

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ ТРАНСГРАНИЧНОГО БАСЕЙНА Р. УРАЛ В СВЯЗИ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ СТОКА

Ж. Т. Сивохиц

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, Россия

Поступила в редакцию 20 марта 2014 г.

Аннотация: В статье проводится краткий анализ трансграничных аспектов регулирования стока в бассейне р. Урал. Отмечаются особенности и степень трансформации гидрологического режима на различных участках реки. Проводится анализ размещения гидротехнических сооружений в пределах трансграничного бассейна.

Ключевые слова: регулирование стока, водохранилища, трансформация гидрологического режима, трансграничный бассейн, межгосударственное взаимодействие.

Abstract: The article gives a brief analysis of cross-border aspects of regulation of the flow in the basin of the Ural River. The features and extent of transformation of the hydrological regime in different parts of the river are revealed. The distribution of hydraulic structures within a transboundary basin is analyzed.

Key words: flow regulation, water reservoir, the transformation of the hydrological regime, transboundary basin, interstate cooperation.

Территория трансграничного бассейна р. Урал охватывает западный сектор российско-казахстанского приграничного региона, включает регионы Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области) и Актыубинскую, Западно-Казахстанскую и Атыраускую области Республики Казахстан (рис. 1). Урал – третья по длине река Европы (общая протяженность – 2428 км, из них 1084 км – на территории Казахстана) с площадью бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км². Здесь находится 70 городов и населенных пунктов с общим количеством населения 4,5 миллиона человек. Самыми крупными левобережными притоками являются рр. Орь (площадь водосбора 18,5 тыс. км²) и Илек (41,3 тыс. км²) (истоки в Республике Казахстан), правобережным – р. Сакмара (30,2 тыс. км²) (исток в Республике Башкортостан).

Река Урал является единственной крупной рекой в Европе с незарегулированным средним и нижним течением [7]. Крупнейшие водохранилища были построены в верховьях реки в 30-50 гг. XX века и их строительство отвечало задачам гарантированного водообеспечения для нужд промышленности и сельского хозяйства региона

(рис. 1). Сооружение плотин и водохранилищ в верхнем течении рек имеет как положительное, так и отрицательное значение для нижних бьефов и нижних участков рек, в том числе относящихся и к другим странам. Из положительных сторон воздействия можно отметить снижение риска наводнений в нижнем течении рек, а из отрицательных – уменьшение объемов годового стока, снижение биопродуктивности, нарушение термического и ледового режимов и другие [5].

Степень воздействия регулирования стока как фактора трансформации гидрологического режима р. Урал определяется не только количеством и объемом гидротехнических сооружений, но и ландшафтно-гидрологическими особенностями водосборных территорий в пределах бассейна (рис. 2). Верховья бассейна находятся в лесной и лесостепной зонах, среднее течение совпадает со степными провинциями, а нижнее – с полупустынной и пустынной зонами. Ландшафтная специфика водосборных участков определяет чрезвычайную неравномерность внутригодовых и многолетних показателей стока.

Распределение нормы стока соответствует в основном изменению климатических факторов и характеризуется общим убыванием его объема с

