

Шенбергер И.В.

**ЕРТИС ДАРЫЯСЫНЫН АГЫМЫНЫН ХИМИЯЛЫК
КУРАМЫНЫН ЖАНА ТОКСИКОЛОГИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮНҮН
ТРАНСФОРМАЦИЯСЫНЫН МҮНӨЗҮ**

Шенбергер И.В.

**ХАРАКТЕР ТРАНСФОРМАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СТОКА РЕКИ ЕРТИС**

I.V. Shenberger

**DESCRIPTION OF THE CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION AND
TOXICOLOGICAL PARAMETERS OF THE ERTIS RIVER**

УДК: 614.8.084+504.061.2: 69.05(075.8)

Макалa Казакстандын аймагында Ертис (мурдагы Иртыш) дарыясынын бассейнинин табигый куймаларынын жана көлмөлөрүнүн булганышын изилдөө, анын ичинен суулардын булганышын комплекстүү баалоо көйгөйүнө арналган. 1986-жылдан тартып 2015-жылга чейинки мезгилдеги сууну булгаган заттардын курамына анализ жүргүзүлдү жана суунун булганышынын комплекстүү индекстерин (СБКИ) эсептөө жүргүзүлдү. Жүргүзүлгөн байкоолордун материалдарынын кеңири тизмегинин негизинде Ертис дарыясынын суусунун сапатынын учурдагы абалына баа берилди. Казакстандын аймагындагы гидрохимиялык жана токсикологиялык көрсөткүчтөрдүн дарыянын агымы боюнча, убакыт боюнча трансформацияланышынын мүнөзү аныкталды. Баштапкы маалыматтардын барын талдоодо Ертис дарыясы үчүн мүнөздүү болгон жана андан ары суунун булганышынын комплекстүү индекстерин (СБКИ) эсептөө жүргүзүлгөн концентрациянын уруксат берилген чеги (КУЧ) нормативдеринен дайыма ашык болуп келген негизги булгоочу заттар аныкталды.

Негизги сөздөр: суунун булганышынын комплекстүү индекстери, суу объекти, концентрациянын уруксат берилген чеги, суунун сапаты, суу ресурстары, дарыянын бассейни, концентрация, гидрохимиялык режим.

Статья посвящена проблеме изучения загрязненности природных водотоков и водоемов бассейна реки Ертис (ранее Иртыш) на территории Казахстана, в том числе комплексной оценке загрязненности вод. Выполнены анализ состава загрязняющих веществ и расчеты комплексных индексов загрязнения воды (далее КИЗВ) за период с 1986 по 2015 годы. На основе обширного перечня материалов наблюдений проведена оценка современного состояния качества воды реки Ертис. Определен характер трансформации гидрохимических и токсикологических показателей на территории Казахстана, как по длине реки, так и во времени. При анализе всего ряда исходных данных были определены основные загрязняющие вещества, которые являются характерными для реки Ертис и регулярно превышают нормативы предельно допустимой концентрации (ПДК), по которым в дальнейшем производился расчет комплексного индекса загрязненности воды (КИЗВ).

Ключевые слова: комплексный индекс загрязненности воды, водный объект, предельно допустимая концентрация, качество воды, водные ресурсы, бассейн реки, концентрация, гидрохимический режим.

The article describes the contamination issue of natural watercourses and water bodies of the Ertis River basin (formerly Irtysh) in Kazakhstan, including an integrated assessment of water pollution. The analysis of pollutant composition and the calculation of complex water pollution index (hereinafter CWPI) for the period from 1986 to 2015 were performed. Based on the extensive observational data collected, an assessment was made of the current water quality of the Ertis River. The description of the changes of hydrochemical and toxicological indicators within the territory of Kazakhstan, both along the length of the river and throughout a set time period has been made. When analyzing all the data, the main pollutants were determined that describe the Ertis River, and regularly exceed the MPC standards, from which the subsequent estimation of CWPI was made.

Key words: complex water pollution index, water body, maximum permissible concentration, water quality, water resources, river basin, concentration, hydrochemical regime.

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.

Накопление и развитие знаний о токсичности, а также о влиянии различных загрязняющих веществ на гидробионтные и бентосные сообщества поверхностных вод, заболеваемость населения, придают особую актуальность работам, отражающим современное состояние качества поверхностных вод и особенно для трансграничных водных объектов.

