

Г. А. ШЮНБАЕВА

(Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан)

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА $K$ В УСЛОВИЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

**Аннотация.** Для определения коэффициента  $K$ , основанный на гидрометеорологических факторах низовья реки Сырдарья, проведена статистическая обработка фактических материалов по метеостанции и гидропостам Кызылорда, и Казалинск. В результате удалось построить довольно четкие зависимости  $K = f(\alpha)$  для неустойчивого зимнего режима,  $\beta = f(T)$  для всего ледоставного периода (до начала весеннего подъема).

Установлено, что при построении зависимости  $K = f(T)$  усредняются условия ледообразования, вследствие чего данный метод может быть рекомендован только для участка реки Сырдарьи выше Кызылординского гидроузла с более разнообразными для всех лет условиями ледообразования.

Таким образом, методика определения коэффициента  $K$  при изменяющейся шероховатости льда без учета изменения толщины льда и высоты стояния уровня может применяться при подсчете зимних расходов, когда температурный режим окружающей среды в зимний период изменчив и, где последние два фактора существенного влияния на значение  $K$  не влияют.

**Ключевые слова:** гидропост, температура, коэффициент  $K$ , график зависимости, шероховатость, лед, ледоставный период.

**Тірек сөздер:** су бекеті, температура,  $K$  коэффициенті, байланыс графикі, кедір-бұдырлық, мұз, мұз ұстасу кезеңі.

**Keywords:** hydrological post, temperature, coefficient  $K$ , chart of dependence, roughness, ice, freezing-up period.

Для проверки достоверности того или иного метода и выводов, полученных при изучении зимнего режима реки проведена статистическая обработка фактических материалов по метеостанции и гидропостам Кызылорда, Казалинск.

Был построен график изменения коэффициента  $K$  от сумм положительных и отрицательных температур для р. Сырдарья у г. Казалинск и результаты его представлены на рисунке 1.

Наблюдается три градации изменения  $K$  при переходе от положительных температур к отрицательным. При сумме положительных и отрицательных температур от плюс 36 до 12° С коэффициент  $K$  устойчивый и не опускается ниже 0,9. От плюс 12 до минус 12° С наблюдается переход коэффициента  $K$  от 0,9 до 0,6. При сумме положительных и отрицательных температур ниже минус 12° С значение коэффициента  $K$  опять становится устойчивым около 0,55.

Далее для этого участка реки с незначительной шероховатостью нижней поверхности льда сделана оценка влияния повышенной шероховатости начального ледоставного периода на

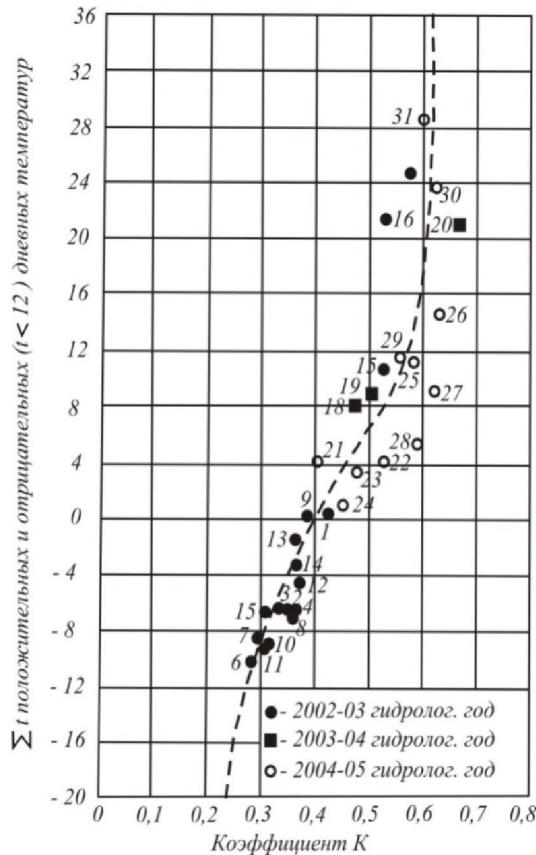


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента  $K$  от сумм положительных и отрицательных температур для р. Сырдарьи у г. Казалинск (температуры взяты начиная от первого дня ледостава)

изменение коэффициента  $K$ , чтобы в последующем как-то усреднить это влияние для удобства в практическом применении [1].

