

УДК 556.048+556.06

Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наукА.Г. Чигринец *
Л.Ю. Чигринец *
М.В. Долбешкин ***ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОСНОВНЫХ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ
ПРИТОКОВ ИРТЫША И ТЕНДЕНЦИЯ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ***ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ,
ПРОГНОЗНЫЕ МЕТОДЫ, ТРЕНДЫ, УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ,
ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ТЕНДЕНЦИЙ, ПРОГНОЗНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ*

Исследованы условия формирования и выполнены расчеты по определению местных водных ресурсов различной обеспеченности основных притоков р. Иртыш в пределах Республики Казахстан. Дан ориентировочный прогноз тенденций изменения водных ресурсов для трёх временных периодов: 2006...2035 гг., 2016...2045 гг. и 2036...2065 гг.

В бассейне трансграничной р. Иртыш в последние десятилетия по данным Иртышского бассейнового водохозяйственного управления, происходит постепенный рост водопотребления и сокращение водных ресурсов, обусловленные рядом факторов: устойчивым развитием всех отраслей сельскохозяйственного и промышленного производства, с одной стороны, и увеличением заборов воды на территории КНР по каналу Иртыш-Карамай, с другой. Также неблагоприятны и климатические тенденции. В связи с этим, вопрос уточнения формирующихся в бассейнах основных рек правобережья р. Иртыш местных водных ресурсов и тенденций их изменения на будущее весьма актуален.

В бассейне Иртыша сконцентрирована почти одна треть всех водных ресурсов речного стока Казахстана. С использованием водных ресурсов этого бассейна решаются проблемы водообеспечения Центрального Казахстана и столицы Астаны. Именно на водные ресурсы Иртышского бассейна возлагаются надежды в случае увеличения водозаборов по р. Или и создаются проекты переброски части его стока в оз. Балхаш.

С использованием новейшего кадастрового материала о стоке воды основных правобережных притоков р. Иртыш, полученного на сети

* КазГУ им. аль-Фараби, г. Алматы

наблюдений РГП «Казгидромет» по 2010 г. включительно [4, 5, 6, 9, 11, 12, 14], проведен анализ условий и факторов его формирования, оценка влияния на него хозяйственной деятельности. С учетом новых данных произведено уточнение основных гидрологических характеристик, приведенных в [13], определены объемы местных водных ресурсов.

Для вычисления водных ресурсов, формирующихся на территории Республики Казахстан, был учтен сток основных правобережных притоков Верхнего Иртыша. Это связано с тем, что наибольшей величиной местных ресурсов поверхностных вод Иртышского водохозяйственного бассейна характеризуется именно правобережье (Восточно-Казахстанская область). По данным [10], водные ресурсы Иртышского водохозяйственного бассейна составляют $33,7 \text{ км}^3$, из которых $26,4 \text{ км}^3$ формируется на территории Республики Казахстан. Таким образом, местные водные ресурсы основных рек правобережья Иртышского водохозяйственного бассейна (ВХБ), полученные по результатам данной работы, составляют 58,8 % от всех водных ресурсов данного бассейна и 75 % от водных ресурсов, формирующихся на территории Республики Казахстан в пределах Иртышского ВХБ.

Водные ресурсы основных рек правобережья вычислены для створов с максимальной водностью и по возможности с минимальным влиянием хозяйственной деятельности. Суммарные же водные ресурсы в годы различной водности (обеспеченные величины) получены по кривой обеспеченности суммарного стока рек правобережья исследуемого района. В табл. 1 приведены результаты расчетов водных ресурсов различной обеспеченности основных рек, а в табл. 2 – местные водные ресурсы, полученные по кривой обеспеченности суммарного стока рек исследуемого района.

Как уже отмечалось, в Казахстане проблема водных ресурсов стоит особо остро. Огромная территория нашей страны исключительно бедна водными ресурсами. Кроме того, около половины имеющегося речного стока поступает к нам из-за рубежа. Величина этого притока постоянно сокращается в связи с интенсивным использованием воды трансграничных рек соседними странами. Это относится и к Иртышу. Приток воды извне не только заметно уменьшился в сравнении с предыдущим периодом, но и неизбежно его дальнейшее сокращение. В связи с этим, прогноз именно речного стока исключительно актуален.

Однако, современный уровень развития мировой науки пока не представляет возможности достаточно надежного прогнозирования, особенно в региональном аспекте. Поэтому речь может идти лишь о возможных «сценариях», или «сценарном прогнозе» [1, 10].