В основу оценки качества воды в данной статье положены «Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям», под общей редакцией академика РАВН, доктора технических наук, профессора М.Ж. Бурлибаева [1].

Загрязняющие вещества в соответствии с «Методическими рекомендациями...» разделяются на группы, объединенные между собой по идентичности - по таким показателям как генетическое происхождение, химическое строение, применение, одинаковость влияния, токсичность. Исходя из этого положения, весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на следующие 6

условных групп: главные ионы; биогенные элементы; тяжелые металлы; ядовитые вещества; органические вещества; хлорорганические соединения.

Такое объединение загрязняющих веществ в условные группы не противоречит выводам О.Алекина, А. Никанорова, Е. Посохова и др., аналогично подходящих к изучению химического состава природных вод [2-4].

Оценка загрязненности воды производится с использованием индекса загрязненности вод, который рассчитывается для каждой группы загрязняющих веществ по формуле (1), как среднее арифметическое значение превышений ПДК загрязняющим веществом:

$$\text{КИЗВ}_j = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / \text{ПДК}_i}{n}, \quad (1)$$

где:

КИЗВ_j – комплексный индекс загрязненности вод ингредиентами j-ой группы загрязняющих веществ;

C_{ij} – i-ая концентрация j-ой группы загрязняющих веществ, мг/л (мкг/л);

ПДК_i – предельно-допустимая концентрация i-го загрязняющего вещества, мг/л или мкг/л;

n – количество ингредиентов в j-ой группе загрязняющих веществ.

В формуле (1) в числителе отношение концентрации i-го загрязняющего вещества C_i к его ПДК_i рассчитывается для всех ингредиентов данной j-ой группы загрязняющих веществ и является коэффициентом загрязнения воды данным i-ым ингредиентом. При этом при расчете КИЗВ для данной группы загрязняющих веществ по формуле (1) включаются только те контролируемые ингредиенты, содержание которых в воде равно ПДК или превышает ПДК, то есть включаются ингредиенты, у которых K ≥ 1.

Для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов бассейна реки Ертис использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод РК» РГП «Казгидромет», за период 1986-2015 годы по имеющимся створам с результатами анализов проб воды по всем основным ингредиентам [5].

Весь имеющийся период наблюдений, проводимых с 1986 по 2015 годы, условно был разделен на 4 расчетных периода, характеризующихся различной активностью отраслей экономики Республики Казахстан:

– *Исходный период* (с 1986 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;

– *Современный период - этап 1* (с 2001 по 2005 гг.). Период возрождения промышленного и сельскохозяйственного производства;

– *Современный период - этап 2* (с 2006 по 2015 гг.). Данный период, по сути, является продолжением этапа 1 современного периода. Период дальнейшего роста промышленного и сельхозпроизводства.

При анализе всего ряда исходных данных были определены основные загрязняющие вещества, которые являются характерными для реки Ертис, и регулярно превышают нормативы ПДК, по которым в дальнейшем производился расчет КИЗВ.

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.

По экстремальным значениям в целом, по реке Ертис, максимальные превышения концентраций загрязняющих веществ по рыбохозяйственным критериям наблюдались в основном по азоту нитритному, азоту аммонийному, меди, цинку, марганцу и железу общему.

Так, например, за рассматриваемый современный период (2006-2015 годы) в створе р. Кара Ертис - с. Боран в черте села, максимальное превышение по меди составило 6,4 ПДК (март 2006 г.), по цинку 9,7 ПДК (январь 2006 г.), по марганцу 4,2 ПДК (март 2006 г.).

По створу р. Ертис - г. Усть-Каменогорск, в 22,2 км ниже города, максимальное превышение по азоту аммонийному составило 8,49 ПДК (август 2011 г.), по меди 5,6 ПДК (май 2009 г.), по цинку 4,7 ПДК (февраль 2009 г.), по марганцу 3,2 ПДК (март 2006 г.).

По створу р.Ертис - с. Прииртышское в створе водпоста, максимальное превышение по азоту нитритному составило 3,4 ПДК (февраль 2008 г.), по меди 4,8 ПДК (июль 2010 г.), по марганцу 1,6 ПДК (ноябрь 2009 г.).

Оценка качества поверхностных вод по рыбохозяйственным нормам.

Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ, по рыбохозяйственным критериям (ПДК_{рх}), река Ертис на всем протяжении от границы с КНР до границы с РФ, загрязнена сверх предельно допустимых концентраций (рис. 1). Если рассматривать по расчетным периодам, то тут можно видеть тенденцию на снижение загрязнения с «высокого» до «умеренного» уровня.

Так в исходный период (с 1986 по 1990 годы), концентрации загрязняющих веществ по рыбохозяйственным критериям находятся в диапазоне «высокого» уровня загрязнения. Из рисунка 1 видно, что по створу г. Семей, 4 км выше города, превышение КИЗВ_{рх} находится в диапазоне «чрезвычайно высокого уровня загрязнения», превышения по концентрации в этот период в основном давали нефтепродукты.

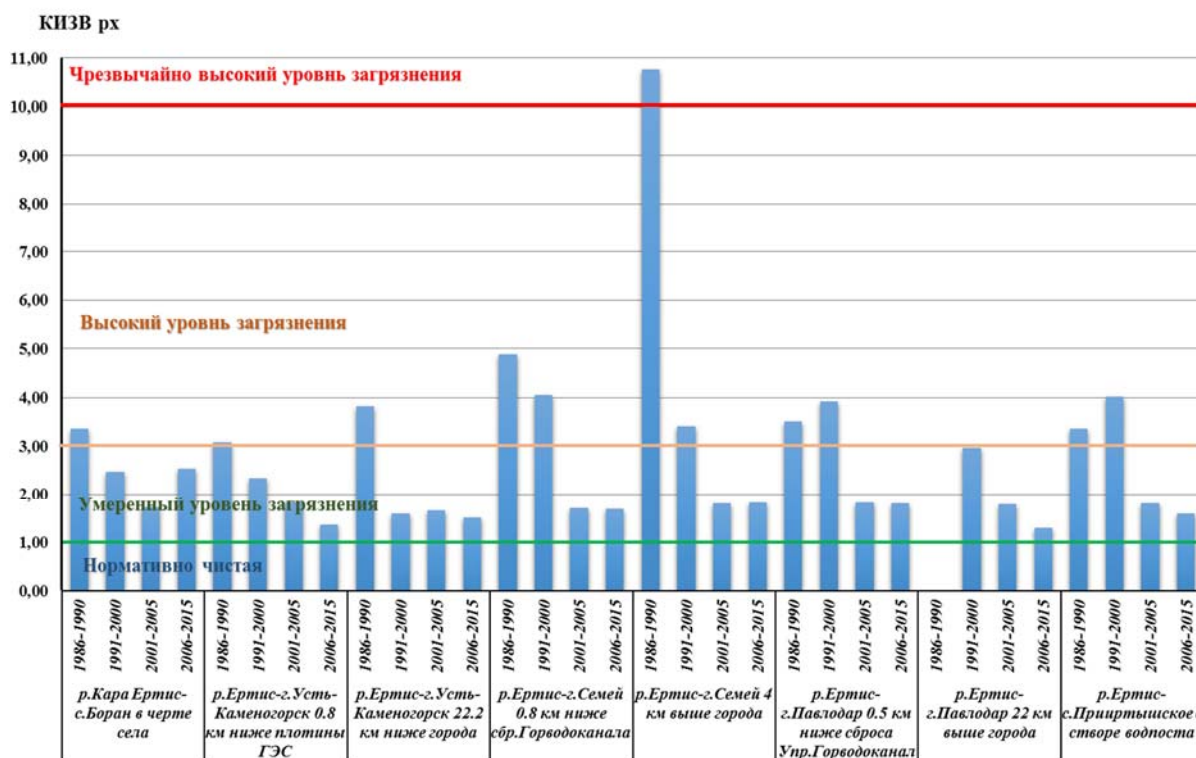


Рис. 1. Степень загрязнения водных объектов бассейна р. Ертис по рыбохозяйственным критериям по длине реки.

Уровень загрязнения вод р. Ертис за период с 1991 по 2000 годы по сравнению с периодом 1986-1990 годами уменьшился. Между тем, так же отмечается высокая концентрация солей тяжелых металлов (меди, цинка и т.д.), что говорит о влиянии горнодобывающих металлургических производств, расположенных в верхних притоках реки Ертис. Как и в прошлый период наблюдается поступление нефтепродуктов и биогенных элементов с сопредельного государства (КНР) на уровне «умеренного загрязнения». В пределах Семипалатинского региона в реке Ертис, наблюдаются, превышения по нефтепродуктам, на уровне «высокого загрязнения», которые поступают в основном от производственных и хозяйственно-бытовых стоков.

