

УДК 614.8.084+504.061.2.69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев <sup>1</sup>
	И.В. Шенбергер <sup>1</sup>
Канд. хим. наук	Р.К. Кайдарова <sup>1</sup>
PhD	Д.М. Бурлибаева <sup>1</sup>
PhD	К.Т. Нарбаева <sup>2</sup>

### О РОЛИ ТРАНСГРАНИЧНОСТИ В ТРАНСФОРМАЦИИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК ТАЛАС И АСА

**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

*Игнорирование гидрохимического режима рек Талас и Аса приводит к тому, что идет повсеместное загрязнение транзитного стока этих водотоков. Это, в свою очередь, может отразиться в ближайшей перспективе на загрязнении подземных вод, которые являются источником питьевой воды такого крупного города, как Тараз. Поэтому данная статья посвящается исключительно исследованию загрязнения поверхностных вод обозначенных водотоков.*

При исследовании современного состояния гидрологического и гидрохимического режимов реки Талас необходимо уделить пристальное внимание на работу Совместной Комиссии Республики Казахстан и Кыргызской Республики по использованию 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 в реке Талас», подписанного заместителем Министра мелиорации и водного хозяйства СССР И. И. Бородавченко от 31.01. 1983 года на основе приказа Минводхозом СССР №1/1-36 – 427 9428) от 27 апреля 1981 года. Данные документы регламентируют, что деление вод

<sup>1</sup>Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

между двумя республиками в среднемноголетнем объеме составляет 1,62 км<sup>3</sup>, в том числе поверхностный среднемноголетний сток р. Талас и его притоков, возвратные и выклинивающиеся воды. Причем деление происходит из принципа 50 % каждой республике. Выше названная Комиссия, как и на примере реки Шу до сих пор обращает внимание только на количественные характеристики делимой воды, тогда как качественные характеристики транзитного стока игнорируются полностью. Между тем в современных условиях в транзитном стоке наблюдаются постоянное ухудшение качества воды.

**Методика обработки исходных данных.** В основу оценки качества воды положены Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям [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, одинаковость влияния, токсичность и др. Исходя из этого положения, весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на следующие 6 условных групп: главные ионы; биогенные элементы; тяжелые металлы; органические вещества; ядовитые вещества; хлорорганические пестициды. Такое объединение загрязняющих веществ на условные группы не противоречит выводам О. Алекина, А. Никанорова и др., аналогично подходящих к изучению химического состава природных вод [2...4, 6].

Оценка загрязненности воды производилась с использованием комплексного индекса загрязненности вод, который рассчитывался для каждой группы загрязняющих веществ как среднее арифметическое значение превышений ПДК загрязняющим веществом.

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]. Степень загрязненности водных объектов оценивается по величине КИЗВ в соответствии с приведенной в методике классификацией (табл. 1).

При этом при расчете КИЗВ необходимо иметь ввиду следующие положения:

– в расчет КИЗВ для данной группы загрязняющих веществ включаются только те контролируемые ингредиенты, содержание которых

в воде равно ПДК или превышает ПДК, то есть включаются ингредиенты, у которых  $K \geq 1$ ;

– расчет КИЗВ производится как среднеарифметическая величина.

Таблица 1

Классификация загрязненности водных объектов по различным показателям

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

В качестве источника исходных информации использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» выпускаемый РГП «Казгидромет», за период с 1988 по 2017 годы [1]. Для расчетов были собраны и проанализированы данные по следующим гидропостам и створам гидрохимического мониторинга в бассейнах рек Талас и Аса:

1. р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села),
2. р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС) 7,5 км выше города, 0,7 км выше сброса сточных вод Жамбылской ГЭС, 3 км),
3. р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод),
4. р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста),
5. р. Аса - ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции),
6. р. Бериккара – а. Абдикадер (6 км к югу от а. Абдикадер; у входа из ущелья гор; в створе водпоста),
7. оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер),
8. оз. Бийликоль – с.Тасоткель (3 км А 20 от ОГП).

