

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ВЫСОКИХ ВОД В БАССЕЙНАХ РЕК АРГУН И СУНЖА

Н.К. Пономарёв, Е.К. Синиченко

Кафедра гидравлики и гидротехнических сооружений

Инженерный факультет

Российский университет дружбы народов

ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье рассматривается изменение уровневого режима реки Сунжа при прохождении максимальных расходов воды проектной вероятностью превышения и возможного подтопления или затопления территорий, прилегающих к ней.

Ключевые слова: гидрологическая безопасность, максимальные расходы воды, уровни воды, прогноз, затопление, подтопление.

Прогноз наивысших уровней при прохождении катастрофических паводков связан с гидрологической безопасностью и отражает современный подход к экстремальным природным явлениям, происходящими в мире и в России.

Основной задачей гидрологических прогнозов в настоящее время является определение расчетных паводков и соответствующих им уровней. Методы оценки расчетных паводков подвергаются существенной ревизии. В России главным документом по гидрологическим расчетам является СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», рекомендуемый определять расчетный максимальный расход в зависимости от уровня ответственности сооружения, который, в свою очередь, назначается от степени материального и физического ущерба, возможно нанесенного после аварии сооружения.

Анализ динамики развития подходов к нормированию максимальных проектных расходов показывает три последовательно применяющихся критерия выбора расчетного паводка [7]:

- первый основывался на общих соображениях;
- второй (современный) исходит из ущербов, особенно угрозы жизни человека;
- третий (нарастающий) — базируется на анализе риска, в частности приемлемого социального риска (табл. 1).

Таблица 1

Структура выбора расчетных паводков, принятая в большинстве стран мира

Категория риска	Потери людей, N	Экономический, социальный и экологический ущерб	Расчетный паводок	Поверочный паводок
Высокая	$\geq N$	Чрезвычайный	% от PMF или 0,1—0,02%	PMF или 0,02—0,01%
Значительная	0-N	Значительный	% от PMF или 0,2—0,1% или ERA	% от PMF или 0,10—0,2% или ERA
Низкая	0	Минимальный	1%	1—0

Примечание: PMF — Probable Maximum Flood — максимальный вероятный паводок; ERA — Economic Risk Analysis.

В мировой практике все чаще для определения значения максимальных среднесуточных и мгновенных (срочных) расходов различной вероятности превышения используют технологию расчета РМР (Probable Maximum Precipitation) — максимальные вероятные осадки (с использованием распределения Жибра) и процедуру максимизации осадков и паводков для получения значений РМР и РМФ.

На предварительном этапе выполнения прогнозирования максимальных расходов проектной вероятностью превышения и соответствующих им уровней был проработан имеющийся материал по гидрологической изученности района [1].

Гидрологическая сеть в бассейне р. Сунжа от истока до п. Брагуны развита слабо. На площади водосбора $F = 12\,200\text{ км}^2$ постоянных водомерных постов с периодом наблюдений более 30 лет — семь. Посты расположены неравномерно по территории, на малых реках вообще отсутствуют. На р. Сунжа насчитывается три поста, на притоках Сунжи р. Асса — два поста, р. Аргун — два поста. По данным МЧС, с начала 1980-х гг. регулярных наблюдений практически не велось, и в период известных событий на Северном Кавказе даже имеющиеся пункты наблюдения были разукомплектованы.

В районе впадения р. Аргун в р. Сунжу наблюдения не производились. Питание р. Сунжи смешанное. Водный режим в верхнем ее течении почти полностью определяется за счет осадков, выпадающих на водосбор преимущественно в летний период, а также грунтовых вод.

Ниже впадения р. Асса и Аргун, питающихся главным образом высокогорными снегами и ледниками, режим р. Сунжи приобретает основные черты режима высокогорных рек. В связи с этим годовой ход уровня воды характеризуется в верхнем течении (до впадения р. Асса) слабо выраженным половодьем и устойчивой и длительной меженью, которая нарушается дождевыми паводками, формируемыми в период с июня по август, иногда (при затяжных дождях) по сентябрь, годовые максимумы.

После впадения р. Асса годовой ход уровня воды характеризуется подъемом при весенне-летнем половодье, начинающемся в апреле от таяния снега в равнинной и предгорной частях бассейна и достигающих наибольшей высоты в июне—июле, в период наиболее интенсивного таяния ледников и высокогорного снега в бассейнах р. Асса и Аргун.