Таблица 1
 Сток различной обеспеченности основных рек правобережной части Иртышского водохозяйственного бассейна за
 расчетные периоды 1933...2010 гг. и 1974...2010 гг., (млн. м³)

Река – пункт	Средний годовой сток		Сток за характерные годы (1933...2010 гг.)						Сток за характерные годы (1974...2010 гг.)					
	1933...2010 гг.	1974...2010 гг.	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %
	Калжыр – с. Черняевка	706	703	870	675	513	388	323	283	871	671	506	379	314
Куршим – с. Вознесенка	1895	1842	2254	1846	1490	1205	1055	960	2188	1792	1447	1173	1030	937
Женишке – с. Женишке	43,2	41,3	51,5	41,8	33,5	27,2	23,9	21,8	48,6	40,2	33,0	27,3	24,4	22,5
Нарым - с. Улькен Нарым	310	319	371	300	239	192	168	153	381	295	231	193	175	165
Бухтарма – с. Лес. Пристань	6875	6528	7879	6744	5747	4950	4517	4242	7433	6479	5578	4809	4374	4091
Лев. Березовка – с. Средигорн.	33,1	33,7	38,3	31,6	26,3	22,7	21,0	20,1	39,1	30,5	25,2	22,4	21,4	20,9
Тургысын – с. Кутиха	1441	1388	1660	1412	1193	1020	928	869	1559	1374	1203	1060	980	928
Ульба – с. Ульби	3050	2870	3565	2973	2458	2055	1842	1708	3269	2789	2393	2093	1940	1843
Перевалочная	5424	5172	6311	5294	4415	3721	3347	3113	5971	5084	4291	3646	3288	3065
Оба –г. Шемонаиха	16,1	15,5	21,4	13,3	7,98	5,003	3,81	3,32	20,7	13,0	7,78	4,68	3,46	2,83
Шульбинка – с. Н. Шульба	19793	18912	23021	19331	16123	13586	12229	11373	21780	18568	15715	13407	12150	11347
Суммы объемов стока														

Таблица 2
 Водные ресурсы, формирующиеся на территории Республики Казахстан, полученные по суммарному стоку основных
 правобережных притоков реки Иртыш, (млн. м³)

Средний годовой сток 1933...2010 гг.	Сток за характерные годы (1933...2010 гг.)					Сток за характерные годы (1974...2010 гг.)						
1974...2010 гг.	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %
Местные водные ресурсы	наблюдённого стока основных рек правобережья – по суммарной кривой обеспеченности											
19805	22696	19428	16557	14259	13012	12219	21338	18675	16230	14220	13076	12347

К основным прогнозным методам можно отнести следующие:

1) *Прогноз в вероятностной форме* (то есть без привязки к координате времени). Он основывается на концепции стационарности климата и процесса стока. То есть статистические показатели и закономерности гидрометеорологических процессов и сочетаний прогнозируются на будущее. В последнее время эта концепция и соответствующие методы гидрологических расчетов и прогнозов были единственными и общепризнанными. Но, происходящие в настоящее время направленные изменения климата исключают целесообразность применения этой концепции, как основы для оценки вероятного будущего уровня водных ресурсов территорий.

2) *На основе признания необратимыми произошедших изменений* и распространение сегодняшней ситуации, современного уровня гидрометеорологических характеристик (за последние 10-летия) на ближайшее время. Такая экстраполяция возможна лишь для относительно непродолжительного периода – на одно-полтора десятилетия.

3) *Экстраполяция выявленных тенденций многолетнего хода рассматриваемых характеристик*. Прежде всего, это делается на основе выявленного линейного тренда. При этом методе значения гидрологической характеристики связываются с координатой времени. Например:

$$Q_i = a + bt, \quad (1)$$

где Q_i – сток i -го в ряду года; t – номер года, отсчитываемый от первого в ряду.

Наиболее простой прием оценки существенности тренда – по значимости величины коэффициента линейной корреляции зависимости $Q = f(t)$. При этом нередко вместо исходного ряда стока используются осредненные величины, полученные, например, методом скользящего осреднения, что, естественно, повышает корреляцию.

4) *На основе прогноза метеорологических характеристик*. Этот прогноз обычно дается по известным моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Результаты прогнозов по ним изложены во многих работах, в частности в [2, 7, 8]. Возможен ряд вариантов использования метеорологического прогноза:

а) *Использование прогноза в гидрологических моделях, в частности, в известной модели ГГИ, в модели В.В. Голубцова* [3].

б) *На основе метода водного баланса*. По прогнозируемым метеорологическим факторам определяется величина испарения с территории

(Z), и с использованием прогнозного количества осадков (X) сток с бассейна (Y) рассчитывается по известной формуле

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{Z}. \quad (2)$$

Метод применим только для больших площадей и многолетнего периода. Результаты расчетов могут быть лишь приближенными.