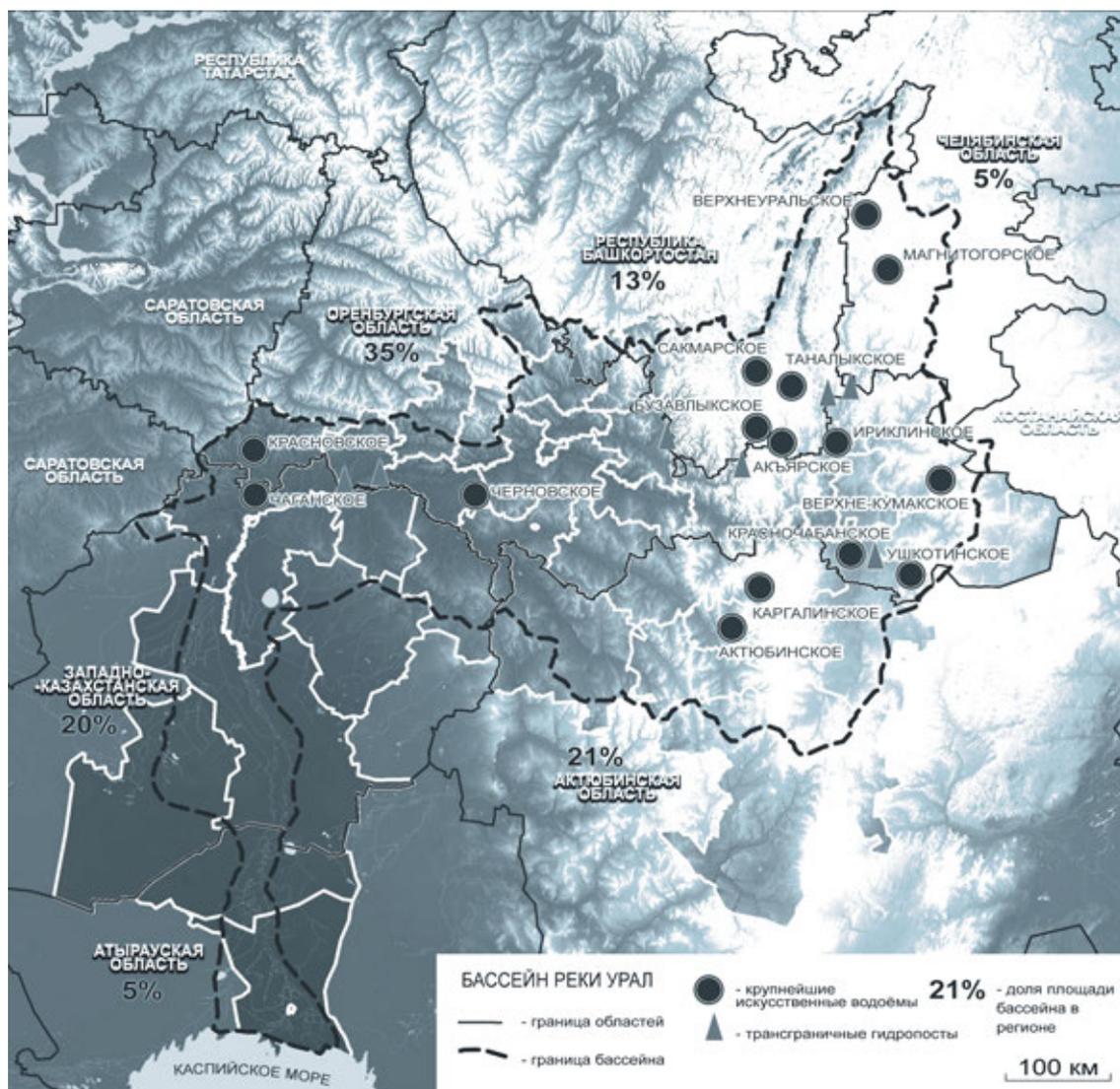


Рис. 1. Трансграничный бассейн реки Урал

севера на юг в связи с уменьшением количества осадков и увеличением испаряемости. Для реки характерны резкие колебания стока – амплитуда колебаний показателей годового стока достигает 20 раз на фоне крайне неравномерного распределения в течение одного года. Весь поверхностный сток реки формируется в верхней и средней части бассейна на территории России. На территории Казахстана ниже г. Уральска река не принимает ни одного притока, теряя на пути к Каспийскому морю около 20 % суммарного стока [7]. Средний многолетний расход р. Урал (в разных частях бассейна) и его основных притоков представлен в таблице 1.

В целом, для бассейнов рек Европейской части России (в т.ч. и для бассейна р. Урал) показатели годового стока в последние десятилетия превысили норму, но происходящие изменения находятся в пределах естественной изменчивости.

Тем не менее, под влиянием климатических изменений и увеличения естественной зарегулированности стока происходит внутригодовое перераспределение стока, с увеличением доли зимнего и летне-осеннего межennale стока [4]. Согласно прогнозным моделям, разработанным в Государственном Гидрологическом Институте, годовое количество осадков в р. Урал на 2010-2039 гг. увеличится на 10 % от нормы, и увеличение будет определяться существенным потеплением климата в холодный период года и соответственным увеличением влажности деятельного слоя почвы [4].

Различные показатели водообеспеченности (рис. 3) привели к тому, что в бассейне р. Урал для промышленных и сельскохозяйственных нужд были построены и введены в эксплуатацию гидротехнические сооружения (ГТС) различной мощности.

