

УДК 556.164.048

**ПОСТУПЛЕНИЕ СТОКА В РЕСПУБЛИКУ КАЗАХСТАН ПО РЕКЕ  
УРАЛ НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2035 ГОДА**

А.В. Линейцева

*Статья посвящена оценке поступления воды по трансграничной реке Урал в Республику Казахстан из Российской Федерации на перспективу до 2035 г. Восстановлен сток в естественных условиях, а также в условиях антропогенной деятельности. Полученные данные показывают, что в связи с изменением климата, сток р. Урал в зоне формирования увеличится на 6...20 м<sup>3</sup>/с или на 3...7 % по сравнению с периодом 1980...1999 гг.*

В последние десятилетия отмечаются существенные изменения климата, которые значительно влияют на водные ресурсы [1]. Для оценки водных ресурсов на перспективу был рассчитан сток р. Урал – с. Кушум за период 2011...2035 гг. Для этого были использованы осадки, расчёт которых производился с использованием программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/SCENario GENerator, version 5.3.v2) по данным ансамбля из 9 моделей. Будущие изменения количества осадков рассчитаны по двум сценариям SRES («Special report on emission scenarios» – Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов): А2 и В1 (Nakicenovic et al., 2000) для временного периода 2006...2035 гг., осредненного за 30 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1980...1999 гг.

Имея значения смоделированных осадков на период 2006...2035 гг., а также среднегодегний коэффициент стока, рассчитанный за период 1980...1999 гг. и равный 0,15, был восстановлен средний естественный сток р. Урал – с. Кушум на период 2006...2035 гг. (табл. 1, графа 4).

Таблица 1

Характеристики водного баланса р. Урал – с. Кушум (F= 190000 км<sup>2</sup>)

Период, гг.	Средние осадки, мм	Средний сток р. Урал – с. Кушум	
		м <sup>3</sup> /с	мм
1	2	3	4
1980...2009	326	298	49,6
2006...2035	сценарий В1	333	<b>50,6</b>
	сценарий А2	347	<b>52,8</b>

Далее, используя процедуру нормирования стока, был определен ежегодный сток р. Урал, начиная с 2006 г. по 2035 г. по формуле (1):

$$Q_i = Q_{cp} + \alpha \cdot \sigma, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – параметр нормирования, равен:

$$\alpha = (Q_i - Q_{cp}) / \sigma, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), приведенные в графах 2...5 табл. 2;  $Q_{cp}$  – среднемноголетние расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

$Q_{cp}$  для естественного периода принята равным  $262 \text{ м}^3/\text{с}$ , а  $\sigma$  –  $102 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Сток р. Урал на период 2011...2035 гг. был восстановлен по двум вариантам, для этого были использованы два различных сценария смоделированных осадков. Кроме того, сток был восстановлен для естественных условий, а также с учетом влияния антропогенной деятельности. Для восстановления стока на перспективу  $Q_{cp}$  принято равным  $281 \text{ м}^3/\text{с}$  для сценария А2 и  $293 \text{ м}^3/\text{с}$  – для сценария В1.  $\sigma$  для этих двух сценариев принята равной  $102 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Сведения восстановления стока, а также рассчитанные значения параметра нормирования  $\alpha$  приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Определение параметра  $\alpha$  для процедуры нормирования стока

Год	р. Урал – с. Кушум, восстановленный естественный сток, $\text{м}^3/\text{с}$	Параметр $\alpha$	Год	р. Урал – с. Кушум, восстановленный естественный сток, $\text{м}^3/\text{с}$	Параметр $\alpha$
1	2	3	4	5	6
1980	188	-0,73	1995	184	-0,76
1981	298	0,35	1996	172	-0,89
1982	160	-1,00	1997	208	-0,53
1983	278	0,15	1998	292	0,29
1984	119	-1,40	1999	171	-0,89
1985	272	0,10	2000	420	1,54
1986	217	-0,45	2001	312	0,49
1987	301	0,38	2002	431	1,65
1988	240	-0,22	2003	237	-0,24
1989	202	-0,59	2004	292	0,29
1990	436	1,70	2005	339	0,75
1991	261	-0,01	2006	108	-1,51
1992	174	-0,87	2007	372	1,07
1993	476	2,09	2008	184	-0,77
1994	406	1,41	2009	118	-1,41

Таблица 3

Естественный и бытовой сток р. Урал – с. Кушум, восстановленный на перспективу до 2035 г. по двум сценариям, м<sup>3</sup>/с