в) На основе установленных за предыдущий период связей стока с метеорологическими характеристиками. По такой связи по метеорологическому прогнозу предвычисляется ожидаемое значение стока [10].

В данном исследовании для получения сценарного прогноза изменения объёма местных водных ресурсов был использован метод экстраполяции выявленных тенденций многолетнего хода характеристик стока. При оценке данным методом значений речного стока на ближайшее 10-летие использован тренд, полученный по ходу объёмов стока в течение последнего периода, отражающего сегодняшние реалии (1974...2010 гг.), а для его оценки на более длительную перспективу – исходя из многолетнего периода (1933...2010 гг.). Линии трендов годовых объёмов стока и уравнения регрессии получены с использованием метода скользящего осреднения.

Полученные тренды и уравнения регрессии, используемые для прогнозов местных водных ресурсов, представлены на рис. 1 и 2.

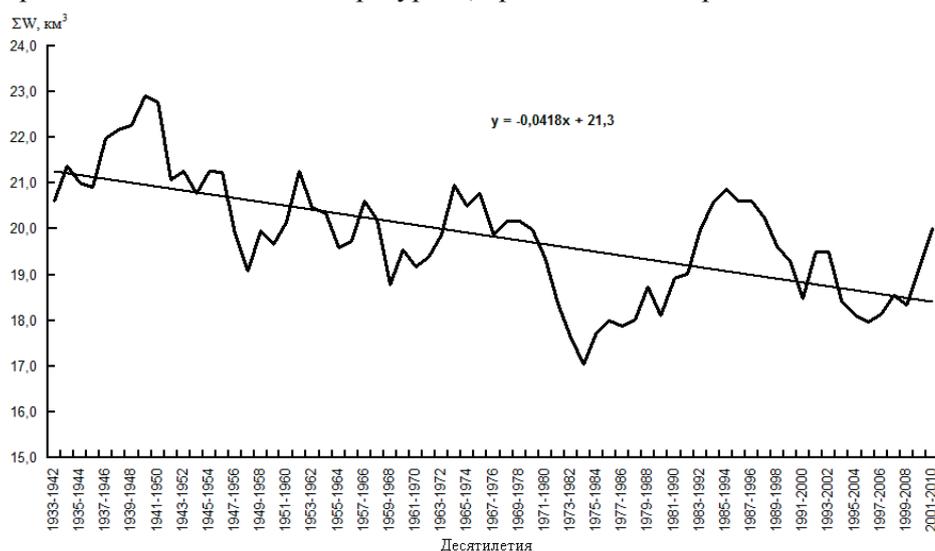


Рис. 1. График хода десятилетних скользящих объёмов стока рек, формирующегося в правобережной части бассейна р. Иртыша в пределах Республики Казахстан за период 1933...2010 гг.

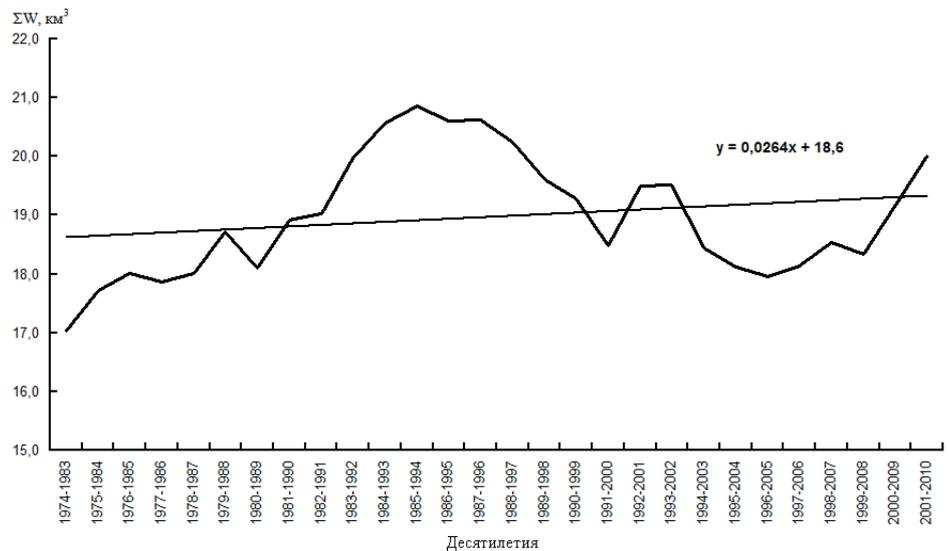


Рис. 2. График хода десятилетних скользящих средних объёмов стока рек, формирующегося в правобережной части бассейна р. Иртыш в пределах Республики Казахстан за период 1974...2010 гг.