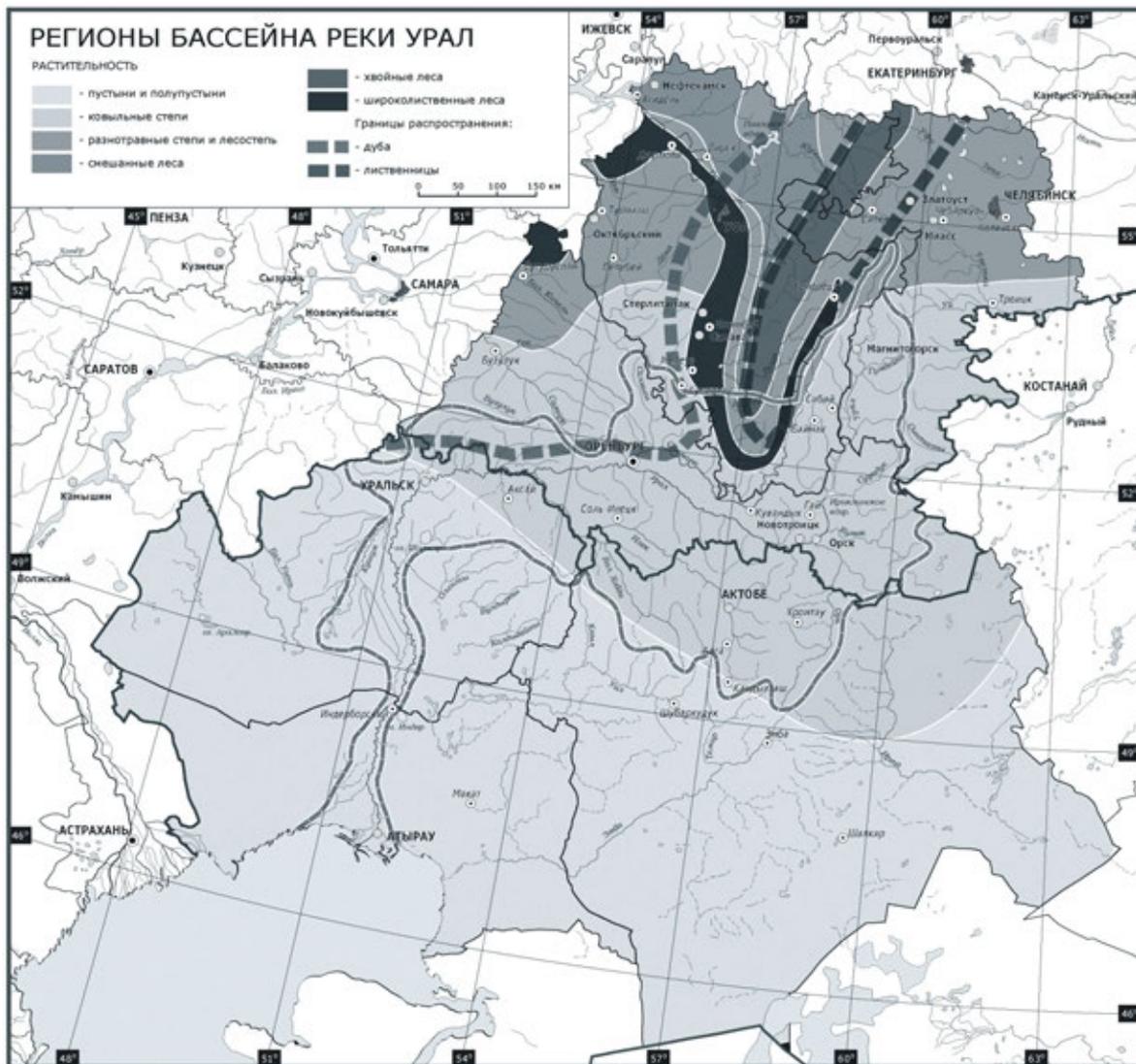


Рис. 2. Ботанико-географическое районирование трансграничного бассейна р. Урал

Верхний меридиональный участок р. Урал, характеризуется достаточно разветвленной гидрографической сетью, представленной многочисленными притоками (рр. Б. Кизил, Гумбейка, Зингейка, Б. Караганка и другие). В пределах данного участка расположено три крупнейших гидроузла трансграничного бассейна – Верхнеуральское, Магнитогорское и Ириклинское водохранилища, которые решают комплексные задачи водообеспечения промышленности и коммунального хозяйства.

