

УДК 556.048

PhD К.Т. Нарбаева¹**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ ИЛЕ**

Ключевые слова: годовой сток, метод момента, метод наибольшего правдоподобия, графоаналитический метод

Эффективное использование Капшагайского водохранилища требует осуществления водохозяйственных мероприятий в широких масштабах. Одним из основных водохозяйственных мероприятий, является расчет и определение статистических параметров стока рек, который поступает в водохранилище. В данной статье предлагается оптимальный метод для определения гидрологических характеристик стока р. Иле.

Озера Балкаш (Балхаш), один из крупных внутриматериковых водоемов мира, обязано своим существованием рекам, стекающим со склонов Илийского (Заилийского) и Жонгарского (Джунгарского) Алатау. Самой крупной является р. Иле (Или), на долю которой приходится почти 80 % притока в Балкаш, в том числе некоторое количество в Капшагайское водохранилище [3].

Сейчас происходит деградация дельты р. Иле. Площадь дельты сократилась более чем в три раза. Из 16 дельтовых озер остались только 5. Значительно сократились площади сенокосных угодий, тугайных лесов и как следствие сократилось биологическое разнообразие. Более чем в три раза сократилось поголовье овец и коз, а потребление мяса на душу населения упало с 77 до 45 кг/год [1]. Животноводство превращается в убыточную отрасль.

Большой ущерб нанесен рыбному хозяйству. Снизились плодородие пойменных почв и урожайность сельскохозяйственных культур, сокращено производство овощей и фруктов, гибнут тугайные леса. Из-за вырубки лесов и пожаров горные участки сильно оголены, что приводит к снижению и перераспределению поверхностного стока. Сокращение стока может произойти в результате стаивания ледников, вызванного их загрязнением и потеплением климата, что также будет способствовать усилению засушливости и даль-

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

нейшему опустыниванию территорий. По экспертным оценкам процессы опустынивания уже охватили около 1/3 площади бассейна.

Поэтому для эффективного использования Капшагайского водохранилища требуется осуществление в широких масштабах водохозяйственных мероприятий. Одним из основных водохозяйственных мероприятий является расчет и определение статистических параметров стока рек, которые поступают в водохранилище.

Для определения статистических характеристик годового стока используются такие методы, как метод моментов, графоаналитический метод, метод наибольшего правдоподобия. Для полного анализа и возможности дать точное определение необходимо выполнить расчет внутригодового распределения методом компоновки.

Исследуемой рекой является Иле. Для более точного определения взят пост, который имеет наиболее длительный период наблюдения (около 100 лет) – р. Иле – 164 км выше Капчагайской ГЭС, площадь водосбора 111000 км². Все расчеты были выполнены в соответствии с методическим пособием [2].

Метод момента. Определяется среднегодовая величина стока реки:

$$Q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Q_i}{n},$$

где Q_i – среднегодовой расход реки за i -ый год, n – общее число лет наблюдения.

Средняя квадратическая ошибка нормы годового стока вычислялась согласно рекомендациям СНиП 2.01.14-83 [4]:

$$\varepsilon_{Q_0} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \cdot 100\%,$$

где ε_{Q_0} – относительная средняя квадратическая ошибка средней многолетней величины ряда;

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{1}{n+4C_v^2} \cdot \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \cdot \left(1 + \frac{3C_v \cdot r^2}{1+r}\right) \cdot 100\%.$$

Если $\varepsilon_{C_v} \leq 10...15\%$, то считается, что ряд достаточный для подсчета C_v .

Если $\varepsilon_{C_v} \geq 10...15\%$, то считается ряд недостаточным для вычисления C_v . В данном случае ε_{C_v} квадратическая ошибка не превышает 10%, в этом случае ряд наблюдений достаточен для вычисления C_v .