Для всего расчетного периода 1933...2010 гг. уравнение регрессии имеет вид:

$$Q_i = -0,0418t + 21,3. \quad (3)$$

Для периода последних десятилетий (1974...2010 гг.) получено следующее уравнение регрессии:

$$Q_i = 0,0264t + 18,6. \quad (4)$$

С использованием приведенных выше уравнений регрессии, получены прогнозные изменения водных ресурсов основных рек бассейна р. Иртыш для трёх временных периодов: 2006...2035 гг., 2016...2045 гг. и 2036...2065 гг., (табл. 3).

Таблица 3

Прогнозные величины изменения водных ресурсов правобережных притоков р. Иртыш в пределах Иртышского водохозяйственного бассейна, рассчитанные по экстраполяции выявленных тенденций многолетнего хода речного стока

Норма, W ₀ , млн. м ³	Сценарные прогнозы					
	на 2020 г.		на 2030 г.		на 2050 г.	
	W, млн. м ³	изменение, %	W, млн. м ³	изменение, %	W, млн. м ³	изменение, %
<i>по тренду скользящих десятилетних объёмов стока за период 1974...2010 гг.</i>						
18890	19735	+4	19999	+6	20527	+9

Норма, W_0 , млн. м ³	Сценарные прогнозы					
	на 2020 г.		на 2030 г.		на 2050 г.	
	W , млн. м ³	изменение, %	W , млн. м ³	изменение, %	W , млн. м ³	изменение, %
<i>по тренду скользящих десятилетних объёмов стока за период 1933...2010 гг.</i>						
19805	17789	-10	17371	-12	16535	-17

В результате расчета значения водных ресурсов правобережных притоков р. Иртыш на период 2006...2035 гг. составили 19 735 млн. м³ (относительно нормы за расчетный период 1933...2010 гг. снижение составляет 0,4 %.), на период 2016...2045 гг. – 17 371 млн. м³ (снижение на 12 %), а на период 2036...2065 гг. – 16 535 млн. м³ (снижение на 17 %). По данным [10] прогнозные значения для всего Иртышского ВХБ для местных водных ресурсов соответственно по периодам составляют снижение на 7, 8 и 11 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы России и их использование. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
2. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В., Школьник И.М. Климат России в XXI веке. Часть 2. Оценка пригодных моделей ОЦАО СМIP3 для расчетов будущих изменений климата России // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 8. – С. 5-19.
3. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2010. – 232 с.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2001-2007 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн реки Иртыш – Алматы.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2008-2010 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн реки Ертис, – Астана.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), – Алматы, 2004. – 191 с.
7. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Говоркова В.А., Павлова Т.В. Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 6. – С. 5-19.

8. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А., Спорышев П.В., Школьник И.М., Шнееров Б.Е. Климат России в XXI веке. Часть 3. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 9. – С. 5-21.
9. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеоздат, 1965. – Т.15. – Вып. 1. – 224 с.
10. Оценить и дать прогноз возобновляемых водных ресурсов в речных системах Восточного, Центрального, Северного и Западного Казахстана с учетом влияния климатических и антропогенных факторов: Отчет о НИР / АО «ННТХ» ПАРАСАТ» ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ» МОН РК. – Алматы, 2011. – 279 с.
11. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 447 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. - Л.: Гидрометеоздат, 1969. – Т.15, вып. 1, ч. 1. – 318 с.
13. Чигринец А.Г., Долбешкин М.В. Оценка нормы годового стока рек правобережья бассейна р. Ертис // Вопросы географии и геоэкологии, Алматы, 2012. – №2. – С. 62-67.
14. Чигринец Л.Ю. Определение расчетных гидрологических характеристик с применением персонального компьютера. – Алматы: «Қазақ университеті», 2009. – 215 с.

Поступила 27.05.2013

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Чигринец
 Геогр. ғылымд. канд. Л.Ю. Чигринец
 М.В. Долбешкин

ЕРТІСТІҢ НЕГІЗГІ ОҢТҮСТІК САЛАЛАРЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРУ ТЕНДЕНЦИЯСЫ

Қазақстан аумағындағы Ертіс өзенінің негізгі салаларының әртүрлі қамтамасыздықтардағы жергілікті су ресурстарын анықтау бойынша есептеулер жүргізілді және қалыптасу жағдайлары зерттелді. Үш уақыт кезеңі үшін: 2006...2035 жж., 2016...2045 жж. және 2036...2065 жж., су ресурстарының өзгеру тенденциясына болжам жасалды.