Средний широтный участок представлен главной рекой и крупными притоками (рр. Сакмара, Б. Ик, Салмыш, Иртек, Орь, Илек и другие). Здесь расположены основные промышленные узлы региона – Орско-Новотроицкий и Оренбургский, а также в верховьях р. Илек – Актюбинский промузел. Сток р. Урал не зарегулирован, к наиболее крупным водохранилищам на притоках относятся

– Сакмарское на р. Сакмара, Южно-Башкирское на р. Б. Юшатырь, Акъярское на р. Ташла, Верхнекумакское на р. Б. Кумак, Красночабанское на р. Мендыбай, Актюбинское на р. Илек и другие.

Нижний меридиональный участок характеризуется слабым развитием гидрографической сети, немногочисленные притоки (рр. Чаган, Деркул, Солянка, Утва) – маловодны. Отдельная роль в дополнительном водоснабжении региона принадлежит Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системе – межхозяйственной системе каналов, протяженностью 1231,9 км с водозабором из р. Урал.

Как уже отмечалось, отличительной чертой строительства ГТС в бассейне р. Урал является расположение крупнейших водохранилищ (Верхнеуральское, Магнитогорское и Ириклинское) в верховьях главной реки. Полные объемы данных гидротехнических сооружений, расположенных в

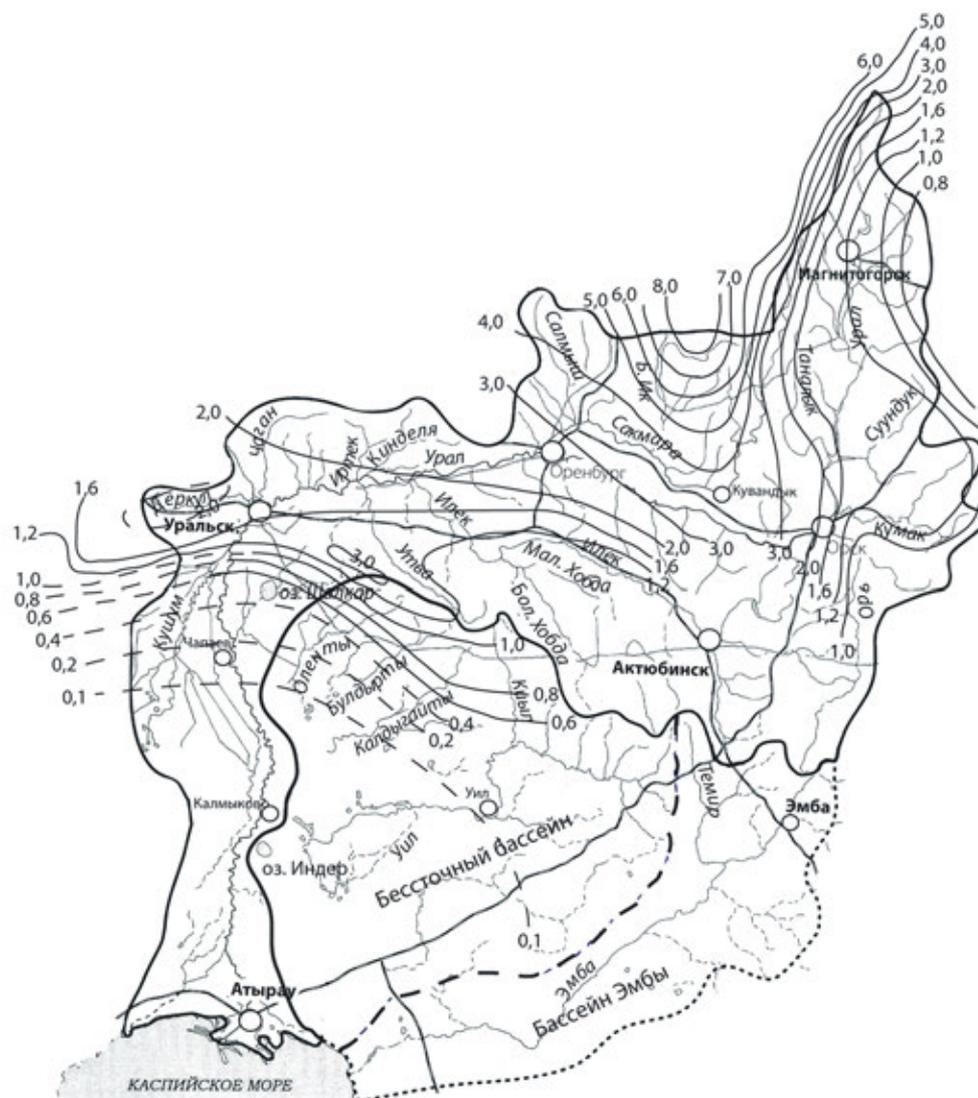


Рис. 3. Средний годовой сток (л/с/км²) в трансграничном бассейне р. Урал

лесостепной зоне и на стыке лесостепной и степной зон, составляют 0,60, 0,19 и 3,26 км³ соответственно, что равно 96 % общего объема водоемов всего бассейна р. Урал. Для сравнения – в бассейне р. Белой (крупнейшая река Республики Башкортостан) наиболее крупные водохранилища размещены на притоках (Павловское – на р. Уфа, объем – 1410,0 м³, Нугушское – на р. Нугуш, объем – 400,0 м³ и др.), и только в 2008 году крупным водохранилищем (Юмагузинское, объемом 300,0 м³) был зарегулирован сток самой р. Белой [2].

Кроме крупных водохранилищ и гидроузлов с капитальными сооружениями в трансграничном бассейне р. Урал в пределах Российской Федерации и Республики Казахстан построено более 3100 земляных плотин на малых реках, которые задерживают в многоводный год до 40-50 %, а в маловодный год до 85 % весеннего стока [7]. Об-

ращает на себя внимание тот факт, что бассейны малых рек, как правило, составляют в среднем 70-80 % от всей водосборной территории крупных равнинных рек Европейской части России [10] и играют ключевую роль в питании главных водотоков.