Согласно проведенному анализу, не все периоды и не по всем створам мониторинга качества воды в бассейне полностью охвачены данными. По бассейну р. Талас имеются пропуски данных в рядах наблюдений, а именно: р. Талас – п.Солнечный с 1988 по 1996 и 2001 по 2003 гг., далее наблюдения возобновились; по створам р. Бериккара – а. Абдикадер, оз. Бийликоль – зона отд. Ветерок, оз. Бийликоль –

с. Тасоткел отсутствуют данные наблюдений с 1988 по 2008, и лишь начиная с 2009 года наблюдается возобновление мониторинга. Наиболее полные ряды наблюдений за период с 1988 по 2017 годы имеются по следующим створам: р. Талас – (с. Жасоркен) с. Покровка, р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС), р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод), р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции).

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 водных объектов.

Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов производилась на основе расчетов КИЗВ за период с 1988 по 2017 годы.

Весь имеющийся период наблюдений, проводимых с 1988 по 2017 годы, условно был разделен на 4 расчетных периода, характеризующихся различной активностью отраслей экономики Республики Казахстан:

– Исходный период (с 1988 по 1990 год). Период наиболее активной и стабильной деятельности промышленного и сельскохозяйственного производства до распада СССР;

– Переходный период (с 1991 по 2000 год). 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 (с 2001 по 2005 год). Период возрождения промышленного и сельскохозяйственного производства. Период возрождения промышленности, в первую очередь 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 (с 2006 по 2017 год). Данный период, по сути, является продолжением этапа 1 современного периода. Период дальнейшего роста промышленного и сельхоз производства. Характеризуется дальнейшим 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 ( $\text{мг} / \text{дм}^3$  или  $\text{мкг} / \text{дм}^3$ ) пересчитывались в средние значения за год, а затем – в среднесезонные значения за расчетный период. Кроме того, определялись максимальные и минимальные концентрации анализируемых ингредиентов за год, а также максимальные и минимальные концентрации за расчетный период. Затем среднегодовые за расчетный период, а также максимальные и минимальные за расчетный период концентрации каждого загрязняющего вещества ( $\text{мг} / \text{дм}^3$  или  $\text{мкг} / \text{дм}^3$ ) пересчитывались в коэффициенты загрязнения.

Далее по тексту понятие «предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, для водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования» заменяется для краткости понятием «хозпитьевая предельно допустимая концентрация» и обозначается ПДКхб. Понятие «предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, для водных объектов рыбохозяйственного значения» заменяется понятием «рыбохозяйственная предельно допустимая концентрация» и обозначается ПДКрх.

Для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования использованы ПДКхб, указанные в санитарных правилах «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» [7].

В повседневной практике оценкой качества вод по рыбохозяйственным критериям занимается РГП «Казгидромет», поэтому для рыбохозяйственной оценки водоемов использовались ПДКрх, применяемые РГП «Казгидромет» и заимствованные из «Обобщенного перечня предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-

безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов».

**Анализ состава загрязняющих веществ и их экстремальных значений.** 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 такие превышения могли фиксироваться от одноразовых выбросов тех или иных загрязнителей. 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.

При анализе исходных данных были определены основные загрязняющие вещества, которые явились характерными для бассейна реки Талас, регулярно превышающие нормативы ПДК, по которым производился расчет КИЗВ, это:

- биогенные элементы: азот нитритный ( $\text{NO}_2$ ), азот аммонийный ( $\text{NH}_4$ ), фосфаты ( $\text{P}_2\text{O}_4$ );
- тяжелые металлы: железо общее (Fe), медь (Cu), цинк (Zn);
- главные ионы: магний (Mg), хлориды (Cl), сульфаты ( $\text{SO}_4$ ), минерализация (Мин.);
- органические вещества: летучие фенолы (Фен), нефтепродукты (Нф), СПАВ;
- 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 рек Талас и Аса за современный период с 2006 по 2017 годы.

