

УДК 628.394(547.42+547.25)

### ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ИРТЫШ (ЕРТИС) В ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ И ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТЯХ

Доктор техн. наук	А.С. Абрамов
Канд. геол.-мин. наук	Н.Г. Бреусов
Канд. хим. наук	Н.Н. Рубанюк
	И.В. Шенбергер
Канд. биол. наук	Ш.Г. Курмангалиева

*Проанализирована связь между загрязнением воды реки Иртыш с 2006 по 2008 гг. в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях, определена периодичность загрязнений. Общими являются годовая, полугодовая и четырехмесячная периодичность. Получены уравнения, описывающие изменение индекса загрязнения воды.*

Река Иртыш – трансграничная река, пересекающая территорию трех государств – Китая, Казахстана, России. Основные предприятия горно-металлургического комплекса расположены в зоне наиболее густой речной сети. Здесь же расположены крупные предприятия теплоэнергетики. Такое расположение означает, что загрязняющие вещества с газообразными, жидкими и твердыми отходами от промышленных предприятий неизбежно попадают в речную сеть. Наиболее интенсивному загрязнению тяжелыми металлами подвергается р. Иртыш в пределах Рудного Алтая, где сформировалась крупная техногенная биогеохимическая провинция. Основными источниками загрязнения реки являются г. Усть-Каменогорск и другие города Восточно-Казахстанской области, как промышленно-развитого региона республики.

В среднем течении (Павлодарская область) Иртыш имеет характер степной реки, питание реки грунтовое. Здесь река не принимает ни одного притока.

На основе анализа и обработки данных, взятых с сайта [http://www.eco.gov.kz/ekolog\\_arch.php](http://www.eco.gov.kz/ekolog_arch.php), рассмотрены особенности загрязнения реки Иртыш в Восточно-Казахстанской (ВКО) и Павлодарской областях за период 2006...2008 гг.

Состояние поверхностных вод оценивалось индексом загрязнения воды (ИЗВ) по гидрохимическим показателям, приведенным в [1] и рассчитанным с учетом как обязательных показателей [2], так и тех загряз-

няющих веществ, чья концентрация превышала ПДК для водоемов рыбохозяйственного пользования.

Фактические и усредненные нами значения ИЗВ за период 2006...2008 гг. для Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения ИЗВ для реки Иртыш в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях

Месяц	Область							
	Восточно-Казахстанская				Павлодарская			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее
Январь	1,65	0,94	1,74	1,44	0,89	0,97	0,84	0,9
Февраль	1,13	0,84	0,75	0,91	1,98	0,78	1,04	1,27
Март	2,3	1,5	1,11	1,64	0,9	1,01	0,84	0,92
Апрель	2,35	1,8	1,67	1,94	0,81	1,2	1,67	1,23
Май	2,02	2	1,44	1,82	1,31	1,8	1,39	1,5
Июнь	1,81	1,98	0,83	1,54	1,04	1,63	0,59	1,09
Июль	0,85	1,2	0,46	0,84	0,7	1,2	0,51	0,8
Август	1,13	1,54	0,5	1,06	0,66	1,45	0,53	0,88
Сентябрь	0,92	1,12	0,45	0,83	0,62	1,02	0,5	0,71
Октябрь	0,83	1,14	0,62	0,86	0,7	0,86	0,63	0,73
Ноябрь	1,25	0,91	0,7	0,95	1,04	0,78	0,63	0,82
Декабрь	1,05	0,63	0,58	0,75	1,02	0,76	0,51	0,76
Среднее	1,44	1,3	0,9	1,21	0,97	1,12	0,81	0,97

Для Иртыша в ВКО основные загрязняющие вещества – медь, цинк, реже встречаются азот аммонийный, азот нитритный, железо, кадмий. Азотные загрязнения отмечаются с весны по осень. Для Иртыша в Павлодарской области основные загрязняющие вещества – медь, азот аммонийный и железо. По сравнению с Восточно-Казахстанской областью отсутствует цинк, кадмий, но присутствует загрязнение нефтепродуктами, возможно из-за работы Павлодарского НПЗ, и азотом нитратным.