Отдельно следует отметить нарастающие темпы гидротехнического строительства на крупных притоках верхнего течения р. Урал в Республике Башкортостан. Большинство рек, протекающих по территории республики, маловодны, в особенности – реки юго-восточной части республики, относящиеся к бассейну р. Урал. Интенсивность зарегулирования стока в степном Зауралье связана с растущим промышленным и сельскохозяйственным водопотреблением в динамично развивающемся регионе. Для гарантированного водообеспечения за последние годы построено 5 водохранилищ на правых притоках р. Урал, суммарным

Таблица 1

Средний многолетний расход реки Урал (в разных частях бассейна) и его основных притоков

Водоток, пункт наблюдения	Средний многолетний расход, м ³ /с		
	Среднегодовой	75% обеспеч.	95% обеспеч.
Река Урал:			
г. Орск	67,5	29,6	9,32
г. Оренбург	107	52,1	22,7
г. Уральск	320	174	85,4
(Республика Казахстан)			
с. Кушум (Республика Казахстан)	333	190	97,6
Река Сакмара, устье	146	96,5	51,2
Река Илек, устье	42,5	18,3	6,93

Таблица 2

Высота весеннего половодья на разных участках трансграничного бассейна р. Урал (Российская Федерация)

№ по списку пунктов	Река – пункт	Площадь водосбора км ²	Высота половодья, см			
			Над предвесенним уровнем воды			над минимальным летним уровнем воды (средняя)
			наибольшая (год)	средняя	наименьшая (год)	
1.	Урал – г. Верхнеуральск	2650	188 (1946)	102	39 (1949)	169
2.	Урал – с. Кизильское	17200	479 (1957)	216	42 (1939)	249
3.	Урал – пос. Березовский	22600	788 (1957)	414	186 (1962)	480
4.	Урал – пос. Ирикля	36900	1280 (1942)	522	93 (1937)	555
6.	Урал – с. Уральск	37100	844 (1957)	417	180 (1951)	434
7.	Урал – с. Донское	73900	842 (1957)	460	66 (1937)	455
8.	Урал – г. Оренбург	82300	858 (1942)	405	66 (1937)	426
9.	Урал – с. Илек	119000	769 (1946)	510	238 (1955)	547
10.	Сакмара – с. Верхне-Галеево	3390	552 (1946)	182	35 (1937)	224
11.	Сакмара – г. Кувандык	7 470	453 (1942)	276	116 (1955)	281
12.	Сакмара – с. Сакмара	28 700	506 (1923)	345	139 (1955)	411

объемом более 100 млн. м³. Крупные водохранилища, как правило, имеют комплексное многоцелевое назначение и осуществляют многолетнее регулирование стока, а малые водохранилища и пруды используются для сезонного регулирования и хозяйственно-бытовых нужд.