За рассмотренный период (с 2006 по 2017 годы), по всем гидрохимическим створам, экстремальные значения концентраций загрязняющих веществ, как по рыбохозяйственным, так и по хозяйственным критериям, превышающие ПДК, наблюдаются в основном в группах тяжелых металлов, органических веществ и биогенных элементах. Так например, в створе р. Талас – с. Жасоркен (0,7 км выше села), по рыбохозяйственным критериям, превышение по меди составило 26,0 ПДК (ноябрь 2007 г.), железо 6,8 ПДК (сентябрь 2010 г.), цинк 1,2 ПДК

(сентябрь 2012 г.), аммонийный 4,3 ПДК (октябрь 2010 г.), азот нитритный 550 ПДК (август 2010 г.), фосфаты 32,0 ПДК (декабрь 2007 г.), фенолы 3,0 ПДК (июль 2010 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (декабрь 2015 г.), магний 1,0 ПДК (ноябрь 2008 г.), сульфаты 1,2 ПДК (январь 2014 г.), фториды 1,3 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС, 7,5 км выше города, 0,7 км выше сброса сточных вод Жамбылской ГЭС, 3 км), максимальные превышения по меди 8,9 ПДК (март 2008 г.), железо 5,3 ПДК (сентябрь 2012 г.), цинк 1,1 ПДК (март 2008 г.), азот аммонийный 1,9 ПДК (август 2006 г.), азот нитритный 12,0 ПДК (январь 2007 г.), фенолы 10,0 ПДК (ноябрь 2007 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (декабрь 2015 г.), магний 1,1 ПДК (май 2007 г.), сульфаты 1,3 ПДК (март 2008 г.), фториды 1,1 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод), максимальные превышения по меди 8,5 ПДК (январь 2006 г.), железо 5,3 ПДК (июль 2007 г.), цинк 1,6 ПДК (декабрь 2010 г.), азот аммонийный 3,8 ПДК (октябрь 2011 г.), азот нитритный 5,0 ПДК (февраль 2008 г.), фенолы 4,0 ПДК (июль 2012 г.), нефтепродукты 2,0 ПДК (июль 2012 г.), магний 1,0 ПДК (январь 2007 г.), сульфаты 1,6 ПДК (август 2006 г.), фториды 1,0 ПДК (ноябрь 2015 г.).

По створу р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста), максимальные превышения по меди 7,2 ПДК (март 2008 г.), железо 7,3 ПДК (июль 2007 г.), цинк 1,2 ПДК (июль 2008 г.), азот аммонийный 3,7 ПДК (октябрь 2011 г.), азот нитритный 1,9 ПДК (июль 2013 г.), фенолы 4,0 ПДК (июль 2012 г.), нефтепродукты 8,0 ПДК (май 2013 г.), магний 1,1 ПДК (май 2009 г.), сульфаты 1,3 ПДК (август 2006 г.), фториды 1,3 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции), максимальные превышения по железу 4,5 ПДК (март 2010 г.), медь 6,9 ПДК (март 2006 г.), цинк 1,1 ПДК (декабрь 2010 г.), азот аммонийный 2,8 ПДК (июль 2001 г.), азот нитритный 15,0 ПДК (май 2007 г.), нефтепродукты 1,8 ПДК (май 2012 г.), магний 0,8 ПДК (апрель 2009 г.), сульфаты 8,0 ПДК (февраль 2010 г.), фториды 2,1 ПДК (февраль 2010 г.).