В результате удалось построить довольно четкие зависимости

$$K = f(\alpha) \quad (1)$$

для неустойчивого зимнего режима, представленные на рисунке 2, куда входят как точки расходов начальных ледоставных периодов, так и расходы. Измеренные в периоды нарушенного зимнего режима (зимних паводков с подвижкой льда, при изменении гидравлических условий потока выше расположеными плотинами и т. п.).

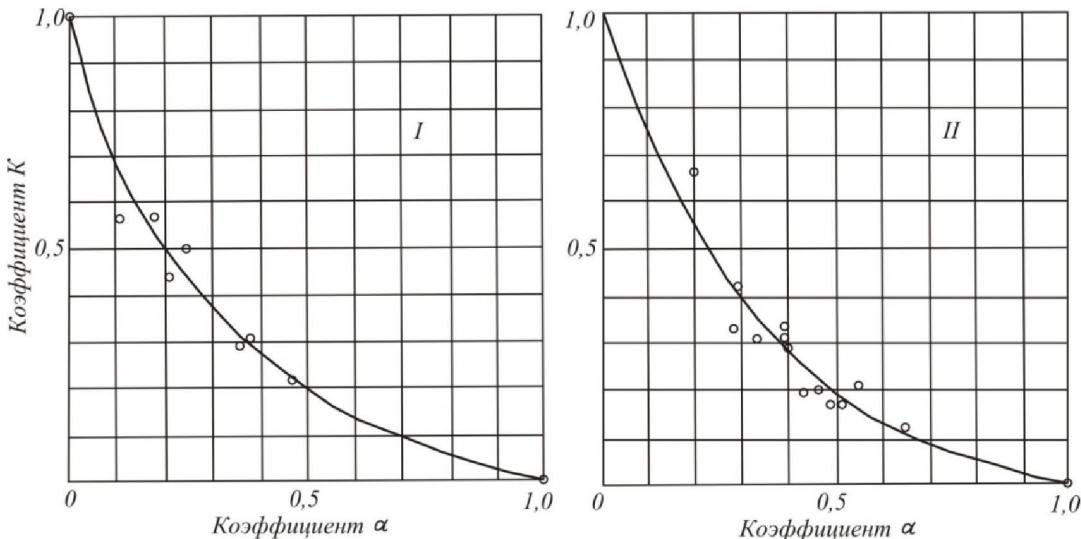


Рисунок 2 – Зависимости  $K=f(\alpha)$  для неустойчивого зимнего режима:  
I – р. Сырдарья у г. Кзылорды; II – р. Сырдарья у Казалинска

Очень удобная для практического применения зависимость (1) получена для декабря месяца для створов Кзылорда и Казалинск. Однако, такое частное решение вопроса не имеет строгого обоснования и, кроме того, неприменимо для рек с значительно изменяющейся шероховатостью льда в начальный ледоставный период. Поэтому для таких случаев рекомендуется следующий метод, основанный на дифференцированном учете влияния на коэффициент  $K$  с одной стороны толщины льда у высоты горизонта и с другой стороны – изменения шероховатости нижней поверхности льда [2]. Для всех измеренных расходов начального ледоставного периода по соответствующим им значениям коэффициента и по зависимости (1), построенной для вполне установленвшегося зимнего периода, определяются величины коэффициента  $K$ . Значения коэффициента  $a$  при этом рекомендуется определять на основании «фиктивных» толщин льда, полученных по связи с отрицательными суммами температур воздуха.

Полученные таким образом фиктивные значения  $K$  (обозначим их через  $K_a$ ) соответствуют тем величинам переходного коэффициента, которые имели бы место при нормальной (не повышенной) шероховатости льда в начальный ледоставный период, исходя только из учета толщины льда и высоты стояния уровня. Из сопоставления наблюденных величин  $K$  с соответствующими им фиктивными значениями  $K_a$  можно вывести заключение о степени влияния повышенной шероховатости льда на величину переходного коэффициента [3]. Для учета этого влияния в количественном отношении вводим коэффициент

$$\beta = \frac{K_{\text{набл}}}{K_a}, \quad (2)$$

который и показывает, насколько уменьшается величина  $K$  за счет повышенной шероховатости нижней поверхности льда.

