

УДК 628.394(547.42+547.25)

**НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК УЛЬБА,  
ЧИЛИК И ТУРГЕНЬ**

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

*Рассмотрено изменение индекса загрязнения воды рек Ульба, Чилик и Тургенъ в 2006...2009 гг. Получены уравнения, описывающие изменение индекса загрязнения воды в зависимости от года и месяца.*

Определение математических закономерностей изменения загрязненности воды позволяет, в частности, использовать полученные данные для прогноза загрязнений [1, 2]. В данной работе на основе анализа и обработки данных [4] исследованы некоторые закономерности загрязнения рек Ульба, Чилик и Тургенъ в 2006...2009 гг.

Состояние речных вод оценивалось индексом загрязнения воды (ИЗВ) по гидрохимическим показателям, приведенным в [4] и рассчитанном с учетом как обязательных показателей [3], так и тех загрязняющих веществ, чья концентрация превышала ПДК для водоемов рыбохозяйственного пользования.

**Река Ульба** является одной из самых загрязненных рек РК. Она протекает по территории Восточно-Казахстанской области в районах добычи и переработки полиметаллических руд, правый приток р. Иртыш, образуется при слиянии рр. Громотуха и Тихая, берущих начало в Ивановском и Убинском хребтах (Рудный Алтай). В устье реки расположен г. Усть-Каменогорск с множеством промышленных предприятий.

Фактические и усредненные нами значения ИЗВ за период 2006...2009 гг. для р. Ульбы представлены в табл. 1.

Основными загрязняющими веществами р. Ульбы с концентрациями, превышающими ПДК, являются медь, цинк, кадмий, марганец, железо, азот нитритный, азот аммонийный.

**Река Чилик (Шелек)** – второй по величине приток р. Или, берущий начало на высоте 3300...3500 м в крупнейших ледниках Заилийского и Кюнгей Алатау: Жангырык, Богатырь, Корженевского. Длина реки 245 км, площадь бассейна 4980 км<sup>2</sup>. В горной части река принимает около 70 притоков, является типично горной рекой. При выходе на предгорную равнину, в пределах Илийской впадины делится на два рукава – Кур-Шелек и Улькен-Шелек, которые, разойдясь на 20 км, впадают в р. Или. После строительства Бартогайского водохранилища сток реки зарегулирован ниже плотины.

Таблица 1  
Значения ИЗВ для р. Ульбы в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Январь	9,22	7,02	6,06	2,71	6,25
Февраль	7,44	3,98	5,44	5,57	5,61
Март	5,77	5,07	6,24	1,97	4,76
Апрель	4,76	5,9	3,64	4,5	4,70
Май	2,08	2,38	2,88	3,11	2,61
Июнь	2,3	2,79	1,34	3,2	2,41
Июль	2,62	2,41	1,01	2,68	2,18
Август	2,04	5,8	2,18	2,59	3,15
Сентябрь	2,24	1,71	2,67	2,82	2,36
Октябрь	3,59	7,62	1,77	2,83	3,95
Ноябрь	3,27	6,13	1,93	5,09	4,11
Декабрь	4,47	7,1	1,93	7,19	5,17
Среднее	4,15	4,83	3,09	3,69	3,94

Основными загрязняющими веществами р. Чилик являются медь, хром, железо, реже наблюдаются превышения ПДК по кремнию, марганцу, фенолу. Значения ИЗВ за период 2006...2009 гг. для р. Чилик представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Значения ИЗВ для р. Чилик в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Февраль	2,94	2,39	0,85	1,92	2,03
Апрель	1,68	1,16	1,52	1,51	1,47
Май				1,66	
Июнь	1,62	3,34	1,37	0,75	1,77
Август	1,5	1,79	1,22	2,24	1,69
Октябрь	0,92	1,52	3,65	0,62	1,68
Декабрь	2,71	1,68	3,63	(2,67)	2,67
Среднее	1,895	1,98	2,04	1,62	1,88

Пустые клетки означают отсутствие информации, нет данных за январь, март, июль, сентябрь, ноябрь. Декабрьское значение за 2009 г. отсутствует, его величина (в скобках) принята нами как среднемесячное декабрьское значение за 2006...2008 гг. Среднегодовое значение определено как среднее за февраль, апрель, июнь, август, октябрь, декабрь, при этом учтено прогнозное значение за декабрь 2009 г.

**Река Турген** – одна из наиболее многоводных рек, берущих начало на северных склонах Заилийского Алатау. Образуется от слияния трех рек: Чин-Турген, Орта-Турген и Киши-Турген, каждая из которых в свою очередь слагается из ряда притоков. Ширина бассейна по линии главного водораздела достигает 32 км, являясь самой длинной из рек Заилийского Алатау. Длина реки от истока до выхода из гор около 45 км и от ущелья до впадения в Капчагайское водохранилище около 60 км. Водосборная площадь – 614 км<sup>2</sup>. Основная часть ее находится в горной местности. Наиболее часто встречающимися загрязняющими веществами р. Турген являются медь, хром, железо, азот нитритный, наблюдаются превышения ПДК по фенолу, фторидам, кремнию. Значения ИЗВ за период 2006-2009гг для реки Турген представлены в таблице 3. Пустые клетки означают отсутствие информации, как и по Чилику, нет данных за январь, июль, сентябрь, ноябрь.

