

УДК 614.8.084+504.061.2.69.05(075.8)

Доктор техн. наук  
Канд. хим. наук  
PhD

М.Ж. Бурлибаев<sup>1</sup>  
Р.К. Кайдарова<sup>1</sup>  
Д.М. Бурлибаева<sup>2</sup>  
И.В. Шенбергер<sup>1</sup>  
К.М. Кулебаев<sup>2</sup>

### О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ШУ

**Ключевые слова:** гидрология, гидрохимия, токсикология, антропогенное загрязнение, трансграничная река, загрязнение со стороны сопредельного государства, группа главных ионов, тяжелые металлы, органические и биогенные вещества, ядовитые вещества

*В современных условиях не уделяется внимания изменению гидрохимического режима р. Шу, тогда как совместная Шу-Таласская комиссия между Республикой Казахстан и Кыргызской Республикой занимается только делением транзитного стока, т.е. количественными характеристиками речного стока. Однако настало время для рассмотрения вопроса загрязнения речного стока. Откладывание этого вопроса на далекую перспективу чревато необратимыми процессами. Данная статья посвящается изучению изменений гидрохимического режима р. Шу и ее притоков.*

При исследовании современного состояния гидрологического и гидрохимического режимов р. Шу необходимо уделить пристальное внимание работе Совместной Комиссии Республики Казахстан и Кыргызской Республики по эксплуатации водохозяйственных сооружений межгосударственного использования на реках Шу и Талас, где решаются вопросы вододеления.

К сожалению, данная Комиссия при рассмотрении вопроса вододеления руководствуется «Положением о делении стока реки Чу», подписанным заместителем Министра мелиорации и водного хозяйства СССР И.И. Бородавченко от 24.02.1983 г. и дополнением № 6/2-12-67 от 18.02.1985 г.

<sup>1</sup> Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, г. Алматы, РК.

<sup>2</sup> Институт географии МОН РК, г. Алматы, РК.

Данные документы регламентируют, что деление вод между двумя республиками в среднемноголетнем объеме составляет 6,64 км<sup>3</sup>, из них естественный сток составляет 4,863 км<sup>3</sup> и возвратные воды – 1,78 км<sup>3</sup>. При этом другие обеспеченности по водности года не рассматриваются. Отсюда становится понятным, что Республика Казахстан на основе этого циничного документа изначально обречена потреблять не чистую воду, а смесь стока реки и сточных вод. Выше названная Комиссия до сих пор обращает внимание только на количественные характеристики делимой воды, тогда как качественные характеристики транзитного стока игнорируются полностью. Между тем в современных условиях наблюдаются постоянное ухудшение качества воды [1, 5, 8].

### **Современный режим гидрохимических параметров реки Шу.**

Проблема изучения загрязненности природных водотоков и водоемов, в т.ч. комплексная оценка загрязненности, включает в себя целый ряд самостоятельных и в то же время тесно переплетающихся между собой задач. Например, степень очистки сточных вод, методику химического анализа как больших, так и малых концентраций загрязняющих ингредиентов, изучение процессов смешения и разбавляемости сточных и природных вод от одного к другому пункту наблюдения, изучение химических, физико-химических, физико-географических, макро- и микрогидробиологических, гидрохимических закономерностей трансформации загрязняющих веществ в естественных водоемах и водотоках, нормирование качества как природных, так и загрязненных вод и т.д. Накопление и развитие знаний о токсичности, а также о влиянии различных загрязняющих веществ на гидробионтные и бентосные сообщества поверхностных вод, заболеваемость населения, непрерывное расширение количества обнаруживаемых загрязняющих веществ, придают особую актуальность работам, отражающим современное состояние качества поверхностных вод и особенно для трансграничных водных объектов.

Для комплексной оценки качества водных ресурсов одним из необходимых условий является наличие научно обоснованных систематических наблюдений, как по всем обязательным показателям гидрохимического режима, так и по степени загрязненности водных объектов. Комплексная оценка качества поверхностных вод в настоящее время затруднена по многим факторам. Эти оценки базируются на сопоставлении и сравнении средних концентраций отдельных ингредиентов, которые вытекают из совокупности эпизодических и случайных наблюдений.