Длительный спад заканчивается в сентябре—октябре устойчивой осенне-зимней меженью. С апреля по август здесь происходит такое количество паводков, которые, накладываясь на высокие уровни половодья, также формируют наивысшие годовые уровни.

Также в период половодья наблюдается суточный ход уровня воды, обусловленный суточным ходом температуры воздуха и интенсивностью дождевых паводков. Амплитуда суточных колебаний, по данным наблюдений, на р. Аргун составляет 30—240 см, на р. Сунжа — 80—170 см.

В бассейне р. Сунжи от истока до с. Брагуны насчитывается 68 ледников, площадью обледенения $27,4\text{ км}^2$, что составляет 0,22% площади водосбора.

Основные гидрологические характеристики приведены в табл. 2—9.

Таблица 2

Гидрометрические посты

№ по списку наблюдений	Река — пункт	Период наблюдений	Площадь водосбора, км ²	Расстояние от истока, км	Средняя высота водосбора, м
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	35	3 190	103	1 920
291	Сунжа — с. Брагуны	41	12 200	257	1 370

Таблица 3

Характеристика уровня воды (в см над условным нулем)

№	Река — пункт	Отметка нуля графика, м Приводка к нулю графика, м	Наименование характеристик	Высшие уровни половодья, см	Годовая амплитуда, м
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	$\frac{335.96}{0.07}$	средний высший низший	187 460 122	1.59 4.46 1.01
291	Сунжа — с. Брагуны	$\frac{29.49}{0.13}$	средний высший низший	271 492 134	2.52 4.90 1.30

Таблица 4

Уровни воды различной обеспеченности (в см над нулем графика)

№	Река — пункт	Максимальные					
		Обеспеченность, %					
		1	3	5	10	25	50
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	—	—	—	—	—	—
291	Сунжа — с. Брагуны	570	510	475	430	336	270

Таблица 5

Максимальные расходы воды (Q м³/час) за половодье различной обеспеченности

№	Река — пункт	Характеристика	За период наблюдения		Максимальные расходы обеспеченности				
			max	средн.					
			Q м ³ /с	Q м ³ /с	1%	2%	5%	10%	25%
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	$Q_{ср.сут}$	524	186	549	473	371	295	203
		$Q_{ср}$	690	242	733	643	522	429	306
291	Сунжа — с. Брагуны	$Q_{ср.сут}$	1 040	378	1 110	978	810	672	485
		$Q_{ср}$	1 200	437	1 270	1 130	935	780	567

Таблица 6

Наибольшие наблюдаемые и 1% максимальные расходы дождевых паводков и половодья

№	Река — пункт	Максимальный расход воды м ³ /с			
		наблюдаемый		1% обеспеченности	
		дождевой Q_1	половодный Q_2	дождевой Q_1	половодный Q_2
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	232	690	236	733
291	Сунжа — с. Брагуны	—	1 200	—	1 270

Таблица 7

Характеристики кривой связи $Q = f(H)$ Сунжа — с. Брагуны

Максимальные						
$P, \%$	1	3	5	10	25	50
$H, \text{см}$	570	510	475	430	336	270
$Q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	1 270	1 040	935	780	567	380

Таблица 8

Параметры кривой обеспеченности максимальных срочных расходов

№	Река — пункт	$\bar{Q}, \text{м}^2/\text{с}$	C_v	C_s	$\frac{C_s}{C_v}$
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	251	0.54	1.9	3.5
291	Сунжа — с. Брагуны	443	0.52	1.5	2.9

Таблица 9

Максимальные срочные расходы вероятностью превышения

№	Река — пункт	Расход, м^3	Вероятность превышения, $P \%$		
			0,01%	0,1%	1%
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	$Q_{\text{ср}}$	1 303	1 015	733
291	Сунжа — с. Брагуны	$Q_{\text{ср}}$	2 076	1 648	1 270

При экстремальных совпадениях природных факторов, влияющих на водность р. Аргун и р. Сунжа, возможно появление максимальных расходов малой вероятностью превышения, при этом изменяется уровневый режим рек:

р. Сунжа — с. Брагуны

при прохождении максимальных расходов:

$Q_{\text{ср } 1\%} = 1270 \text{ м}^3/\text{с}$, повышение уровня составит $H = 5,7$ м над нулем графика, отметки $\nabla 35,66$ м;

$Q_{\text{ср } 0,1\%} = 1648 \text{ м}^3/\text{с}$, повышение уровня составит $H = 6,2$ м над отметкой нуля графика, т.е. достигнет отметки $\nabla 35,69$ м;

$Q_{\text{ср } 0,01\%} = 2076 \text{ м}^3/\text{с}$, $H = 6,7$ м, $\nabla 36,19$ м.