По створу р. Бериккара – а. Абдикадер (6 км к югу от а. Абдикадер; у входа из ущелья гор; в створе водопоста), максимальные превышения по меди 3,8 ПДК (март 2009 г.), железо 2,4 ПДК (август 2010 г.), цинк 0,9 ПДК (март 2009 г.), азот аммонийный 2,4 ПДК (июнь 2010 г.), азот нитритный

0,7 ПДК (январь 2013 г.), фенолы 3,0 ПДК (август 2012 г.), нефтепродукты 1,2 ПДК (ноябрь 2012 г.), магний 0,8 ПДК (июнь 2012 г.), сульфаты 1,0 ПДК (январь 2008 г.), фториды 1,0 ПДК (август 2013 г.).

По створу оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер), максимальные превышения по меди 7,5 ПДК (март 2010 г.), железо 5,5 ПДК (январь 2010 г.), цинк 2,1 ПДК (август 2013 г.), азот аммонийный 2,3 ПДК (июнь 2010 г.), азот нитритный 30,0 ПДК (август 2010 г.), фенолы 7,0 ПДК (май 2013 г.), нефтепродукты 2,2 ПДК (июль 2012 г.), магний 3,0 ПДК (январь 2010 г.), сульфаты 10,2 ПДК (ноябрь 2010 г.), фториды 2,8 ПДК (июнь 2010 г.).

По створу оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А20 от ОГП), максимальные превышения по меди 6,9 ПДК (март 2009 г.), железо 2,8 ПДК (июль 2007 г.), цинк 0,8 ПДК (март 2009 г.), азот аммонийный 1,6 ПДК (декабрь 2007 г.), азот нитритный 2,2 ПДК (октябрь 2008 г.), фенолы 2,0 ПДК (июль 2009 г.), нефтепродукты 1,6 ПДК (январь 2008 г.), магний 2,8 ПДК (ноябрь 2009 г.), сульфаты 10,4 ПДК (ноябрь 2009 г.), фториды 2,5 ПДК (декабрь 2008 г.).

Что же касается максимальных превышений по хозяйственным критериям, на всем протяжении реки, то тут основными загрязняющими веществами выступают группы такие как: органические вещества; тяжелые металлы, ядовитые вещества. Однако, как уже отмечалось ранее, уровень концентрации максимальных значений носит эпизодический характер и не имеет цикличности. Данный факт говорит о том, что прогнозировать или предсказывать в количественном отношении экстремальные значения уровня загрязнения вод не представляется возможным, но тем не менее, это дает представление о состоянии качества поверхностных вод реки и позволяет дать оценку по степени загрязнения.

**Оценка качества поверхностных вод по рыбохозяйственным нормам.** Расчет комплексных показателей по рекам Талас и Аса был проведен по каждому гидрохимическому створу, расположенному 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 Талас на всем своем протяжении имеет умеренный уровень загрязнения. Так в исходный период (с 1986 по 1990 годы) концентрация загрязняющих веществ по рыбохозяйственным



критериям по длине реки находится в диапазоне «умеренного» уровня загрязнения, загрязнители представлены такими группами как: биогенные элементы; органические вещества; главные ионы; тяжелые металлы; ядовитые вещества (табл. 2).

Таблица 2

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период  
1986...1990 гг.

Створы	Fe	Нефт	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,16	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,06	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,10	1,63	1,19	1,22
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,22	1,19	–	–

Переходный период (с 1991 по 2000 годы), так же как и предыдущий, характеризуется умеренным уровнем загрязнения, основными загрязнителями здесь так же являются биогенные элементы, главные ионы, тяжелые металлы и ядовитые вещества (табл. 3).

В современном периоде № 1 (с 2001 по 2005 годы), сохраняется тенденция умеренного уровня загрязнения, основными загрязнителями здесь так же являются группа тяжелых металлов, биогенные элементы и главные ионы (табл. 4).

Таблица 3

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период  
1991...2000 гг.