Среднегодовое загрязнение уменьшается за период 2006...2008 гг. для обеих областей, в Павлодарской области несколько увеличилось в 2007 г. по сравнению с 2006 г., затем в 2008 г. уменьшилось (табл. 1).

Приближенно среднегодовое загрязнение  $ИЗВ_{год}$  может быть описано в зависимости от номера года  $T$  линейными уравнениями:

Для ВКО

$$\text{ИЗВ}_{\text{год}} = -0,2683 \cdot T + 539,76. \quad (1)$$

Для Павлодарской области

$$\text{ИЗВ}_{\text{год}} = -0,0829 \cdot T + 167,38 \quad (2)$$

На рис. 1 представлено сравнение ежемесячных значений ИЗВ для Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей.

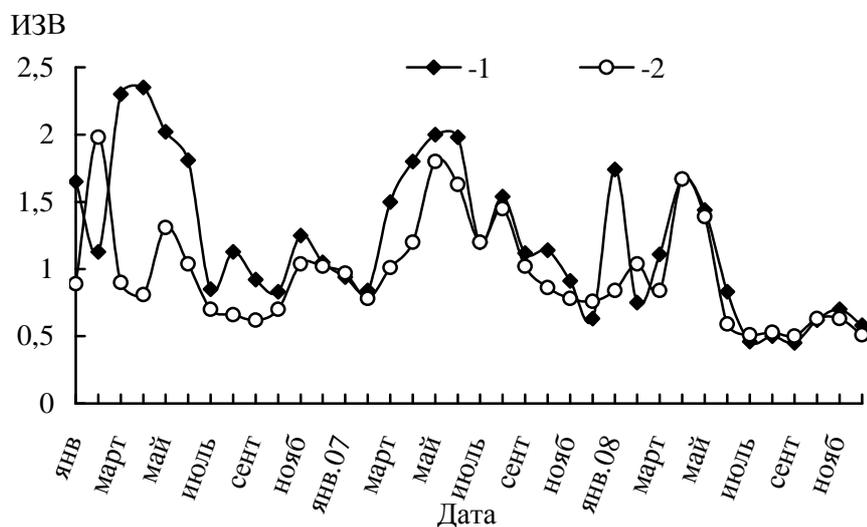


Рис. 1. Значение ИЗВ за 2006...2008 гг. реки Иртыш для Восточно-Казахстанской (1) и Павлодарской (2) областей.

Как видно на рис. 1, характер изменения величины ИЗВ для Павлодарской области, в общем, подобен таковому для ВКО. Но в некоторых случаях подобие нарушается, максимум ИЗВ для Павлодарской области сдвигается на месяц после такового для ВКО (январь – май 2006 г., январь – февраль 2008 г.). То есть, наблюдается запаздывание загрязнения для Павлодарской области на один месяц.

Сравнение ежемесячных загрязнений в разные годы показывает их подобие. Наибольшее загрязнение для ВКО наблюдается в апреле – июне, абсолютный максимум уменьшается с 2006 по 2008 г., локальные максимумы 2006...2007 гг. меняются в разные месяцы, наименьшее загрязнение во все месяцы – в 2008 г.

Для Павлодарской области, как и для ВКО, наблюдается подобие в изменении ИЗВ по месяцам, но в феврале минимум наблюдается только в 2007 г., в апреле – мае максимум 2008 г. сдвинут относительно такового в

2006...2007 гг. Наибольшее загрязнение в феврале, но так же высокое – в апреле – мае.

Такая взаимосвязь между загрязнением в ВКО и Павлодарской областью объясняется самоочищением реки за время добегания, смещение максимума в зимние и весенние месяцы возможно, связано с некоторым замедлением скорости переноса загрязнений.

На рис. 2 представлено сравнение среднего за 2006...2008гг. ежемесячного загрязнения для ВКО и Павлодарской области. Как видно среднее значение ИЗВ для Павлодарской области с февраля по май запаздывает относительно такового для ВКО в январе – апреле.