р. Аргун — с. Дуба-Юрт

Данных по уровневому режиму нет, но, сопоставляя данный створ с аналогичными в бассейне р. Сунжи, можно предположить, что при прохождении расходов

$Q_{\text{ср } 1\%} = 733 \text{ м}^3/\text{с}$, повышение уровня на $H = 4,9$ м отметка $\nabla 340,9$ м.

$Q_{\text{ср } 0,1\%} = 1015 \text{ м}^3/\text{с}$, уровень в реке поднимется на $H = 5,7$ м, достигнет отметки $\nabla 341,7$ м;

при $Q_{\text{ср } 0,01\%} = 1303 \text{ м}^3/\text{с}$, $H = 6,5$ м, $\nabla 342,5$ м.

Сводная таблица

№	Река — пункт	Прогнозируемые величины	Обеспеченность, P , %		
			0,01%	0,1%	1%
303	Аргун — с. Дуба-Юрт	Q_{cp} , м ³ /с	1303	1015	733
		H , м	6.5	5.7	4.9
		∇ , м	342.5	341.7	340.9
291	Сунжа — с. Брагуны	Q_{cp} , м ³ /с	2070	1648	1270
		H , м	6.7	6.2	5.7
		∇ , м	36.19	35.69	35.66

Учитывая суточные колебания уровней, возможно превышение данных отметок в среднем на 1,3 м (отметки приняты по данным гидропостов).

Учитывая данные по опорным пунктам р. Сунжа — г. Грозный, р. Аргун — с. Дуба-Юрт, р. Сунжа — п. Брагуны, а также историческое развитие русл, дает возможность предположить, что в створе слияния рек Аргун и Сунжа при прохождении максимальных расходов проектной вероятности превышения от 1% до 0,01% обеспеченности, уровни могут подняться на 5÷6,5 м, а при прохождении выдающихся половодий в районе слияния возможен подпор в верх по течению р. Сунжи, вызванный большей водностью и большим продольным уклоном р. Аргун, с возможностью русловых деформаций.

Приведенные результаты являются предварительными, так как для детального анализа и прогноза водного и уровневого режима р. Сунжи и ее притоков в интересующих районах необходима дополнительная информация о морфометрии русла, исследования с применением методов математического моделирования и лабораторных проверок воздействия потока на изменения русловых процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 8: Северный Кавказ. — Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- [2] СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. С.-Петербург. ГГИ. 2004 г.
- [3] Асарин А.Е. и др. Современные подходы к нормированию и оценке максимального речного стока. № 1. АО НИИЭС. — М., 1998.
- [4] Международное руководство по методам расчета основных гидротехнических характеристик. — Л.: Гидрометеиздат, 1984.
- [5] Международный симпозиум по паводкам и их расчетам. — Л.: Гидрометеиздат, 1969.
- [6] Расчеты паводочного стока. Методы расчетов на основе мирового опыта. — Л.: Гидрометеиздат. 1978.
- [7] Разработка предложений по приведению водосбросных сооружений и/или режима работы действующих гидроузлов в соответствии с современными характеристиками максимального расчетного стока. Технический отдел. АО НИИЭС, 1998.

**FORECAST OF CHANGE OF LEVELS
WHEN PASSING HIGH WATERS IN BASINS
OF THE RIVERS ARGUN AND SUNZHA**

N.K. Ponomarev, E.K. Sinichenko

Department of Hydraulics and Hydraulic Structures
Engineering faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Change of a water and water levels mode of the rivers when passing the maximum expenses by design probability of excess.

Key words: hydrological safety, maximum expenses of water, water levels, forecast of flooding and floodings of territories.