Определенную тревогу вызывает зарегулирование верховий главного притока – р. Сакмара, выполняющего основную функцию формирования

стока в нижнем течении р. Урал. Большая часть (до 50 %) объема среднегодового стока р. Урал, поступающего к г. Уральск (Западно-Казахстанская область), формируется именно за счет р. Сакмара. В связи с этим появившаяся тенденция строительства ГТС на р. Сакмара и других правых притоках может привести к значительной трансформации гидрологического режима р. Урал в нижнем течении.

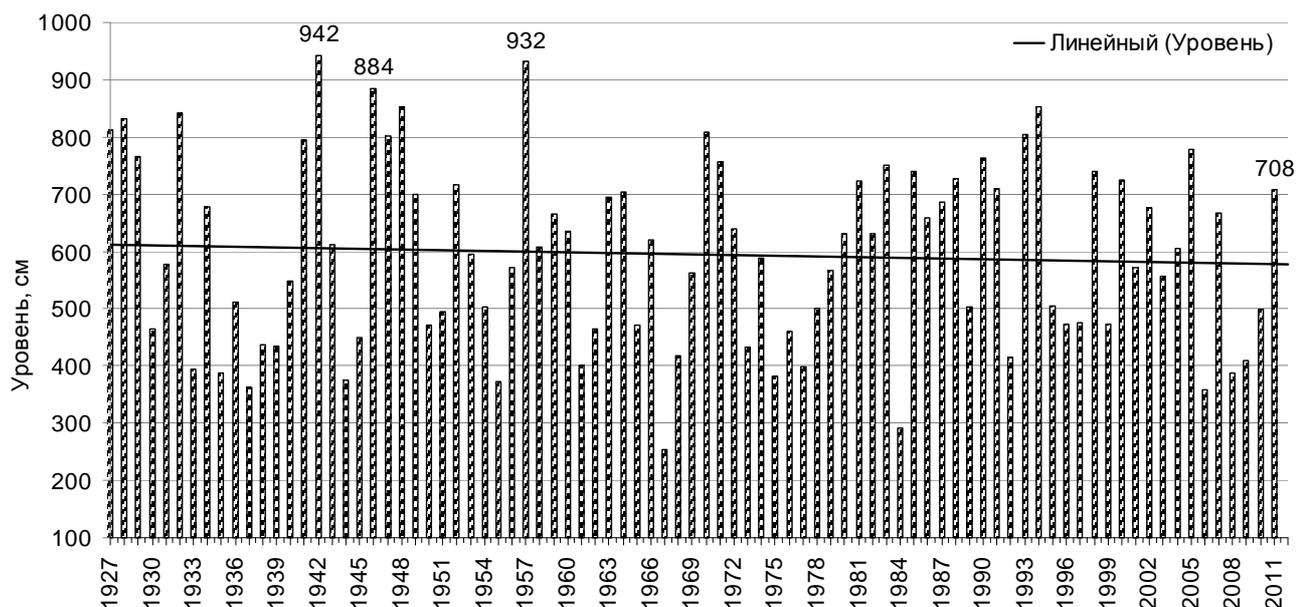


Рис. 4. График хода максимальных уровней р. Урал (гидропост г. Уральск, Республика Казахстан)

Гидрологический режим бассейна р. Урал характеризуется четко выраженной волной весеннего половодья, сток которого составляет от 62 % до 81 % годового на севере рассматриваемой территории, и до 98 % – на юге (таблица 2), сравнительно низкой летне-осенней меженью, иногда прерываемой дождевыми паводками, и небольшим повышением уровня в течение зимы. На многих реках трансграничного бассейна, главным образом в начале лета, также могут наблюдаться довольно резкие колебания уровня, обусловленные восстановлением разрушенных весенним половодьем земляных плотин или попусками воды из расположенных выше водохранилищ.

Как правило, на р. Урал весеннее половодье проходит одной волной, на подъеме, гребне и реке на спаде которой наблюдаются незначительные колебания уровней, связанные главным образом с неодновременным прохождением отдельных фаз половодья в различных частях бассейна реки. Лишь в самом верховье р. Урал (до впадения р. Малый Кизил) обычно наблюдаются два пика половодья, первый из которых обусловлен притоком воды с предгорной, малозалесенной части бассейна, а второй – с горной, но залесенной, различающихся сроками снеготаяния. В бассейне главного притока (р. Сакмара) наблюдается гребенчатый ход уровня, объясняющийся неравномерным поступлением талой воды с отдельных небольших частей водосборов и особенностями распределения осадков. В целом многолетняя амплитуда колебаний уровней воды в бассейне р. Урал изменяется

от 2,0 до 13,8 м, причем на большинстве рек ее величина не превышает 6-7 м. Значения амплитуды более 10 м отмечаются лишь на участке р. Урал от пос. Мергеневского до с. Тополи (Республика Казахстан), а более 8 м – на других участках среднего и нижнего течения р. Урал.

