

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИГОДОВОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО  
БАЛАНСА КРУПНЫХ БАССЕЙНОВ КАЗАХСТАНА С УЧЕТОМ СЦЕНАРИЕВ  
РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА ДО 2020–2050 гг.

Таланов Е.А., Полякова С.Е.

Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан

Расход воды в замыкающем створе реки  $Q$  и главная переменная состояния бассейна  $W$  – объем воды в бассейне являются координатами некоторого двухмерного абстрактного «фазового пространства». Изменение состояния бассейна и его производительности как генератора стока описывается кривой, называемой фазовой траекторией. Фазовое пространство, заполненное фазовыми траекториями, составляет фазовый портрет речного бассейна. Смоделированы значения составляющих водного баланса (уравнение  $P-E = Y \pm \Delta W$ , где «осадки минус испарение» уравновешены поверхностным стоком и изменением влагозапасов в бассейне), используя гидрометеорологические данные наблюдений по месяцам и региональные сценарные (В1 и А2) ежемесячные изменения температуры воздуха и атмосферных осадков для первой половины текущего столетия. Рассмотрены фазовые траектории формирования стока для водохозяйственных бассейнов (ВХБ) Казахстана [1]: Нура-Сарысуйского, Ертиского (отдельно для притоков левого и правого берегов р.Ертис (Иртыш) в пределах республики), Арало-Сырдаринского.

Для ВХБ Нура-Сарысуйского (Центральный Казахстан) до 2020 года (таблица) в теплый сезон (март-октябрь) ожидается потепление воздуха на  $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$  (относительно периода 1971–2000гг.) по сценарию В1 и соответственно на  $0,5-1,2^{\circ}\text{C}$  (А2). При этом отмечается увеличение месячного количества осадков на  $1,1-35,6\%$  за исключением мая, когда они уменьшатся на  $2,2\%$  (В1). Похожие пропорции увеличения осадков на  $33-49\%$  (июль-август) и их уменьшения на  $2,5\%$  (май),  $0,9\%$  (сентябрь) относятся к сценарию А2 (табл.). Для смоделированных месячных величин суммарного испарения (сценарии В1 и А2) в марте, вероятно, уменьшение испарения с подстилающей поверхности (до  $100\%$ ), а затем отмечается увеличение их с апреля (на  $45\%$ ) по июнь ( $150\%$ ). В августе суммарное испарение уменьшится на  $10-18\%$  (табл.). Высокая внутригодовая изменчивость суммарного испарения ВХБ влияет на величину стока рек. Относительная величина невязки элементов водного баланса ( $\Delta W/P$ ) имеет устойчивую тенденцию снижения стока на  $53\%$  (март) и  $110-160\%$  (апрель-июнь). В перспективе (2050г.) в Нура-Сарысуйском бассейне снижение стока следует ожидать с марта по сентябрь, причем существенное уменьшение стока ( $100-170\%$ ) будет в апреле–июне (табл.).

Таблица. Сопоставление отклонений температур воздуха ( $\Delta T^{\circ}\text{C}$ ), осадков ( $\Delta P$ , %), суммарного испарения ( $\Delta E$ , %) и относительной невязки смоделированных элементов водного баланса ( $\Delta W/P$ , %) по месяцам (сценарии В1 и А2) для периода 2006-2050 гг.

ВХБ		Нура-Сарысуйский												
2006-2035 (2020)		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
$\Delta T$ $^{\circ}\text{C}$	B1	1,9	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
	A2	1,2	0,7	1,2	0,8	0,9	0,5	0,7	0,9	0,8	0,9	0,6	1,0	0,9
$\Delta P$ , %	B1	9,9	3,7	5,2	1,2	-2,2	8,1	4,4	35,6	1,1	10,1	3,0	9,8	7,5
	A2	9,8	5,3	5,7	0	-2,5	3,3	32,7	49,3	-0,9	4,0	2,6	8,8	9,8
$\Delta E$ , %	B1	-106	-96	-102	43	85	143	33	-10	66	-28	-86	-208	-22,2
	A2	-101	-97	-101	46	86	157	-3,0	-18	70	-20	-86	34	-2,8
$\Delta W/P$ , %	B1	114	99	-53	-145	-110	-140	-30	51	-70	43	92	113	-3,0
	A2	111	101	-53	-150	-110	-162	36	64	-76	25	90	108	3,0
2036-2065 (2050)		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
$\Delta W/P$ , %	B1	68	73	-76	-152	-101	-177	-35	-50	-71	17	80	72	-29
	A2	69	76	-67	-153	-105	-173	-45	-44	-80	12	79	72	-30
ВХБ		Ертыский (притоки левого берега р. Ертыс)												
2006-2035 (2020)		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
$\Delta T$ $^{\circ}\text{C}$	B1	2,0	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,1
	A2	1,2	0,7	1,1	0,9	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9	0,7	1,1	0,9
$\Delta P$ , %	B1	11,8	4,3	4,8	3,7	-0,6	2,8	1,5	27,1	5,9	9,3	4,1	10,9	7,1
	A2	9,6	2,7	5,6	2,9	-0,3	-1,3	2,6	27,7	7,1	7,2	1,7	7,1	6,1
$\Delta E$ , %	B1	-15	186	-66	-49	7	140	46	24	-6	-34	-84	-39	9
	A2	11	-89	-68	-50	8	145	44	16	-12	-38	-91	-62	-15
$\Delta W/P$ , %	B1	76	85	52	-56	-91	-168	-51	-22	2	33	88	81	-17
	A2	82	87	55	-56	-92	-175	-48	-8	10	38	90	86	-13
2036-2065 (2050)		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
$\Delta W/P$ , %	B1	77	84	53	-58	-90	-178	-75	-49	-5	28	88	82	-24
	A2	92	92	65	-52	-95	-187	-73	-4	7	30	92	94	-15

Для Ертыского ВХБ по двум сценариям (2020г.) увеличение суммарного испарения произойдет в мае (на 7–8%) и достигнет максимальной величины в июне (140%), затем до сентября будет сохраняться слабый повышенный фон суммарного испарения (16–46%). С апреля по август величина невязки ( $\Delta W/P$ ) имеет отрицательный знак с наибольшим значением потери стока (168–175%) в июне (табл.). В перспективе (2050г.) продолжительность снижения стока рек увеличится (апрель–сентябрь).

## Литература

1. Таланов Е.А. Анализ результатов моделирования внутригодового изменения элементов водного баланса атмосферы и поверхности суши Казахстана // Вестник КазНУ. Серия географическая. –2012. – №1 (34). – С. 70–77.