Если принять, что степень шероховатости льда для какой-нибудь даты начального ледоставного периода в основном обуславливается (для определенного створа) соответствующим количеством дней от начала ледостава, то можно построить зависимость

$$\beta = f(T), \quad (3)$$

где  $T$  – количество дней от начала ледостава.

Такие зависимости построены для р. Сырдарьи у Казалинска и у Кызылорды (рисунки 3 и 4). Среднее отклонение точек от кривой составило по г. Кызылорда 8.67% и по Казалинску – 5.17%, а среднеквадратичное, соответственно, 11.9 и 7.47%.

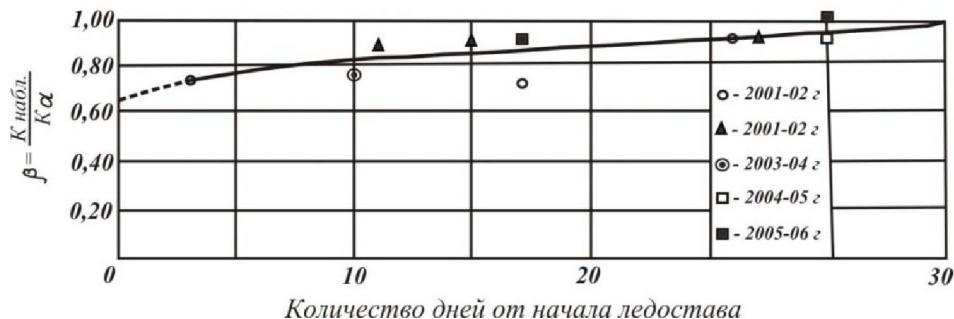


Рисунок 3 – График распределения коэффициента по формуле (2) от начала ледостава для р. Сырдарьи у Казалинска

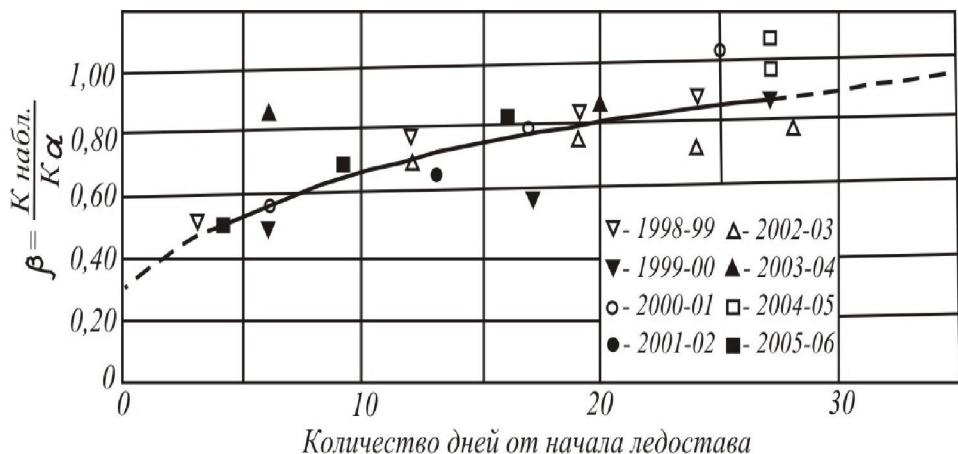


Рисунок 4 – График распределения коэффициента по формуле (2) от начала ледостава для р. Сырдарьи у Кызылорды

Схема подсчета стока по зависимости (3) следующая: для нескольких характерных дат начального ледоставного периода обычным путем подсчитываются значения  $\alpha$  и по зависимости (1), построенной для вполне установленвшегося зимнего режима, определяются соответствующие величины фиктивных переходных коэффициентов  $K_\alpha$ . С другой стороны, для каждой выбранной даты подсчитывается число дней от начала ледостава и по зависимости (3) определяется коэффициент  $\beta$ . Тогда действительное значение  $K$  определяется, как  $K_{\text{набл}} = \beta \cdot K_\alpha$  [4].