Створы	Cu	Fe	Нефт.	Фен	СПАВ	Mg	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	F
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,43	1,68	–	–	–	–	–	–	–
р. Талас - г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	–	1,77	–	–	3,26	–	1,06	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,36	1,60	1,06	1,25	–	–	1,19	1,77	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	–	2,34	1,10	–	–	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст.Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,54	1,58	–	83,33	–	2,44	1,47	1,12	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	–	1,20	–	–	–	3,70	6,0	–	1,47

Современный период № 2 (с 2006 по 2017 годы) отличается от трех предыдущих, тем что наблюдается подъем в зоне высокого уровня загрязнения на р. Талас – с. Жасоркен, в остальных створах сохраняются

умеренный уровень загрязнения. Основными загрязнителями являются: биогенные вещества, тяжелые металлы, органические вещества и ядовитые (табл. 5).

Таблица 4

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 2001...2005 гг.

Створы	Cu	Fe	Mg	Нефт.	Фен	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,94	1,41	1,13	–	–	1,18	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,83	1,35	–	–	–	1,16	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	3,06	1,33	–	–	1,54	1,25	1,57
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	2,35	1,16	–	–	1,82	1,13	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,88	1,46	–	1,18	1,27	1,23	–

Таблица 5

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 2006...2017 гг.

Створы	Cu	Fe	Нф	Фен	Mg	NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	F	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	3,20	1,49	–	1,26	–	1,19	–	16,26	–	6,45
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	3,20	1,52	–	1,57	–	1,19	–	1,53	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	3,86	1,60	1,08	1,68	–	1,10	1,10	1,07	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	3,38	1,59	1,25	1,48	–	1,07	1,01	–	–	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	3,14	1,70	1,12	1,29	–	1,01	1,67	1,98	1,32	–
р. Бериккара – а. Абдикадер	1,99	1,86	–	1,14	–	1,05	–	–	–	–
оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер)	2,55	1,39	1,07	2,03	2,18	1,02	6,23	2,91	1,87	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	2,85	1,37	–	–	2,11	–	6,46	–	1,71	–

Согласно проведенному анализу все периоды представлены ПДК<sub>рх</sub> всеми группами загрязняющих веществ, основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы: медь, железо. На втором месте биогенные вещества, затем главные ионы, органические и ядовитые вещества. В целом, за весь рассматриваемый период, вода р. Талас и притоков по рыбохозяйственным показателям на разных участках находится уверенно в зоне умеренного загрязнения. Степень загрязнения водных объектов бассейна р. Талас на исходный, промежуточный и современные периоды приведена в итоговых таблицах.

#### **Оценка качества поверхностных вод по хозяйственным нормам.**

Как было сказано выше, рыбохозяйственные критерии жестче, чем хозяйственные критерии, в связи с этим, по полученным результатам можно сказать, что экологическое состояние поверхностных вод бассейна по хозяйственным по отношению к рыбохозяйственным критериям отличаются в лучшую сторону. Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ, по хозяйственным критериям ПДК<sub>хб</sub> в период (с 1986 по 1990 годы) уровень загрязнения вод в реке Талас не превышал нормативных показателей.

Далее в переходный период (с 1991 по 2000 годы) во всех створах отмечается умеренный уровень загрязнения, основными загрязнителями явились тяжелые металлы, органические вещества и ядовитые вещества (табл. 6).

Таблица 6

Превышение концентрации над ПДК<sub>хб</sub> по веществам за период  
1991...2000 гг.

Створы	Fe	SO <sub>4</sub>	Фен	Mg	Мин	F
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,14	–	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	–	–	1,25	–	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,01	–	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,01	–	–	–	–	1,05
оз. Бийликколь – с. Тасоткель (3 км А 20 от ОГП)	–	1,20	–	3,70	1,36	1,57

В современный период 1 (с 2001 по 2005 годы) так же уровень загрязнения находится у мереном диапазоне, основными загрязнителями явились, органические вещества и ядовитые вещества (табл. 7).