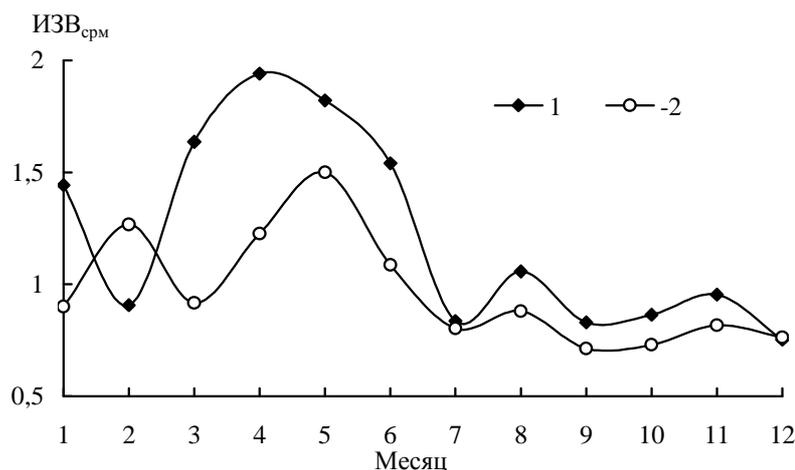


Рис. 2. Среднее за 2006...2008 гг. ежемесячное значение ИЗВ для ВКО (1) и Павлодарской области (2).

Значения  $ИЗВ_{срм}$  в зависимости от номера месяца  $t$  хорошо описывается следующими эмпирическими уравнениями:

ВКО, январь – июнь

$$ИЗВ_{срм} = 0,0408t^4 - 0,637t^3 + 3,374t^2 - 6,78t + 5,44.$$

ВКО, июль – декабрь

$$ИЗВ_{срм} = -0,0219t^4 + 0,836t^3 - 11,8t^2 + 73,12t - 166,94.$$

Павлодарская область, январь – июнь

$$ИЗВ_{срм} = -0,0422t^4 + 0,573t^3 - 2,653t^2 + 4,9t - 1,87.$$

Павлодарская область, июль – декабрь

$$ИЗВ_{срм} = -0,0133t^4 + 0,506t^3 - 7,133t^2 + 44,1t - 99,85.$$

Квадрат коэффициента корреляции ( $R^2$ ) находится в пределах  $0,93 \div 0,96$ .

Уравнение для ежемесячного значения  $ИЗВ_{мес}$  с учетом годовой зависимости  $ИЗВ_{год}$  по двум областям можно записать в виде:

$$ИЗВ_{мес} = \frac{ИЗВ_{срм} \cdot ИЗВ_{год}}{ИЗВ_{ср}}, \quad (3)$$

где  $ИЗВ_{ср}$  – среднее за трехлетний период значение ИЗВ, равное, согласно табл. 1, величине 1,21 для ВКО и 0,97 – для Павлодарской области. Сравнение результатов расчета по формуле (3) для января – мая 2009 г. (прогноз) с фактическими значениями ИЗВ по [1] приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение расчетных и фактических значений индекса загрязнения воды для периода с января по май 2009 г.

ИЗВ	Месяц				
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Восточно-Казахстанская область					
Расчетный	0,90	0,58	0,99	1,25	1,13
Фактический	1,00	1,25	0,75	1,24	1,70
Павлодарская область					
Расчетный	0,78	1,06	0,86	0,99	1,34
Фактический	0,65	0,72	0,90	0,72	2,58

Как видно, для ВКО расчет предсказал максимум в апреле – мае, что и произошло в действительности. В тоже время расчетные значения ИЗВ в мае несколько ниже фактических, в январе, марте, апреле – близки, в феврале расчет ниже факта.

Для Павлодарской области расчетный абсолютный максимум соответствовал маю, что и произошло, но фактическая величина максимума оказалась выше расчетной. С января по апрель расчетные значения ИЗВ близки к фактическим. Таким образом, прогнозные значения ИЗВ удовлетворительно согласуются с фактическими.

В изменении месячного значения ИЗВ прослеживается определенная периодичность. С целью определения статистических характеристик авторами был проведен спектральный и кросс-спектральный анализ по среднему за 2006...2008 гг. ежемесячному значению ИЗВ. Ввиду малого количества исходных точек (12 по числу месяцев), с учетом требований [3] в отношении минимальной длины анализируемого ряда, вычисления проводили для ряда, составленного путем восьмикратного повторения ис-

ходных ежемесячных значений ИЗВ. Периодограмма среднемесячного значения ИЗВ представлена на рис. 3.