**Методика обработки исходных данных.** В основу оценки качества воды положены Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям /под общей редакцией академика РАВН, д.т.н., профессора М.Ж. Бурлибаева, утвержденные вице-министром МООН РК от 12.12.2012 г. [5]. В соответствии с «Методическими рекомендациями...» загрязняющие вещества разделяются на группы, объединенные между собой по идентичности - по таким показателям как генетическое происхождение, химическое строение, применение, степень влияния, токсичность и др. Исходя из этого положения, и как уже отмечалось ранее весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на следующие 6 условных групп:

- главные ионы (Ca, Mg,  $\Sigma(\text{Na}+\text{K})$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl и др.);
- биогенные элементы ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $P_{\text{общ}}$ , фосфаты, Si и др.);
- тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd,  $\text{Cr}^3$ ,  $\text{Cr}^6$ , Mn, Hg,  $\text{Hg}^2$ , Ni, Co, Sn, Bi, Mo,  $\text{Fe}^2$ ,  $\text{Fe}^3$  и др.);
- ядовитые вещества (CN, SCN, F,  $\text{H}_2\text{S}$ , AS, нитробензол и др.);
- органические вещества (нефтепродукты, смолы, углеводы, жиры, фенолы, СПАВ и др.);
- хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДД, ДДЭ, ГХЦГ, севин ялан, диктофол, гексахлорбензол и др.).

Такое объединение загрязняющих веществ на условные группы не противоречит выводам О. Алекина, А. Никанорова и др., аналогично подходящих к изучению химического состава природных вод [1-2, 5]. Оценка загрязненности воды производится с использованием комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ), который рассчитывается для каждой группы загрязняющих веществ. Хотелось бы отметить, что по методу Бурлибаева М.Ж. при расчете КИЗВ не включается растворенный кислород и БПК<sub>5</sub>, они классифицируются отдельно [5]. То есть степень загрязненности водных объектов оценивается по величине КИЗВ в соответствии с приведенной ниже классификацией (табл. 1).

При расчете КИЗВ необходимо учитывать следующие положения:

- в расчет КИЗВ для каждой группы загрязняющих веществ включаются только те контролируемые ингредиенты, содержание которых в воде равно ПДК или превышает ПДК, т.е.  $C \geq 1$ ;
- расчет КИЗВ производится по среднеарифметическим величинам.

Таблица 1

## Классификация загрязненности водных объектов по различным показателям

Степень загрязнения воды	Оценочные показатели загрязнения		
	по КИЗВ	по растворенному кислороду, мг/л	по БПК <sub>5</sub> , мг/л
Нормативно чистая	<1,0	<4,0	<3,0
Умеренно загрязненная	1,1...3,0	4,0...3,1	3,1...7,0
Высокого уровня загрязнения	3,1...10,0	3,0...1,1	7,1...8,0
Чрезвычайно высокого уровня загрязнения	>10,1	<1,0	>8,1

Постоянная гидрометрическая сеть начала действовать с конца 1920-х годов. А систематические наблюдения за изменением стока рек бассейнов р. Шу были начаты в 1930-х годах Управлением гидрометслужбы СССР (УГМС СССР). До 1930-х годов наблюдения за гидрологическими элементами велись на 10 гидропостах, в 1930-е годы – на 38 гидропостах, в 1970-е годы – на 98, в 1985 г. – на 39, а в 2000-х годах – на 9 гидропостах [8].