Также на уровне «высокого загрязнения», ниже по течению в районе г. Павлодара к загрязняющим веществам, поступивших с верхнего течения, добавляются биогенные элементы, такие как азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, поступающие в основном от коммунальных и сельскохозяйственных предприятий региона.

За последний период (с 2006 по 2015 годы), ежегодный объем стоков, остается практически на одном уровне по сравнению с предыдущим периодом (с

2001 по 2005 годы). Основными загрязнителями в стоках являются медь, цинк, хром и нефтепродукты.

В целом, за весь рассматриваемый период, вода р. Ертис по рыбохозяйственным показателям на разных участках варьировалась от категории «умеренно загрязненной» до «высокого» уровня загрязнения по средним показателям КИЗВрх.

Оценка качества поверхностных вод по хозяйственным нормам.

Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ по хозяйственным критериям, река Ертис на всем протяжении от границы с КНР до границы с РФ, за расчетные периоды с 1986 по 1990 годы и с 1991 по 2000 годы, загрязнена сверх предельно допустимых концентраций (рис. 2).

Если рассматривать современные расчетные периоды (с 2001 по 2005 г.г. и с 2006 по 2015 г.г.), то здесь ситуация кардинально противоположная, загрязнения вод реки Ертис находятся на уровне «нормативно чистого». Как и в случае с рыбохозяйственными критериями, можно наблюдать тенденцию на снижение загрязнения, с «высокого-умеренного» до «нормативно чистого» уровня загрязнения в последние годы.

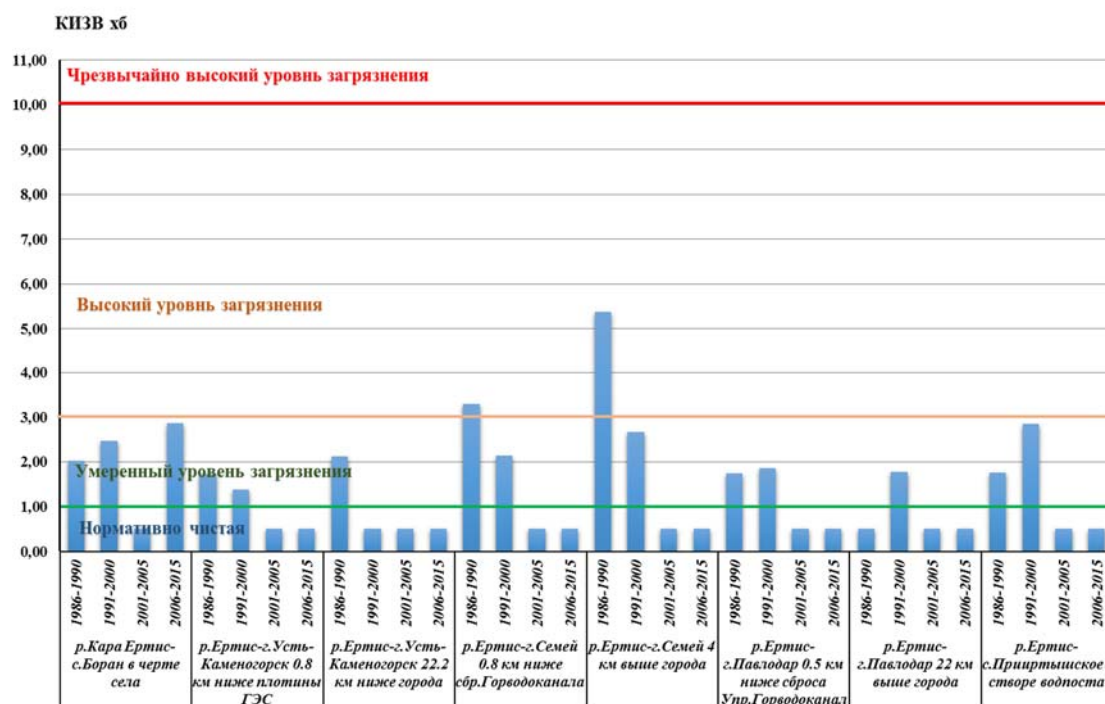


Рис. 2. Степень загрязнения водных объектов бассейна р. Ертыс по хозяйственным критериям по длине реки.