Степень воздействия регулирования стока как фактора трансформации гидрологического режима р. Урал зависит от эксплуатационных характеристик водохранилищ и от физико-географических параметров водосборной территории. В частности, средние и малые водохранилища, в зоне повышенной увлажненности (модуль стока 5 л/с/1 км² и более) даже сравнительно густая сеть искусственных водоемов оказывает незначительное воздействие на внутригодовые показатели стока [10]. Однако в зоне недостаточного увлажнения проявляется заметное воздействие искусственных водоемов на гидрологический режим. В первую очередь, эксплуатация крупных гидроузлов приводит к срезке пиков половодий (рис. 4) и увеличению водности в летне-осенний меженный период [8].

Изучение влияния водохранилищ на сток крупных рек проводилось в течение длительного времени, на основании которого можно установить снижение стока, в том числе и в бассейне р. Урал. Так, например, расчеты, проведенные И. А. Шикломановым, свидетельствуют о снижении показателей среднегодового стока в бассейне р. Урал на 2,5 % [9]. Согласно проведенным исследованиям, снижение речного стока в средние по водности годы невелико и чаще всего не превышает 1-5 %.

Максимальные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) в створе с. Кушум и процент их снижения в створе с. Махамбет в периоды высокого половодья [8]

Год	Расходы воды в створе с. Кушум, $\text{м}^3/\text{с}$	Уменьшение расхода в створе с. Махамбет, %
До 1957 г. (ввод в эксплуатацию Ириклинского водохранилища)		
1941	5780	27,7
1942	13500	60,4
1946	9200	49,6
1947	5210	36,9
1948	8120	38,2
1957	14000	63,5
После 1957 г.		
1970	10600	81,1
1971	7320	71,3
1990	2570	38,1
1993	3260	48,5
1994	5540	67,3

В бассейне р. Урал достаточно четко прослеживается возрастание снижения стока по мере продвижения на юг, т.е. из лесостепных районов к степным. Например, если для бассейнов рек с водосборной территорией в лесостепной зоне (рр. Миндяк, Сакмара, Зилаир, Б. Ик, Б. Кизил и другие) снижение стока составляет около 1-2 %, то для бассейна р. Таналык, протекающего в степной зоне, оно доходит до 7-22 % [4]. Для бассейна р. Урал величина снижения стока существенно изменяется в зависимости от метеорологических условий и водности года. По данным И. А. Шикломанова, в маловодные годы абсолютная величина уменьшения стока за счет антропогенных факторов (в т.ч. регулирование стока) может увеличиться до 2,1-2,2 $\text{км}^3/\text{год}$, а в многоводные – уменьшаться до 1,2-1,3 $\text{км}^3/\text{год}$ [9].

Наблюдается закономерная зависимость интенсивности снижения стока и от площади водосборных территорий. В бассейнах рек с площадью водосбора более 500 км^2 (рр. Б.Ик, Таналык, Сакмара, Бузавлык и другие) снижение составляет от 1 до 10 %. На реках с меньшей площадью водосбора коэффициент снижения стока уменьшается, составляя в среднем 0,95. Если же, проводить анализ динамики показателей стока в пределах малых рек (длина 1,0-3,0 км), то следует отметить случаи полного прекращения стока, ниже плотин прудов. Учитывая их незначительное грунтовое питание и расположение в лесостепной и степной зонах сооружение таких ГТС с экологической точки зрения нецелесообразно [2].

Отдельный интерес представляет изучение особенностей гидрологического режима нижнего течения р. Урал и определение роли регулирования стока в верхнем течении на эколого-географическое состояние реки на нижних участках. Несмотря на интенсивный забор воды из р. Урал в пределах Республики Казахстан, значительную трансформацию стока связывают, в том числе и с эксплуатацией в верхнем течении Ириклинского водохранилища [3]. Особую актуальность проблема внутригодового перераспределения стока в трансграничном бассейне р.Урал приобрела в последние десятилетия, когда период интенсивного зарегулирования совпал с определенными климатическими изменениями [8]. Положение усугубляется еще и тем, что Западно-Казахстанская и Атырауская области Республики Казахстан, не имеющие альтернативных источников водообеспечения, находятся в серьезной зависимости от переданных объемов стока р. Урал из Оренбургской области.