Посты, расположенные на территории Республики Казахстан, и по ведомственной принадлежности относились в 1960-х годах: по бассейну р. Шу 12 гидропостов – к УГМС Каз ССР, 44 гидропоста – к Министерству мелиорации и водного хозяйства КазССР (ММиВХ), 1 гидропост – к Институту водного хозяйства (ИВХ), 2 гидропоста – к Казгипроводэлектро; по бассейну реки Талас 12 гидропостов – к УГМС КазССР, 16 гидропостов – к ММВХ, 3 гидропоста – к ИВХ. В 1985 г. из 39 гидропостов 27 принадлежали УГМС КазССР – 15 гидрологических постов в бассейне р. Шу, 12 гидропостов ММВХ – 7 в бассейне р. Шу. В 2000...2005 гг. все 9 гидропостов относились к системе Республиканского государственного предприятия «Казгидромет». Наибольшую длительность наблюдений в исследуемом районе имеют посты, открытые в начале XX века и находящиеся непосредственно на самой р. Шу у п. Тасоткель – более 70 лет наблюдений. За весь период наблюдений в бассейнах рек Шу, Талас, Аса действовало 195 гидропостов. Следует отметить, что ведомственные посты характеризуются низким качеством материалов наблюдений. Необходимость в использовании неполноценных данных по стоку рек вызвана недостаточностью оснащенности территории постами. К основным недостаткам материалов по стоку рек следует отнести малую продолжительность наблюдений и неравномерное размещение постов по территории.

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты Национальной гидрометеорологической службы. Первое издание справочника «Основные гидрологические характеристики» (ОГХ) представляет составную часть материалов, издаваемых Госкомгидрометом СССР под общим названием «Ресурсы поверхностных вод СССР». Первое издание указанного справочника, завершено для всей территории бывшего Советского Союза в 1967 г., включает данные наблюдений на сети гидрологических станций и постов с начала их открытия по 1962 г. Результаты анализов воды за указанный период опубликованы в Гидрологических ежегодниках (Т. 5, Вып. 0-4,9). В ОГХ опубликованы также таблицы о химическом составе воды рек бассейна Шу с учетом их водности (осенне-зимняя межень, весенний паводок, летнее половодье). Во втором издании, которое включает данные за 1963...1970 гг., и в последующие издания таблицы о химическом составе воды рек в основные фазы их режима уже не включены, потому что данные наблюдений публиковались отдельным изданием, именуемым вначале «Гидрохимическим обзором состояния загрязнения поверхностных вод Казахской ССР», далее: «Гидрохимический бюллетень (материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории Казахской ССР)», «Ежегодник качества поверхностных и морских вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий на территории Казахской ССР», «Ежегодник качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям и эффективности проведенных водоохраных мероприятий на территории Республики Казахстан» (с 1994 г.) и с 2000 г. – Ежегодные данные о качестве поверхностных вод». В них приводятся обобщенные сведения по источникам загрязнения, химическому составу и уровню загрязнения поверхностных и морских вод на территории деятельности Казгидромета. Для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов трансграничных бассейнов рек Шу и Талас использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» (далее ЕДК) за период с 1988 по 2017 гг. [5].

В результате обработки исходных данных ЕДК (ранее – Гидрохимические бюллетени) была создана база данных по качеству поверхностных вод бассейна р. Шу. Согласно проведенным работам, в разное время по бассейну р. Шу действовало 10 створов, где велись наблюдения за гидрохимическим режимом рек, ниже приведен их перечень:

- р. Шу – с. Мойынкум (ранее с. Фурмановка), 4 км ниже села;

- р. Шу – с. Благовещенское (0,5 км ниже села);
- р. Шу – с. Чапаево (Амангелды);
- вдхр. Тасоткелское – с.Тасоткел (2,5 км к югу от ст. 0,5 км ю-в пл.вдх);
- вдхр. Тасоткелское – с.Тасоткел (0,15 км А162 от ОГП);
- р. Аксу – а. Аксу (0,5 км выше а. Аксу, 10 км от устья Аксу);
- р. Карабалта – гр. с Кыргызстаном (112 км от устья реки);
- р. Карабалта – гр. с Кыргызстаном с. Баласагаун (26 км от устья реки);
- р. Токташ – гр. с Кыргызстаном (78 км от устья реки окраины с. Жаугаш Батыра);
- р. Сарыкау – граница с Кыргызстаном (35 км до впадения в р. Шу, 63 км от с. Мерке).