Для рек (створов) с однообразными из года в год условиями ледообразования данный метод приближается к универсальному, так как учитывает три основных фактора, влияющих на коэффициент  $K$ : степень шероховатости нижней поверхности льда, толщину льда и высоту стояния уровня.

Для рек с сильно меняющимися из года в год условиями ледообразования из-за частого перехода температуры через «0» градусов по Цельсий применение настоящего метода может быть рекомендовано с учетом этих факторов [5]. На исследуемой зоне такое условие часто наступает на участке реки выше Кызылординского гидроузла. В этом случае рекомендуется определять или принимать коэффициент  $K$  по следующей методике.

Определение коэффициента  $K$  при изменяющейся шероховатости льда без учета изменения толщины льда и высоты стояния уровня может применяться при подсчете зимних расходов, когда температурный режим окружающей среды в зимний период изменчив и, где последние два фактора существенного влияния на режим  $K$  не оказывают.

В этом случае оказывается возможным ограничиться построением для всего ледоставного периода (до начала весеннего подъема) непосредственно зависимости

$$K = f(T), \quad (4)$$

где  $T$ , как и в предыдущем случае, обозначает количество дней от начала ледостава до рассматриваемой даты.

Такая зависимость построена для р. Сырдарьи у Кызылорды и дала сравнительно небольшой разброс точек (рисунок 5). При построении зависимости (4) использованы зимние расходы реки, измеренные в 2001–2005 гг. как непосредственно в створе Кызылорда, так и по другому близко расположенному створу – Керкельмес (21 км выше Кызылординского гидроузла).

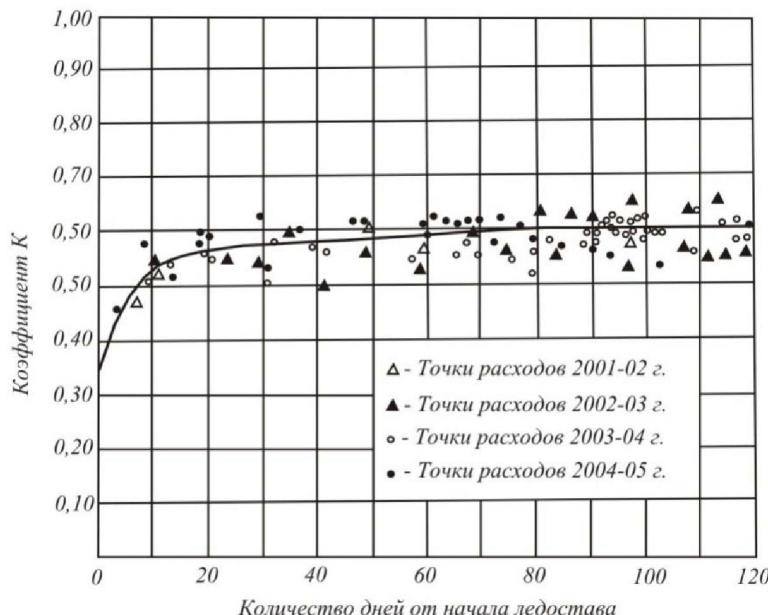


Рисунок 5 – График распределения коэффициента  $K$  от начала ледостава для р. Сырдарьи у Кызылорды и Керкельмес

Статистическая обработка измерений показала следующее: среднее отклонение точек от кри-вой составило 4,29%, а среднеквадратическое – 5,35%.

Рассмотрение графика показывает, что для р. Сырдарьи у Кызылорды после 2–2<sup>1/2</sup> месяцев от начала ледостава практически может быть принято постоянное значение  $K$ .

Как и в предыдущем случае, при построении зависимости (4) также осредняются условия ледо-образования, вследствие чего данный метод может быть рекомендован только для участка реки Сырдарьи выше Кызылординского гидроузла с более разнообразными для всех лет условиями ледообразования.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Флерова Р.А. Основные методы подсчета зимнего стока рек // ГГИ. Исследования рек СССР. – 1935. – Вып. VII.
- 2 Чеботарев Н.П. Сток и гидрологические расчеты. – Гидрометеоиздат, 1939.
- 3 Эрвольдер В. О зимнем переходном коэффициенте // Метеорология и гидрология. 1937. – №1.
- 4 Федоров Ф. Учет стока рек при ледоставе // Гидротехническое строительство. – 1933. – №7.
- 5 Карнович В.Н., Новоженин В.Д., Смирнов Е.А. Особенности работы каналов в зимних условиях. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 80 с.

