажность воздуха, косвенно учитывающий влияние облачности на таяние снега.

В качестве гидрологических предикторов в работе приняты расход воды за 8 ч и изменение его за сутки у Дупулей, изменение уровня воды у Хушиката, а также изменение расходов воды у Худгифа.

Таким образом, для поиска наиболее информативных предикторов для прогноза стока Зеравшана был использован архив, состоящий из: 1) температуры в свободной атмосфере на высоте 3 км по данным р/з Ташкент - t_{300} ; 2) суммы положительных температур на высоте 3 км с апреля по дату составления прогноза - $\sum t_{300}$; 3) отклонения геопотенциала от нормы, осредненное по данным радиозонда в Ташкенте, Душанбе, Чарджоу - ΔH_i , где i - указывает срок прогноза; 4) расхода воды р.Зеравшан у п.Дупули за срок 8 ч в день составления прогноза - Q_{08} ; 5) изменения расхода воды р.Зеравшан у п.Дупули за сутки по данным на 8 ч - ΔQ_{08} ; 6) высоты нулевой изотермы по данным радиозонда в Ташкенте за 3 ч мск в день составления прогноза - h_0^3 и за 12 ч мск за сутки до составления прогноза - h_0^{12} ; 7) изменения уровня р.Зеравшан у п.Хушикат за сутки по данным за 8 ч - $\Delta H_{\text{Хушикат}}$; 8) расхода воды р.Зеравшан на п.Худгиф, среднего в день составления прогноза - $Q_{\text{Худгиф}}$; 9) изменения расхода воды р.Зеравшан на п.Худгиф за сутки - $\Delta Q_{\text{Худгиф}}$; 10) суммы осадков с октября по день составления прогноза на станциях Духауз, Искандеркуль, Ледник Абрамова - $\sum x$; 11) дефицита влажности воздуха на изобарических поверхностях 700, 500 гПа по станциям Ашхабад, Чарджоу, Ташкент - $(T - T_d)$; 12) максимальной за сутки температуры воздуха на станциях Ледник Абрамова, Ледник Федченко - t ; 13) прогноза температуры воздуха на ст.Ледник Федченко - t_i .

Изменение расходов воды за сутки при одинаковых сопутствующих метеорологических условиях зависит от водности года, которая определяется в основном накоплением осадков за период сентябрь - апрель.

Ввиду этого метод краткосрочного прогноза разрабатывался отдельно для групп лет, отличающихся по степени накопления осадков на конец апреля: больше нормы (1969, 1973, 1979 гг.), норма (1972, 1976, 1980 гг.) и меньше нормы (1965, 1975, 1982 гг.). Были получены также варианты уравнений, построенных на архиве, в который вошли годы, разные по накоплению осадков за зимний период (1969, 1976, 1982).

Метод прогноза суточных расходов воды получен для каждого месяца этих групп лет. Влияние вышеперечисленных предикторов на изменение суточных расходов от месяца к месяцу различно. Так, в мае и июне основными информативными предикторами стали высота нулевой изотермы (h_0) или температура воздуха в свободной атмосфере на высоте 3 км. В июле и августе основной вклад в прогностические уравнения регрессии (60-80%) внесли косвенная характеристика температурного фона на высоте 5 км (отклонение геопотенциала от нормы - ΔH_i) и характе-

Уравнения для прогноза изменения суточных расходов воды (ΔQ) в илте для групп лет нормальных по накоплению осадков

Заблаговре- менность, дни	Прогностическое уравнение регрессии					R	s/e	$\sum$ грм	Опреде- ляемость, %
1 день	$\Delta Q_1 = 3,76 \Delta H$ 0,45	$-0,2 Q_{ос}$ 0,11	$-0,08 \sum t_{гво} + 1,05(T-T_d)_{гво}$ 0,14	$+ 3,11 t_{гв}^{ос}$ 0,12	83,7 0,19	0,72	0,69	20,2	85
2 дня	$\Delta Q_2 = 7,44 t_{гв}^{гв}$ 0,38	$-0,2 \sum t_{гв}^{гв}$ 0,23	$-0,32 Q_{ос}$ 0,17	$+ 4,6 t_{гв}^{макс}$ 0,22	+ 102	0,79	0,61	30,0	80
3 дня	$\Delta Q_3 = 5,49 \Delta H_1$ 0,24	$-0,5 Q_{ос}$ 0,25	$-0,21 \sum t_{гво} + 5,83 t_{гв}^{гв}$ 0,16	$+ 4,92 \Delta H_2 + 213$ 0,15	0,84 0,20	0,55	41,7		88
4 дня	$\Delta Q_4 = 8,09 \Delta H_2$ 0,28	$-0,63 Q_{ос}$ 0,32	$-0,24 \sum t_{гво} + 6,68 t_{гв}^{гв}$ 0,17	$+ 4,58 \Delta H_3 + 268$ 0,09	0,84 0,13	0,54	51,3		88
5 дней	$\Delta Q_5 = 6,85 \Delta H_3$ 0,19	$-0,69 Q_{ос}$ 0,36	$-0,22 \sum t_{гво} + 8,7 \Delta H_1$ 0,13	$+ 6,63 \Delta H_4 + 344$ 0,15	0,86 0,16	0,52	58,4		91

П р и м е ч а н и е . Под уравнениями приведены величины вкладов соответствующих предикторов в общие уравнения.

ристики стока (утренний расход Q_{03} или изменение уровня в верхнем створе).

В процессе разработки метода прогноза талого стока пришлось учитывать и дождевую составляющую, особенно в мае, июне и даже июле.

Отдельно для каждой группы лет различных по накоплению осадков получены уравнения для прогноза этой составляющей при холодных вторжениях. В основу метода были заложены те же принципы использования связей стока с термогигрометрическими характеристиками теплых и холодных воздушных масс, что и в ранее разработанных методах прогноза паводков на реках /3/. С использованием многофакторного линейного регрессионного анализа получена система прогностических уравнений с физически обоснованными предикторами для прогноза суточных изменений расходов воды с мая по август для групп лет различных по накоплению снеготпасов. При этом предусмотрен прогноз талодожддевого стока. В качестве примера в таблице приводятся уравнения для прогноза изменений расходов воды в июле с заблаговременностью до 5 сут только за счет таяния снега. Эффективность S/Σ всех уравнений от 0,43 до 0,76. Оправдываемость прогнозов P на обучающей выборке 78–96%, на независимой выборке 75–90%. Результаты авторско-производственных испытаний в 1987 г. показали возможность использования разработанного метода в оперативной деятельности гидропрогнозов.

Список литературы

1. Дыгордин З. В. Опыт долгосрочных прогнозов стока рек Средней Азии// Ташкент: Изд-во САГУ. – 1957. – 142 с.
2. Салихова Д. Х. Аэросиноптические условия резких изменений расходов воды в р.Зеравшан у поста Дупули в период половодья//См. настоящий сборник.
3. Салихова Д. Х. Аэросиноптический метод краткосрочного прогноза снего-дождевых паводков в р.Кашкадарья//Теоретическая и прикладная метеорология. Ташкент. Сборник статей. – Вып.2. Ташкент.: ФАН. – 1977. – С.84–88.
4. Субботина О. И. Влияние орографии на температурный режим в горах Средней Азии// Тр. САНИГМИ. – 1971. – Вып.59(74). – 121 с.