Таблица 3  
Значения ИЗВ для р. Турген в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Февраль	3,6	1,09	(1,87)	0,92	1,87
Март			1,73		
Апрель	1,57	1,46	1,56	2,07	1,67
Май				1,43	
Июнь	1,4	2,19	1,7	0,75	1,51
Август	0,92	1,4	0,93	2,29	1,39
Октябрь	1,28	1,65	1,56	1,78	1,57
Декабрь	2,14	1,01	1,71	(1,62)	1,62
Среднее	1,82	1,47	1,56	1,57	1,60

Значения ИЗВ в скобках приняты вместо отсутствующих в данном месяце и годе как среднемесячные за те годы, где они присутствуют. Среднегодовое значение определено как среднее за февраль, апрель, июнь, август, октябрь, декабрь, при этом учтены принятые значения (за февраль 2008 г. и декабрь 2009 г.).

В удобной для анализа графической форме значения ИЗВ рассматриваемых рек представлены на рис. 1 (без принятых значений).

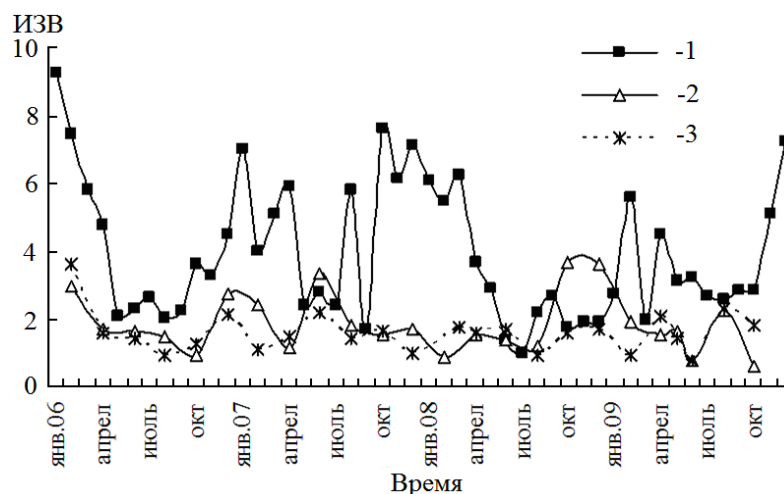


Рис. 1. Значение ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургенъ (3).

Для р. Ульбы хорошо заметен рост загрязнения в зимний период, с понижением весной – летом – осенью. Величина ИЗВ достигает больших значений, амплитуда колебаний высока.

Для р. Чилик максимум ИЗВ значительно ниже, меньше и размах колебаний. Уровень загрязнений также выше в зимние месяцы, за исключением зимы 2007...2008 гг.

Ход ИЗВ на р. Тургенъ в основном повторяет таковой для р. Чилик, уровень загрязнения немного ниже.

Физические причины изменения ИЗВ кроются как в сезонности стока (расхода) воды в реках, который заметно меньше в зимние месяцы, при этом с увеличением расхода воды происходит разбавление загрязнений, так и в неравномерности попадания загрязнений в воду.

Для получения аналитической формы зависимости ИЗВ от месяца и года был применен подход, описанный нами в [1, 2]. Определялись зависимости ИЗВ от месяца и года, затем полученные уравнения объединялись в одно. Усредненная по годам среднемесячная зависимость ИЗВ обобщалась в виде полиномов 4 степени в зависимости от номера месяца и представлена на рис. 2.

Как видно на рис. 2, для р. Ульбы хорошо заметна сезонная периодичность, менее ярко, но также заметно и для рек Чилик и Тургенъ.

Зависимость ИЗВ от номера года описывалась в экспоненциальной форме и представлена на рис. 3. Как видно на рис. 3, среднегодовые значения ИЗВ убывают со временем, наиболее заметно – для р. Ульбы, менее – для р. Чилик и р. Тургенъ.

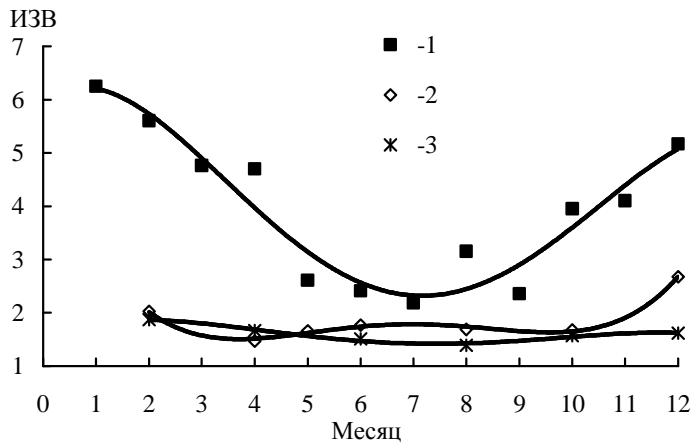


Рис. 2. Среднемесячное значение ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургень (3).