После обработки первичной информации стало понятно, что не все периоды и не все створы полностью охвачены наблюдениями по гидрохимическому составу вод. Так, по бассейну р. Шу за период с 1988 по 1997 гг. имеются ряды наблюдений по трем гидрохимстворам: р. Шу –с. Мойынкум (с. Фурмановка), (4 км ниже села); р. Шу – с. Благовещенское (0,5 км ниже села); р. Шу – с. Чапаево (Амангелды). Далее в период с 1997 по 2003 гг. наблюдения велись только по створу р. Шу– с. Благовещенское (0,5 км ниже села). Начиная с 2004 г. наблюдения начинают постепенно возобновляться.

### **Оценка качества вод и экологического состояния водных объектов бассейна реки Шу на основе расчетов КИЗВ за период 1988...2017 гг.**

Основная задача камеральной обработки исходных данных заключалась в обобщении материалов натуральных наблюдений и представлении их в табличном и картографическом виде, позволяющем в наглядной и аргументированной форме дать экологическую оценку современного состояния водных объектов рассматриваемых трансграничных бассейнов. Весь имеющийся период наблюдений (1988...2017 гг.) условно был разделен на 4 расчетных периода, характеризующихся различной активностью отраслей экономики Республики Казахстан:

- Исходный период (1988...1990 гг.) – период наиболее активной и стабильной деятельности промышленного и сельскохозяйственного производства до распада СССР;

- Переходный период (1991...2000 гг.) – период спада и кризисного состояния промышленного и сельскохозяйственного производства. В результате распада СССР произошла постепенная остановка многих промышленных материалоемких и, как следствие, низкорентабельных предприятий, загрязняющих поверхностные воды. В сельском хозяйстве происходит разукрупнение сельскохозяйственных производителей, прекращение использования дорогостоящих минеральных пестицидосодержащих удобрений;
- Современный период, этап 1 (2001...2005 гг.) – период возрождения промышленного и сельскохозяйственного производства. Период возрождения промышленности, ориентированной на добычу сырьевых ресурсов. Открываются небольшие частные предприятия, интенсивно эксплуатирующие природные ресурсы региона, пополняется автомобильный парк, особенно в крупных городах, идет интенсивное строительство в водоохраных зонах и полосах частного жилого сектора и предприятий сферы услуг;
- Современный период, этап 2 (2006...2017 гг.) – период дальнейшего роста промышленного и сельхоз производства. Характеризуется развитием промышленности, но все больше уделяется внимание модернизации очистных сооружений и сокращению вредных выбросов. Продолжается строительство частного сектора и развитие малого бизнеса на берегах рек.

Месячные концентрации ингредиентов  $C_i$  по каждому году наблюдений (мг/л или мкг/л) пересчитывались в средние значения за год, а затем – в среднесреднегодные значения за расчетный период. Кроме того, определялись максимальные и минимальные концентрации анализируемых ингредиентов за год, а также максимальные и минимальные концентрации за расчетный период. Коэффициенты загрязнений рассчитывались по показателям ПДК<sub>рх</sub> и ПДК<sub>хб</sub>. Для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования использованы ПДК<sub>хб</sub>, указанные в Санитарных правилах «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденные Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 г. № 209. [9-10].

Как показывает анализ, экстремальные значения концентраций загрязняющих веществ в разные годы могут достигать превышений ПДК в несколько раз, а иногда и в десятки раз. Очевидно, что такие превышения носят не циклический характер, а скорее всего эпизодический, который объясняется тем, что они могли быть фиксированы вследствие одноразовых выбросов. Однако такие исследования являются важными, т.к. позволяют проследить диапазон возможных максимальных концентраций и их превышений ПДК в реках, для того чтобы оценить возможные последствия.

Химический состав воды в пределах территории деятельности РГП «Казгидромет» МЭГПР РК формируется под влиянием загрязняющих веществ, поступающих в реку с территории Кыргызстана. В районе с. Благовещенское (пограничный створ) вода р. Шу поступает с повышенным содержанием органических веществ, азота аммонийного, нитритов, кроме того в отдельных пробах наблюдаются повышенные концентрации фенолов и нефтепродуктов. Наблюдения на Тасоткелском водохранилище проводятся в 0,5 км выше (юго-восточнее) плотины водохранилища 2,5 км к югу от с. Тасоткель. Ниже села Благовещенское р. Шу зарегулирована Тасоткелским водохранилищем и уровень загрязненности в основном равномерен на всем протяжении. При анализе исходных данных были определены основные загрязняющие вещества, которые являлись характерными для бассейна р. Шу, они регулярно превышали нормативы ПДК:

- главные ионы: магний (Mg), хлориды (Cl), сульфаты (SO<sub>4</sub>), минерализация;
- органические вещества: летучие фенолы (Фен), нефтепродукты (Нф), СПАВ;
- биогенные элементы: азот аммонийный (NH<sub>4</sub>), азот нитритный (NO<sub>2</sub>), фосфаты (P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>);
- тяжелые металлы: железо общее (Fe), медь (Cu), цинк (Zn);
- ядовитые вещества: фториды (F).

В связи с тем, что наиболее важным периодом для оценки экстремальных значений является современный период, ниже приводится анализ экстремумов характерных загрязняющих веществ для бассейна реки Шу за современный период с 2006 по 2017 гг.

За период 2006...2017 гг. по всем гидрохимическим створам наблюдались экстремальные значения концентраций загрязняющих веществ, как по рыбохозяйственным, так и по хозяйственно-бытовым критериям, следующих групп элементов: тяжелые металлы, органические вещества и биогенные элементы (табл. 2).



Таблица 2

Концентрация экстремальных значений загрязняющих веществ по бассейну реки Шу за период 2006...2017 гг.

Загрязняющие вещества	Створы							
	р. Шу - с. Благовещенское	вдхр. Тасоткелское - с. Тасоткел (2,5км)	вдхр. Тасоткелское - с. Тасоткел (0,15км)	р. Карабалга - гр. с Кыргызстаном	р. Аксу - а. Аксу	р. Токташ - на гр. с Кыргызстаном	р. Сарыкау - на гр. с Кыргызстаном	
Биогенные элементы								
БПК <sub>5</sub> , мг/л	кол-во	36,5	12,2	7,11	29,3	11,2	12,0	5,00
	мес/год	5,2014	2,2012	11,2009	5,2011	4,2010	11,2009	2,2014
Азот аммон., мг/л	кол-во	6,05	2,68	0,64	1,04	0,98	1,20	0,27
	мес/год	5,2014	2,2012	9,2005	10,2010	6,2010	10,2010	6,2014
Азот нитрит., мг/л	кол-во	0,58	0,05	0,04	0,04	0,28	0,32	0,04
	мес/год	4,2007	1,2013	11,2007	1,2008	5,2007	11,2012	11,2014
Азот нитрат., мг/л	кол-во	7,36	4,51	4,00	5,90	8,80	6,95	2,57
	мес/год	2,2005	9,2010	2,2006	10,2009	4,2010	10,2009	2,2014
Фосфаты, мг/л	кол-во	0,12	2,61	0,06	0,04	0,07	0,10	0,02
	мес/год	3,2008	2,2012	1,2007	3,2008	3,2007	4,2009	11,2014
Органические вещества								
Летучие фенолы, мг/л	кол-во	0,006	0,002	0,002	0,006	0,005	0,004	0,003
	мес/год	3,2008	2,2012	1,2005	2,2008	4,2014	2,2009	1,2014
Нефтепродукты, мг/л	кол-во	0,10	0,08	0,08	0,12	0,22	0,09	0,06
	мес/год	5,2009	1,2013	1,2005	9,2013	11,2016	10,2016	6,2012
СПАВ, мг/л	кол-во	0,22	0,06	0,08	0,06	0,11	0,06	0,04
	мес/год	3,2006	1,2012	11,2006	11,2008	11,2006	8,2009	4,2014
Тяжелые металлы								
Железо общее, мг/л	кол-во	1,22	0,92	0,20	1,14	0,99	0,70	0,34
	мес/год	7,201	11,2014	9,2008	2,2011	2,2011	7,2009	3,2014
Медь, мкг/л	кол-во	11,8	5,90	7,80	9,30	9,60	9,80	4,40
	мес/год	3,2008	2,2013	9,2008	12,2012	3,2006	8,2010	9,2014
Цинк, мкг/л	кол-во	27,5	7,30	9,90	20,0	24,2	13,9	6,10
	мес/год	3,2006	2,2014	2,2009	7,2008	3,2011	2,2009	1,2014
Хром, мкг/л	кол-во	1,00		1,00		1,00		
	мес/год	9,2005		9,2005		2,2008		