Для р. Урал с ее значительными колебаниями речного стока, характерны как наводнения, так и резкие снижения уровня воды на отдельных участках, в т.ч. и в нижнем течении. Так, в 1957 г. на посту с. Кушум был зафиксирован максимальный расход воды 14000 $\text{м}^3/\text{с}$ (таблица 3).

Согласно данным таблицы с введением в строй Ириклинского водохранилища трансформация выдающихся расходов стала еще значительней. Средний годовой максимальный расход р. Урал в створе с. Кушум за период с 1921 по 1954 годы

составлял около 3500 м³/с, а с начала эксплуатации Ириклинского водохранилища его величина понизилась до 2200 м³/с [1].

Что касается, трансформации уровней воды, то в нижнем течении, также как и на других участках реки, можно отметить снижение максимальных показателей. Данное снижение в разных створах различно – в верхних (г. Уральск и с. Кушум) на 0,5-1,5 м, а в п. Мергеневский и с. Калмыково – на 2-3 м. Такие различия объясняются особенностями морфологии поймы, а также сооружением защитных укреплений.

Согласно проведенному анализу, регулирование стока серьезно осложняет современную эколого-гидрологическую обстановку в трансграничном бассейне р. Урал, особенно на отдельных участках. Степень воздействия определяется различными факторами – эксплуатационными характеристиками водохранилищ, площадью и ландшафтно-географическими особенностями речного водосбора, удаленностью от нижнего бьефа и другими. В первую очередь необходимо отметить значительную трансформацию выдающихся расходов со срезкой пиков половодья и увеличением водности в летне-осеннюю межень. Данные изменения усугубляются совпадением многолетнего и циклического изменения климата Северо-Западной Азии, вызванного усилением солнечной активности и перемещением атлантических циклонов на север, в лесную зону [6] и интенсивным хозяйственным освоением водосборной территории. В связи с этим, максимальный контроль необходимо уделить тем притокам и водосборным территориям, которые дают значительный сток для р. Урал и располагаются в зоне незначительного увлажнения.

Статья подготовлена в рамках интеграционного проекта с СО и ДВО РАН «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ со-

стояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов Р. Г. Проблемы оценки влияния хозяйственной деятельности на сток некоторых рек Западного Казахстана / Р. Г. Абдрахимов, А. Г. Чигринцев // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2009. – № 1. – С. 18-22.
2. Гареев А. М. Реки и озера Башкортостана / А. М. Гареев. – Уфа : Китап, 2001. – 260 с.
3. Гальперин Р. И. Река Жайык (Урал) : угроза наводнений в нижнем течении в современных условиях / Р. И. Гальперин, Т. В. Колча, А. Аvezова // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2008. – № 4. – С.155-165.
4. Гидрологические последствия изменений климата : труды Британско-Российской конференции. – Барнаул : Пять плюс, 2009. – С. 143-151.
5. Кoryтный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л. М. Кoryтный. – Иркутск : Издательство Института географии СО РАН, 2001. – 162 с.
6. Курмангалиев Р. М. Гидрологический режим реки Урал и его экологические проблемы / Р. М. Курмангалиев, М. К. Онаев, Е. Б. Байшиган // Наука и образование : науч.-практ. журн. Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана. – 2006. – № 1. – С. 92-97.
7. Чибилев А. А. Бассейн Урала: история, география, экология / А. А. Чибилев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2008. – 312 с.
8. Чибилев А. А. Современные тенденции изменений гидрологического режима реки Урал / А. А. Чибилев, Ж. Т. Сивохип, Ю. А. Падалко // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы) : материалы международной конференции (г. Воронеж, 26-27 июня 2012 г.). – Воронеж : Научная книга, 2012. – С. 267-270.
9. Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек / И. А. Шикломанов. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1979. – 302 с.
10. Широков В. М. Конструктивная география рек: основы преобразования и природопользования / В. М. Широков. – Минск : Университетское, 1985. – 189 с.

Сивохип Жанна Тарасовна
кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института степи Уральского отделения РАН, г. Оренбург, т. 89225591567, E-mail: sivohip@mail.ru

Sivokhip Zhanna Tarasovna
Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher in the Institute of Steppe, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Orenburg, tel. 89225591567, E-mail: sivohip@mail.ru