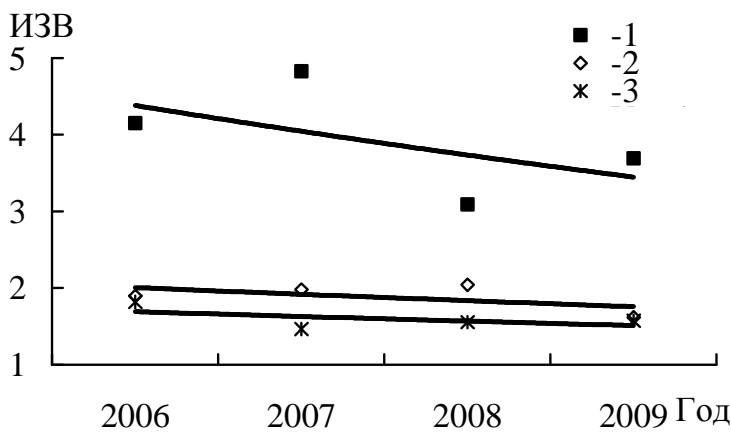


Рис. 3. Среднегодовые значения ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургень (3).

Обобщенные уравнения представим как произведения частных, деленное на общее среднее значение, представленное в табл. 1...3. Получим следующие уравнения:

Для р. Ульбы

$$ИЗВ = 1,21e^{-0,08(t-2005)}(-0,00244t^4 + 0,068t^3 - 0,527t^2 + 0,67t + 6). \quad (1)$$

Для р. Чилик

$$ИЗВ = 1,12e^{-0,0443(t-2005)}(0,0028t^4 - 0,0761t^3 + 0,722t^2 - 2,792t + 5,277). \quad (2)$$

Для р. Тургень

$$ИЗВ = 1,1e^{-0,038(t-2005)}(-0,000544t^4 + 0,0151t^3 - 0,132t^2 + 0,341t + 1,6), \quad (3)$$

где  $t$  – номер месяца (1÷12 для р. Ульбы и 2÷12 для рек Чилик и Тургень),  
 $T$  – номер года (2006...2009 гг.).

В предположении сохранения годовых и ежемесячных закономерностей в изменении ИЗВ рассчитаем ИЗВ для 2010 г. и сравним с фактическими значениями по [4]

Сравнение результатов расчета по (1-3) для января – июня 2010 г. (прогноз) с фактическими значениями ИЗВ приведено в табл. 4.

Таблица 4

Сравнение расчетных и фактических значений индекса загрязнения воды для января-июня 2010 г.

Значение	Месяц						Среднее
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	
	р. Ульба						
Расчетное	5,03	4,65	3,98	3,22	2,55	2,09	3,59
Фактическое	3,19	3,72	2,19	4,11	5,89	2,99	3,68
	р. Чилик						
Расчетное		1,81		1,36	1,45	1,55	1,54
Фактическое		1,41		2,52	2,36	2,39	2,17
	р. Тургень						
Расчетное		1,7		1,53	1,41	1,32	1,49
Фактическое		0,83		1,41	2,54	1,3	1,52

Как видно из данных табл. 4, для р. Ульбы предсказанные значения в январе – марте несколько выше фактических, в апреле – июне ниже, однако характер изменения во времени остается близок к фактическому. Для р. Чилик расчет выше факта в феврале, меньше факта – в апреле – июне. Для р. Тургень расчет довольно близок к факту.

Таким образом, прогнозные значения ИЗВ удовлетворительно согласуются с фактическими, о чем говорит близость средних значений рассчитанных и фактических величин ИЗВ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.С., Бреусов Н.Г., Рубанюк Н.Н., Шенбергер И.В., Курмангалиева Ш.Г. Статистические особенности загрязнения реки Урал тяжелыми металлами и другими вредными веществами. // Комплексное использование минерального сырья. – 2009. – №4. – С. 93-98.
2. Абрамов А.С., Бреусов Н.Г., Шенбергер И.В., Степаненко А.С., Рубанюк Н.Н., Курмангалиева Ш.Г. Особенности загрязнения реки Иртыш в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №2. – С. 162-168.
3. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин

Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 2000.

4. 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)

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

#### **ҮЛБІ, ШЕЛЕК ЖӘНЕ ТҮРГЕН ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЛАСТАНУЫНЫҢ КЕЙБІР ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

Техн. ғылымд. докторы	А.С. Абрамов
	А.С. Шамгунов
Биол. ғылымд. канд.	Ш.Г. Құрманғалиева
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Н.Г. Бреусов
	И.В. Шенбергер
Хим. ғылымд. канд.	Н.Н. Рубанюк
Физ.-мат. ғылымд. канд.	А.С. Степаненко

*Үлбі, Шелек, Түрген өзендерінің 2006...2009 жылдардағы ластану көрсеткішінің өзгерістері қаралған. Жыл және айға байланысты судың ластану көрсеткішінің өзгерісін суреттейтін теңдеулер алынды.*