Так, например, в створе р. Шу – с. Благовещенское, по рыбохозяйственным критериям, превышение по железу составило 12,2 ПДК (июль

2008 г.). Так же значительное превышение ПДК<sub>рх</sub> было отмечено для следующих элементов: медь, цинк, летучие фенолы, нефтепродукты, азотосодержащие и ядовитые вещества. Максимальное превышение по меди составило 11,8 ПДК (март 2008 г.), цинк 2,8 ПДК (март 2006 г.), фенолы 6 ПДК (март, февраль 2008 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (сентябрь 2013 г.), азот нитритный 29 ПДК (апрель 2007 г.), азот аммонийный 15,9 (май 2014 г.), фосфаты 10,4 ПДК (февраль 2008 г.), магний 4,2 ПДК (июль 2008 г.), сульфаты 22,3 ПДК (октябрь 2008 г.), фториды 3,3 ПДК (декабрь 2006 г.). По створу вдхр. Тасоткел (2,5 км к югу от ст. 0,5 км ю-в пл.вдхр), максимальные превышения по железу составило 9,2 ПДК (ноябрь 2014 г.), медь 5,9 ПДК (февраль 2013 г.), азот аммонийный 7,1 ПДК (февраль 2012 г.), азот нитритный 2,7 ПДК (январь 2013 г.), фенолы 10,4 ПДК (февраль 2012 г.), фториды 1,2 ПДК (ноябрь 2014 г.). По створу вдхр. Тасоткел (0,15 км А162 от ОГП), максимальные превышения по меди составило 7,8 ПДК (сентябрь 2008 г.), железо 2,0 ПДК (сентябрь 2008 г.), цинк 1 ПДК (февраль 2009 г.), азот аммонийный 1,7 ПДК (сентябрь 2005 г.), азот нитритный 2,1 ПДК (ноябрь 2007 г.), фториды 1,1 ПДК (январь 2009 г.).

По створу р. Карабалта (гр. с Кыргызстаном 10 км от устья реки; 1,12 км от устья реки; с. Баласагун – 26 км от устья реки) максимальные превышения по железу составило 11,4 ПДК (февраль 2011 г.), медь 9,3 ПДК (декабрь 2012 г.), цинк 2 ПДК (июль 2008 г.), азот аммонийный 2,7 ПДК (октябрь 2010 г.), азот нитритный 2 ПДК (январь 2008 г.), фенолы 6 ПДК (февраль 2008 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (сентябрь 2013 г.), магний 4,2 ПДК (июль 2008 г.), сульфаты 22,3 ПДК (октябрь 2008 г.), фториды 2,5 ПДК (октябрь 2013 г.).

По створу р. Аксу (с. Аксу (0,5 км выше с. Аксу, 10 км от устья Аксу) максимальные превышения по железу составило 9,9 ПДК (февраль 2011 г.), медь 9,6 ПДК (март 2006 г.), цинк 2,4 ПДК (март 2011 г.), азот аммонийный 2,6 ПДК (июнь 2010 г.), азот нитритный 14 ПДК (май 2007 г.), фенолы 5 ПДК (апрель 2014 г.), нефтепродукты 4,4 ПДК (ноябрь 2016 г.), СПАВ 1,1 ПДК (ноябрь 2006 г.), магний 2,5 ПДК (март 2006 г.), сульфаты 5,8 ПДК (май 2008 г.), фториды 2,5 ПДК (июнь 2010 г.), кальций 0,6 ПДК (январь 2015 г.).

По створу р. Токташ – на гр. с Кыргызстаном (78 км от устья реки окраины с. Жаугаш Батыра) максимальные превышения по меди составило 9,8 ПДК (август 2010 г.), железо 7 ПДК (июль 2009 г.), цинк 1,4 ПДК (февраль 2009 г.), азот аммонийный 3,2 ПДК (октябрь 2010 г.), азот нитритный 16 ПДК (ноябрь 2012 г.), фенолы 4 ПДК (февраль 2009 г.), нефтепродукты 1,8 ПДК

(октябрь 2016 г.), магний 2,1 ПДК (май 2015 г.), сульфаты 9,9 ПДК (сентябрь 2014 г.), кальций 0,9 ПДК (май 2015 г.), (фториды 2 ПДК (август 2013 г.).