Коэффициент вариации годовых расходов может быть установлен:

$$C_v = \left(a_1 + \frac{1}{a_2 n} \right) + \left(a_3 + \frac{1}{a_4 n} \right) \cdot \bar{C}_v + \left(a_5 + \frac{1}{a_6 n} \right) \cdot \bar{C}_v^2,$$

где $a_1, a_2, a_3 \dots a_6$ – эмпирические параметры, устанавливаемые из СНиП 2.01.14.83, \bar{C}_v – смещенный коэффициент изменчивости годового стока, определяемый:

$$\bar{C}_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}, \text{ где } k_i = \frac{Q_i}{Q_0} \text{ – модульный коэффициент.}$$

Средняя квадратическая ошибка изменчивости годового стока устанавливается по формуле, полученной из расчетов, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика годового стока и расчет статистических параметров р. Иле – 164 км выше Капчагайской ГЭС методом момента

Период наблюдения	n	F , км ²	Q_0 , м ³ /с	M_0 , дм ³ (с·км ²)	r	C_v	ε_{Q_0} , %	ε_{C_v} , %
1910...2006	96	111000	448,145	4,0	0,3	0,24	2,7	7,4

Для сопоставления данных расчета методом момента необходимо, выполнить другой расчет методом наибольшего правдоподобия, и графоаналитическим методом.

Метод наибольшего правдоподобия.

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg k_i}{n-1} = \frac{-0,643}{95} = -0,006.$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot \lg k_i}{n-1} = \frac{0,847}{95} = 0,008.$$

Графоаналитический расчет. С кривой обеспеченности годовых величин стока р. Иле снимаем значения расходов воды различных обеспеченностей: Q_5, Q_{50}, Q_{95} , соответствующих $P = 5\%, P = 50\%, P = 95\%$.

$$S = \frac{Q_5 + Q_{95} - 2Q_{50}}{Q_5 - Q_{95}},$$

где S – коэффициент скошенности.

$$\sigma_Q = \frac{Q_5 - Q_{95}}{\Phi_5 - \Phi_{95}}, \text{ где } \sigma_Q - \text{ошибка нормы стока.}$$

$$Q_0 = Q_{5\%} - \Phi_{50\%} \sigma_Q,$$

где число Фостера (Φ) при $P = 50\%$ определяется с помощью таблицы заимствованной из [3]

$$C_v = \frac{\sigma_Q}{Q_0}.$$

Таблица 2

Статистические параметры, полученные графоаналитическим методом

Период наблюдений	$Q_0, \text{ м}^3/\text{с}$	C_v	C_s	S	$\sigma_Q, \text{ м}^3/\text{с}$
1910...2006	448,145	0,13	1,0	0,29	93,75

Выводы:

1. Рассчитаны статистические характеристики годового стока р. Иле – 164 км выше Капчагайской ГЭС, тремя методами: момента, наибольшего правдоподобия и графоаналитическим.
2. Автор предлагает рассчитывать годовой стока р. Иле по методу момента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Достай Ж.Д. Управление гидроэкосистемой бассейна озера Балхаш. – Алматы: 2009. – 236 с.
2. Зәуірбек Ә.К., Нарбаев Т.И., Калыбекова Е.М. Методическое пособие по определению расчетных гидрологических характеристик – Алматы: КазНА, 2010. – 121 с.
3. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. А.Б. Самаковой. – Алматы: Каганат, 2003. – 584 с.
4. СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик – М.: Стройздат, 1985. – 36 с.

Поступила 3.04.2017

PhD докторы К.Т. Нарбаева

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ІЛЕ ӨЗЕНІ БАССЕЙІНІНІҢ ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНЫҢ АНЫҚТАУ ӘДІСІ

Түйін сөздер: жылдық ағын, сәттердің әдісі, ең ықтималдығы әдісі, графикалық-аналитикалық әдіс

Сондықтан, Капчагай су қоймасын тиімді пайдалану үшін, су шаруашылық шараларды пайдалануды талап етеді. Осы

шаралардың бірі, су қоймасына әкеп құятын өзен ағындысының гидрологиялық сипаттамаларын дұрыс анықтау болып табылады. Мақалада, Іле өзенінің гидрологиялық сипаттамаларын анықтаудың тиімді әдісі ұсынылады.

Narbayeva K.T.

METHOD OF DEFINITION THE RIVER FLOW IN THE ILE RIVER BASIN OF KAZAKHSTAN

Keywords: annual flow, moment method, method of the greatest credibility, graphic-analytical method

Therefore, the efficient use of Kapshagai reservoir requires the implementation of large scale water management activities. One of the main water management activities, which inflow to reservoir is the calculation and determination of statistical parameters of runoff. In this paper we propose the optimal method to determine the hydrological characteristics of a river's flow silt.