На основании имеющегося ограниченного объема данных режимных наблюдений можно сделать вывод, что, несмотря на интенсивное загрязнение вод верхней части бассейна реки Ертыс токсичными элементами полиметаллической или редкоземельной ассоциаций, в нижней его части, от г. Усть-Каменогорска и до границы с РФ, воды Ертыса по хозяйственным показателям относятся к нормативно-

чистым. Это объясняется ассимилирующим свойством речных вод, а также осаждением загрязняющих веществ в каскаде водохранилищ.

Ниже в таблице 1 приведены расчетные данные по степени загрязнения воды р. Ертыс на исходный, промежуточный и современные периоды по рыбохозяйственным и хозяйственным критериям по основным створам.

Таблица 1

Степень загрязнения водных объектов бассейна р. Ертыс за период 1986-2015 годы

Створы	Годы	Критерий	КИЗВ	Формула загрязнения	Степень загрязнения
р. Кара Ертыс - с. Боран в черте села	1986-1990	ПДК рх	3.36	3.36 (Нф-4.40; Fe-1.29; Cu-4.25; Zn-1.45)	Высокого уровня загрязнения
		ПДК хб	2.03	2.03 (Нф-2.20; Fe-1.85)	Умеренный уровень загрязнения
	1991-2000	ПДК рх	2.48	2.48 (NO2-1.20; Нф-4.05; Cu-3.17; Zn-1.20)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК хб	2.47	2.47 (Нф-2.47)	Умеренный уровень загрязнения
	2001-2005	ПДК рх	1.73	1.73 (Нф-1.40; Cu-2.07)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК хб	-	-	Нормативно чистая
2006-2015	ПДК рх	2.53	2.53 (NH4-2.64; NO2-1.30; Нф-2.40; Fe-1.96; Cu-2.36; Zn-5.65; Cd-1.90; Mn-4.20)	Умеренный уровень загрязнения	
	ПДК хб	2.87	2.87 (NH4-1.03; Нф-1.20; Fe-3.27; Cd-9.50)	Умеренный уровень загрязнения	
р. Ертыс - г. Семей 4 км выше города	1986-1990	ПДК рх	10.76	10.76 (Нф-10.76)	Чрезвычайно высокого уровня загрязнения
		ПДК хб	5.38	5.38 (Нф-5.38)	Высокого уровня загрязнения
	1991-2000	ПДК рх	3.42	3.42 (Нф-4.46; Cu-3.48; Zn-1.30)	Высокого уровня загрязнения

	2001-2005	ПДК хб	2.67	2.67 (Нф-2.67)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК рх	1.82	1.82 (Нф-1.60; Cu-2.17; Zn-1.90)	Умеренный уровень загрязнения
	2006-2015	ПДК рх	1.83	1.83 (Cu-1.83)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК хб	-	-	Нормативно чистая
р.Ертис - с. Прииртышское в створе водпоста	1986-1990	ПДК рх	3.37	3.37 (NO ₂ -1.20; Нф-4.60; Cu-4.30)	Высокого уровня загрязнения
		ПДК хб	1.77	1.77 (Нф-2.30; Fe-1.23)	Умеренный уровень загрязнения
	1991-2000	ПДК рх	4.02	4.02 (NO ₂ -3.05; Нф-5.71; Cu-4.68; Zn-1.93)	Высокого уровня загрязнения
		ПДК хб	2.86	2.86 (Нф-2.86)	Умеренный уровень загрязнения
	2001-2005	ПДК рх	1.82	1.82 (Нф-1.30; Cu-2.33)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК хб	-	-	Нормативно чистая
	2006-2015	ПДК рх	1.59	1.59 (Cu-1.59)	Умеренный уровень загрязнения
		ПДК хб	-	-	Нормативно чистая

Литература:

1. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. / Под общей редакцией академика РАВН, д.т.н. профессора М.Ж. Бурлибаева/ Астана-2012
2. Алекин О.А. Общая гидрохимия.-Л.: Издательство ЛГУ, 1948.-186 с.
3. Алекин О.А. Основы гидрохимии.-Л.: Гидрометеоздат,1970.- 444 с.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия - Л.: Гидрометеоздат, 1989.- 351 с.
5. «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан». РГП «Казгидромет». 1986-2015 гг.

Рецензент: д.геогр.н., профессор Мальковский И.М.