По створу р. Сарыкау – на границе с Кыргызстаном (35 км до впадения в р. Шу, 63 км от с. Мерке), максимальные превышения по меди составило 4,4 ПДК (сентябрь 2014 г.), железо 3,4 ПДК (март 2014 г.), азот нитритный 1,9 ПДК (ноябрь 2014 г.), фенолы 3 ПДК (январь 2014 г.), магний 2,5 ПДК (май 2014 г.), сульфаты 9,9 ПДК (май 2014 г.), фториды 2,0 ПДК (ноябрь 2014 г.).

Что же касается максимальных превышений по хозяйственно-бытовым критериям, на всем протяжении реки, то тут основными загрязняющими веществами выступают группы такие как: органические вещества; тяжелые металлы, ядовитые вещества.

Расчет комплексных показателей по р. Шу, был проведен по каждому гидрохимическому створу, расположенных на реке, при условии отбора в течение года не менее четырех проб.

Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ по рыбохозяйственным критериям (ПДК<sub>рх</sub>), река Шу на всем своем протяжении в разные периоды характеризуется следующими классами загрязнения:

- В исходный период (1988...1990 гг.) концентрации загрязняющих веществ по рыбохозяйственным критериям по длине реки находятся в диапазоне «умеренного» уровня загрязнения, загрязнители представлены всеми группами: биогенные элементы; органические вещества; главные ионы; тяжелые металлы; ядовитые вещества.

- Переходный период (1991...2000 гг.) также характеризуется умеренным уровнем загрязнения, основными загрязнителями те же: группа тяжелых металлов, биогенные элементы, главные ионы и ядовитые вещества.

- Современный период (2001...2005 гг.), недостаточное количество данных наблюдений не дает полной картины для анализа, хотя на р. Шу – с. Благовещенское можно видеть небольшую тенденцию по снижению уровня загрязнения, находится в зоне умеренного загрязнения, основными загрязнителями: группа тяжелых металлов, биогенные элементы и ядовитые вещества.

- Современный период (2006...2017 гг.), данный период так же имеет недостаточно данных для проведения качественного анализа вод р. Шу, но в отличии от предыдущего периода здесь можно видеть появление данных наблюдений по притокам таких как: р. Карабалта, р. Токташ и р. Сарыкау, что

в свою очередь дают более полное представление о качестве вод за данный период. Здесь наблюдается «умеренный уровень загрязнения», основными загрязнителями являются: тяжелые металлы, биогенные вещества, органические и ядовитые вещества.

Согласно проведенного анализа во все периоды отмечались превышения показателей ПДК<sub>рх</sub> по всем группам загрязняющих веществ. Основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы: медь, цинк, железо. На втором месте по кратности превышения нормативов находятся биогенные вещества, затем главные ионы, органические и ядовитые вещества.

В целом, за весь рассматриваемый период, воды р. Шу и притоков по рыбохозяйственным показателям на разных участках находится стабильно в зоне умеренного загрязнения. Рыбохозяйственные критерии жестче, чем хозяйственно-бытовые, в связи с этим, по полученным результатам можно сделать вывод о том, что экологическое состояние поверхностных вод бассейна по хозяйственно-бытовым нормативам (в сравнении с рыбохозяйственным критериям) отличаются в лучшую сторону.

Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ по хозяйственно-бытовым критериям ПДК<sub>хб</sub>, можно сделать вывод, что в период 1988...1990 гг. уровень загрязнения вод р. Шу по длине реки находится в диапазоне умеренного уровня загрязнения.

Далее в переходный период (1991...2000 гг.) во всех створах фиксируется «умеренный уровень загрязнения».

В современный период 1 (2001...2005 гг.) уровень загрязнения находится в зоне умеренного уровня загрязнения, основными загрязнителями явились тяжелые металлы, органические и ядовитые вещества.