Год	Сток р. Урал – с. Кушум $Q_i$ на период 2011...2035 гг., м <sup>3</sup> /с			
	в естественных условиях		в условиях антропогенной деятельности, при среднем водопотреблении 64,3 м <sup>3</sup> /с в год	
	сценарий А2	сценарий В1	сценарий А2	сценарий В1
1	2	3	4	5
2011	290	302	226	238
2012	235	247	170	183
2013	319	331	255	267
2014	258	270	194	206
2015	220	233	156	168
2016	454	466	390	402
2017	279	291	215	227
2018	192	204	128	140
2019	494	506	430	442
2020	424	436	360	372
2021	203	215	138	151
2022	190	202	125	138
2023	227	239	162	175
2024	310	322	246	258
2025	189	202	125	137
2026	438	450	374	386
2027	330	343	266	278
2028	449	461	385	397
2029	256	268	191	203
2030	310	322	246	258
2031	357	369	293	305
2032	127	139	62	75,0
2033	390	402	326	338
2034	202	214	138	150
2035	136	149	72,1	84,3

Наблюденный (бытовой) сток на перспективу до 2035 г. восстанавливался как разность естественного восстановленного стока и средней величины водопотребления в бассейне, равной 64,3 м<sup>3</sup>/с (табл. 3, графы 4, 5).

На рисунке приведена совмещенная разностная интегральная кривая естественного, а также бытового стока р. Урал – с. Кушум, восстановленного на перспективу до 2035 г. [2, 3].

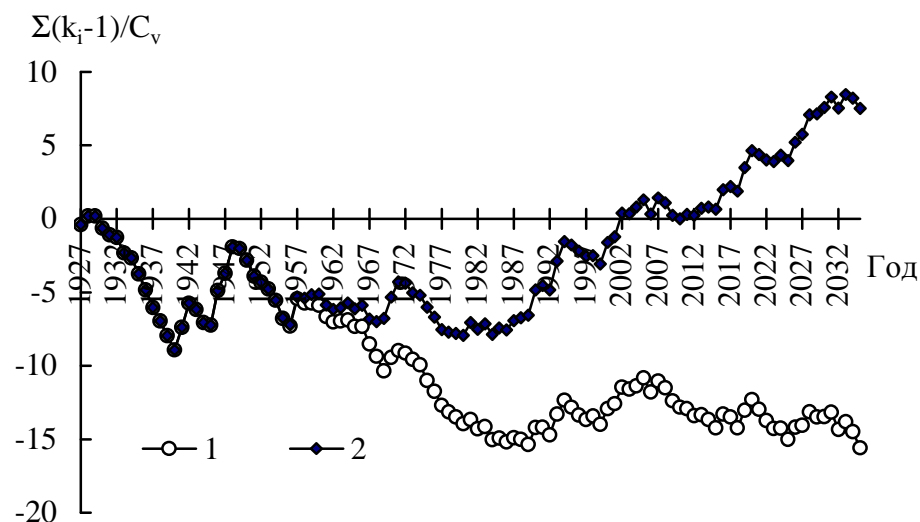


Рис. Совмещенная разностная интегральная кривая восстановленного на перспективу до 2035 г. естественного и наблюдаемого бытового стока р. Урал – с. Кушум. 1 – р. Урал – с. Кушум (бытовой сток), 2 – р. Урал – с. Кушум (восстановленный естественный сток).

В результате проведенных исследований была выполнена количественная оценка изменений притока речных вод в Республику Казахстан по р. Урал из Российской Федерации в естественных условиях, а также под влиянием факторов хозяйственной деятельности. Полученные данные показывают, что в связи с изменением климата сток р. Урал в зоне его формирования увеличится на 6...20 м<sup>3</sup>/с или на 3...7 % по сравнению с периодом 1980...1999 гг.

Автор выражает огромную благодарность В.В. Голубцову за помощь в подготовке статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т. 12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 512 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т.12, Вып. II Урало-Эмбинский район, Приложение. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 151 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963...1970 гг. и весь период наблюдений) Нижнее По-

волжье и Западный Казахстан, – Т.12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 323 с.

Казгидромет, г. Алматы

## **2035 Ж. ДЕЙІН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНА ОРАЛ ӨЗЕНІ АҒЫСЫНЫҢ ТҮСУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ**

А.В. Линейцева

*Бұл мақала Қазақстан Республикасына Ресей Федерациясынан трансшекаралық Орал өзені арқылы 2035 ж. дейін судың келуінің бағалануына арналған. Судың ағысы табиғи жолмен және антропогенді жағдайлар барысында қалыпқа келтірілді. Алынған мәліметтер келесені көрсетеді: климаттың өзгеруіне байланысты Орал өзенінің ағысының қалыптасуы 1980...1999 жж. салытырғанда  $6...20 \text{ м}^3/\text{с}$  немесе  $3...7 \%$  дейін көтеріледі.*