Современный период 2 (с 2006 по 2017 годы) во всех створах характеризуется так же умеренным уровнем загрязнения в диапазонах от

1,14 до 1,88 ПДКхб, основными загрязнителями явились органические вещества, главные ионы и ядовитые вещества (табл. 8).

Таблица 7

Превышение концентрации над ПДКхб по веществам за период  
2001...2005 гг.

Створы	Фен	F	Mg
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	–	–	1,13
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,54	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,82	–	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,27	1,0	–

Таблица 8

Превышение концентрации над ПДКхб по веществам за период  
2006...2017 гг.

Створы	Фен	Mg	Мин	SO <sub>4</sub>	F
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,26	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,57	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,68	–	–	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,48	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст.Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,29	–	–	–	1,25
оз. Бийликоль – зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер)	1,14	–	–	–	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	–	2,11	1,40	1,29	1,83

Согласно проведенному анализу все периоды представлены ПДКхб всеми группами загрязняющих веществ, основными загрязняющими веществами являются главные ионы, на втором месте органические вещества, затем тяжелые металлы, биогенные и ядовитые вещества.

**Гидрохимическая типизация рек.** По результатам расчетов комплексного индекса загрязнения воды проведена эколого-гидрохимическая типизация основных водотоков бассейнов реки Талас по рыбохозяйственным и хозяйственно-бытовым нормативам за расчетные периоды. Типизация выполнена на электронной карте с использованием современных ГИС-технологий.

Русло рек разбивалось на участки так, чтобы гидрохимические створы располагались посередине данного участка. Тем самым гипотетически распространяя вверх и вниз по течению уровень загрязнения вод. Такой метод позволяет наглядно продемонстрировать в цветах степень загрязнения водных объектов по всей длине реки.

**Оценка качества поверхностных вод по трансграничным створам.** Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. В настоящее время трансграничные водные объекты, к которым относятся реки Шу и Талас, в значительной степени загрязняются различными предприятиями, коммунальными службами городов, сельскохозяйственным комплексом и т.д., что представляет собой реальную экологическую угрозу.

Основным створом, который в полной мере дает возможность проследить динамику загрязнения, является створ в с. Жасоркен. Данный створ находится в непосредственной близости к границе и имеет полный ряд данных за все рассматриваемые периоды.

Как было отмечено ранее, воды реки Талас за весь рассматриваемый период, на разных участках принадлежат к категории «умеренно загрязнённой».

По критериям КИЗВрх можно видеть, что в период с 1988 по 1990 годы уровень находится на начальной степени умеренного загрязнения, основным загрязняющим веществам явилось железо – 0,06 мг / дм<sup>3</sup>. В переходный период (с 1991 по 2000 годы) наблюдается небольшое увеличение уровня загрязнения, здесь основным загрязнителем явились: железо – 0,238 мг / дм<sup>3</sup>, медь – 1,76 мкг / дм<sup>3</sup>. В современный период 1 (с 2001 по 2005 годы) наблюдается тенденция на небольшое уменьшение уровня загрязняющих веществ, здесь основными загрязняющими веществами явились медь – 2,77; железо – 0,178 мг/дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,446 мг / дм<sup>3</sup>, и магний – 45,08 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 2 (2006...2017 гг.) происходит увеличение уровня до высокого, здесь основными загрязнителями явились: азот нитритный – 0,325 мг/дм<sup>3</sup>; фосфаты – 1,62 мг/дм<sup>3</sup>; медь – 4,73 мкг/дм<sup>3</sup>; железо – 0,18 мг/дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,0013 мг/дм<sup>3</sup> и азот аммонийный 0,48 мг/ дм<sup>3</sup>.