Современный период 2 (2006...2017 гг.) во всех створах характеризуется так же умеренным уровнем загрязнения в диапазоне от 1,14 до 1,70 ПДК<sub>хб</sub>, основными загрязнителями явились тяжелые металлы, органические вещества, главные ионы и ядовитые вещества.

Согласно проведенного анализа, во все периоды фиксировались превышения уровней ПДК<sub>хб</sub> всеми группами загрязняющих веществ, основными загрязняющими веществами является главные ионы, на втором месте – органические вещества, затем – тяжелые металлы, биогенные и ядовитые вещества. В целом, за весь рассматриваемый период, воды р. Шу и притоков по хозяйственно-бытовым показателям на разных участках находится стабильно в нижней части зоны умеренного загрязнения. Для снижения загрязнений вод р. Шу должен быть модифицированы городские очистные сооружения г. Бишкек.

Для адекватных оценок загрязнения р. Шу и притоков РГП «Казгидромет» МЭГПР РК следует строго придерживаться «Методических указаний по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана», утвержденных МООС РК 11.05.2012 г. [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Общая гидрохимия. – Л.: ЛГУ, 1948. – 186 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
3. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан. – РГП «Казгидромет» МЭ РК (1986...2016 гг.).
4. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. – М.: Колос, 1971. – 248 с.
5. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана: МООС РК, – 2012. – 83 с.
6. Методические указания по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана: МООС РК, 2012. – 140 с.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14. Средняя Азия. Вып. 2. Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим / Под ред. М.Н. Большакова. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 308 с.
9. СанПиН № 4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав СССР. – 1988. – 74 с.
10. «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан 16 марта 2015 г. № 209). – 31 с.

Поступила 25.01.2019

Техн. ғылымд. докторы  
Хим. ғылымд. канд.  
PhD

М.Ж. Бурлибаев  
Р.К. Кайдарова  
Д.М. Бурлибаева  
И.В. Шенбергер  
К.М. Кулебаев

**ШУ ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ ӨЗГЕРУІНІҢ  
ҚАЗІРГІ АХУАЛЫ ЖӨНІНДЕ**

**Түйін сөздер:** гидрология, гидрохимия, токсикология, антропогенді ластанулар, трансшекаралық өзен, көршілес мемлекеттер тарапынан ластанулар, басты иондар тобы, ауыр металдар, органикалық және биогенді заттар, уытты заттектер

*Қазіргі кезде Шу өзенінің гидрохимиялық режимінің өзгерісіне аса қатты мән берілмейді, Қазақстан Республикасы мен Қырғыз Республикасы арасындағы бірлескен Шу-Талас комиссиясы тек транзиттік ағындарды бөлуден, яғни өзен ағынының мөлшерлі сипаттамасымен айналысады. Алайда, қазіргі уақытта өзендер ағындарының ластануы жөніндегі мәселелерді қарастыратын уақыт жетті, өйткені бұл мәселе-лені кейінге қалдыру орны толмайтын оқшылықтарға әкеліп соқтыруы мүмкін. Бұл мақала Шу өзені мен оның тармақтарының гидрохимиялық режимдерінің өзгерісін зерттеуге арналған.*

M.ZH. Burlibayev, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibayeva, I.V. Shenberger,  
K.M. Kulebayev

#### **ABOUT THE CURRENT STATE OF HYDROCHEMICAL REGIME CHANGE OF THE SHU RIVER**

**Key words:** hydrology, hydrochemistry, toxicology, anthropogenic pollution, transboundary river, pollution from neighboring country, group of major ions, heavy metals, organic and biogenic substances, toxic substances

*In modern conditions, no attention is paid for the changes in hydrochemical regime of the Shu river, while the joint Shu-Talas Commission between the Republic of Kazakhstan and the Kyrgyz Republic deals only with the division of transit flow, i.e. the quantitative characteristics of river flow. However, it is time to consider the issue of pollution of river runoff, because postponing this issue for the long term is fraught with irreversible processes. This article is devoted to the study of changes in hydrochemical regime of the Shu River and its tributaries.*