## REFERENCES

- 1 Flerova R.A. Basic methods of count of winter flow of the rivers. GGI. Researches of the rivers the USSR, vyp. VII, 1935. (in Russ.).
- 2 Chebotarev N.P. Flow and hydrological calculations, Gidrometeoizdat, 1939. (in Russ.).
- 3 Jervol'der B. About a winter transitional coefficient. Meteorology and hydrology, №1, 1937. (in Russ.).
- 4 Fjodorov F. Account of flow of the rivers at a freezing-up. Hydrotechnical building, №7, 1933. (in Russ.).
- 5 Karnovich V.N., Novozhenin E, Smirnov E.A. Features of work of canal in winter conditions. M: Energoatomizdat, 1986. 80 p. (in Russ.).

**Резюме**

Г. А. Шонбаева

(Коркыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан)

**СЫРДАРИЯ ӨЗЕНИ ЖАҒДАЙЫНДА К КОЭФФИЦИЕНТІН  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ**

Сырдария өзенінің тәмсенді ағысының гидрометеорологиялық факторларына негізделген  $K$  коэффициентін анықтау үшін Қызылорда және Қазалы су бекеттерінің метеостанцияларының нақты материалдарының статикалық өндөріл жасалды. Нәтижесінде тұрақсыз қыс мезгілі үшін  $K=f(\alpha)$  байланысын, барлық мұз басу кезеңіне  $\beta=f(T)$  байланысын тұрғызды.

Анықталғандай,  $K=f(T)$  байланысын тұрғызған кезде мұздың пайда болу жағдайы орташаланады, себебі бұл әдіс барлық жылдардағы мұз пайда болуының әртүрлі жағдайына, яғни Қызылорда су торабынан жоғары орналасқан Сырдария өзенінің участекелеріне ұсынылады.

Сонымен  $K$  коэффициентін анықтау әдісі мұздың кедір-бұдырылышының өзгеруі кезінде мұз қалыңдығының өзгеруі ескерілмей және деңгейдің биіктігі қыскы су шығындарын есептегендеге, қыскы кезеңде қоршаған ортаның температуралық режимі өзгермелі болғанда қолданылады, мұнда соңғы екі фактордың  $K$  мәніне аса маңызды әсер етпейді.

**Тірек сөздер:** су бекеті, температура,  $K$  коэффициенті, байланыс графигі, кедір-бұдырылыш, мұз, мұз ұстасу кезеңі.

**Summary**

G. A. Shonbaeva

(The Korkyt Ata Kyzylorda state university, Kyzylorda, Kazakhstan)

**HYDROMETEOROLOGICAL METHOD OF DEFINITION OF THE  $K$  COEFFICIENT  
IN THE CONDITIONS OF THE SYRDARYA RIVER**

For determination of coefficient  $K$ , based on the hydrometeorological factors of lower reaches of the river Syrdarya, statistical treatment of actual materials on a weather-station and hydrological post of Kyzylorda, and Kazalinsk is conducted.

As a result it was succeeded to build clear enough dependences of  $K = f(\alpha)$  for the unsteady winter mode,  $\beta = f(T)$  for all freezing-up period (to beginning of the spring getting up).

It is set that the terms of we get the mean value of formation of ice at the construction of dependence of  $K = f(T)$ , because of what this method can be recommended only for the area of the river of Syr-darya higher than the Кызылординского hydrological post with more various for all years terms of formation of ice.

Thus, methodology of determination of coefficient  $K$  at the changing roughness of ice case-insensitive change of thickness of ice and height of standing of level can be used at the count of winter charges, when the temperature condition of environment in a winter period is changeable and, where the last two factors of substantial influence on a value  $K$  does not influence.

**Keywords:** hydrological post, temperature, coefficient  $K$ , chart of dependence, roughness, ice, freezing-up period.

Поступила 05.06.2014г.