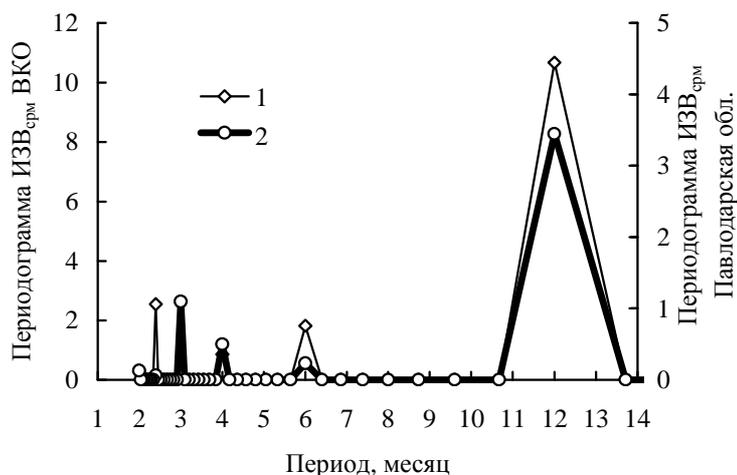


Рис. 3. Периодограмма среднемесячного значения ИЗВ р. Иртыш за 2006...2008 гг. для ВКО (1) и Павлодарской области (2).

Как видно на рис. 3, заметные значения периодограммы наблюдаются для периодов 12, 6 и 4 месяцев как для ВКО, так и Павлодарской области, период 3 месяца более заметен для Павлодарской области, период 2,4 месяца – для ВКО, малозаметен период 2 месяца. 12 месяцев соответствует годовой периодичности, полугодовой период визуально (рис. 2) может быть связан с ростом загрязнения в мае и ноябре. Максимумы четырехмесячного периода особенно заметны в апреле и августе, трехмесячного видны в феврале, мае, августе и ноябре. Период 2,4 месяца визуально не заметен, но отмечен методами спектрального анализа. Кросс-спектральный анализ показывает значимые значения общих периодов 12, 6 и 4 месяца.

Таким образом, изменение загрязнения реки Иртыш в Павлодарской области подобно таковому в ВКО, но в январе – мае среднее ежемесячное загрязнение в Павлодарской области отстает от такового в ВКО на месяц. Загрязнение реки в Павлодарской области меньше, что объясняется как меньшим количеством предприятий, так и самоочищающей способностью реки. Получены уравнения регрессии, позволяющие оценить среднегодовое и ежемесячное загрязнение. Методами спектрального анализа выявлена периодичность изменения ИЗВ. Общими являются годовая, полугодо-

вая и четырехмесячная периодичность, отдельно для ВКО заметен период 2,4 мес., для Павлодарской области – 3 месяца.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. Казгидромет. [http://www.eco.gov.kz/ekolog\\_arch.php](http://www.eco.gov.kz/ekolog_arch.php).
- 2 Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, В.Н. Виниченко, Е.М. Аверочкин. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 2000. [http://www.ecoline.ru/mc/refbooks/hydrochem/toc\\_full.html](http://www.ecoline.ru/mc/refbooks/hydrochem/toc_full.html).
- 3 Боровиков В. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», г. Алматы

#### **ШЫҒЫС-ҚАЗАҚСТАН ЖӘНЕ ПАВЛОДАР ОБЛЫСТАРЫНДАҒЫ ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ ЛАСТАНУ ӨЗГЕШЕЛІКТЕРІ**

Техн. ғылымд. докторы	А.С. Абрамов
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Н.Г. Бреусов
Хим. ғылымд. канд.	Н.Н. Рубанюк
	И.В. Шенбергер
Биол. ғылымд. канд.	Ш.Г. Курмангалиева

*Шығыс-қазақстан және Павлодар облыстарындағы 2006 дан 2008 – жылдар бойынша Ертіс өзені суларының ластану арасындағы байланыстары талданып, ластанудың мерзімділігі анықталды. Сулардың ластану көрсеткішінің өзгерулерін сипаттайтын теңдеулер алынды.*