Ситуация с концентрацией загрязняющих веществ по хозяйственным показателям несколько отличается, так в современный период 1 (с 2001 по 2005 гг.) и современный период 2 (с 2006 по 2017 гг.) наблюдается поднятие загрязнения до умеренного уровня. Так в начальный (с 1988 по 1990 гг.) и переходные периоды (с 1991 по 2000 гг.) можно видеть, что показатели находятся в диапазоне умеренного загрязнения, основными загрязняющими веществами явились магний и фенолы. Приток второго порядка – река Аса – берет начало на территории Республики Кыргызстан, поэтому так же важно показать уровень ее загрязнения. По критериям

КИЗВрх в период с 1988 по 1990 гг. уровень загрязнения находится на начальной степени умеренного загрязнения, основными загрязняющими веществами были железо – 0,122 мг / дм<sup>3</sup>; нефтепродукты – 0,067 мг / дм<sup>3</sup>. В переходный период (с 1991 по 2000 гг.) наблюдается небольшое увеличение уровня загрязнения, здесь основными загрязнителями явились фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup>; магний – 29,3 мг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,302 мг / дм<sup>3</sup>; медь – 2,0 мкг / л; сульфаты – 147,5 мг / дм<sup>3</sup>; азот нитритный – 0,02 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 1 (с 2001 по 2005 гг.) наблюдалась тенденция на небольшое уменьшение уровня загрязняющих веществ, здесь основными загрязняющими веществами была медь – 2,76 мкг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,168 мг / дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,492 мг / дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup> и нефтепродукты – 0,064 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 2 (2006...2017 гг.) происходит увеличение уровня загрязнения до высокого, здесь основными загрязнителями были медь – 4,87 мкг / дм<sup>3</sup>; сульфаты – 167,1 мг / дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup>; нефтепродукты – 0,056 мг / дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,383 мг / дм<sup>3</sup>; азот нитритный – 0,040 мг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,22 мг / дм<sup>3</sup>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» – 1988-2017 гг. – РГП «Казгидромет».
2. Алекин О.А. Общая гидрохимия. – Л.: Издательство ЛГУ, 1948. – 186 с.
3. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
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 общей редакцией академика РАВН, д.т.н. профессора М.Ж. Бурлибаева. – Астана: МООС РК, 2012.– 83 с.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.
7. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным сооружениям, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевого водоснабжения и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16.03.2015 г. № 209).

Поступила 21.11.2020

Техн. ғылымд. докт.	М.Ж. Бурлибаев
	И.В. Шенбергер
Химия ғылымд. канд.	Р.К. Кайдарова
PhD	Д.М. Бурлибаева
PhD	К.Т. Нарбаева

## ТАЛАС ЖӘНЕ АСА ӨЗЕНДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІН ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУДАҒЫ ТРАНСШЕКАРАЛАЛЫҚТЫҢ РӨЛІ ТУРАЛЫ

**Түйін сөздер:** гидрология, гидрохимия, токсикология, антропогендік ластану, трансшекаралық өзен, шектес мемлекет тарапынан ластану, бас иондар тобы, ауыр металдар, органикалық және биогенді заттар, улы заттар

*Талас және аса өзендерінің гидрохимиялық режимін басқаруды елемеу осы су ағындарының транзиттік ағынының жаппай ластануына әкеледі. Бұл өз кезегінде жақын болашақта тараз сияқты ірі қаланың ауыз су көзі болып табылатын жер асты суларының ластануына әсер етуі мүмкін. Сондықтан бұл мақала тек белгіленген су ағындарының жер үсті суларының ластануын зерттеуге арналған.*

M.Zh. Burlibaev, I.V. Schenberger, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibaeva,  
K.T. Narbaeva

## ON THE ROLE OF TRANSBOUNDARY IN TRANSFORMATION OF THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE TALAS AND ASA RIVERS

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

*Ignoring the hydrochemical regime of the Talas and Asa rivers leads to the widespread pollution of the transit runoff of these watercourses. This, in turn, may affect in the near future the pollution of groundwater, which is the source of drinking water for such a large city as Taraz. Therefore, this article is devoted exclusively to the study of surface water pollution of the designated watercourses.*