

УДК 627.81

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СЛОЖЕНИЯ КРИВЫХ  
ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ МНОГОЛЕТНЕЙ  
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЕМКОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩА**

К.Т. Нарбаева

*Предложены аналитический и графоаналитический приемы определения многолетней составляющей полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования.*

Применение обобщенных приемов на основе теории вероятностей в водохозяйственных расчетах в СССР начато с появлением в 1930 году первого способа расчета многолетнего регулирования стока С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля. В дальнейшем этой теме посвящено большое число исследований. Широкое распространение получил второй метод тех же авторов [1], основанный на принципе сложения кривых обеспеченности. Развитие этого метода изложено в работе [2], суть которого заключается в следующем.

Расчеты можно ввести без вычисления и построения кривой обеспеченности за два года, при этом верхняя ордината сомнительного интервала определяется по следующей разности:

$$K_{2\alpha} = Y_2 - Y_0,$$

где  $K_{2\alpha}$  – приведенная ордината верхней границы сомнительного интервала;  $Y_2$  – ордината верхней границы сомнительного интервала  $Y_2 = 2\alpha$ ;  $Y_0$  – средняя линия параболической трапеции  $abcd$  определяется по формуле Симпсона

$$Y_0 = 1/6 [\alpha + 4y + (\alpha - \beta)].$$

$Y$  – условная средняя линия, соответствующая

$$Y = f(P_{cp}).$$

$$P_{cp} = \frac{P_\alpha + P_{\alpha-\beta}}{2},$$

где  $P_\alpha, P_{\alpha-\beta}$  – обеспеченности, соответствующие ординатам  $\alpha$  и  $\alpha - \beta$ .

Для определения значения обеспеченности  $P_{\alpha-\beta}$  требуется найти приведенную ординату, соответствующую нижней границе сомнительного интервала по формуле:

$$K_{2\alpha-\beta} = Y_2 - \beta - Y_0 = K_{2\alpha} - \beta$$

По найденному  $K_{2\alpha-\beta}$  из основной кривой обеспеченности устанавливается значение  $P_{\alpha-\beta}$ .

Вероятность  $S_2$ , дающая перебой совместно с предшествующим годом, вычисляется  $S_2 = (1 - P_{\alpha-\beta}) \cdot N_2$ .

Вероятности сомнительных лет для последующего анализа подсчитывают:

$$N_3 = (P_{2\alpha-\beta} - P_{2\alpha}) N_2.$$

Из этих лет, согласно выше рассмотренному, перебои дадут годы  $S_3$ , а сомнительные годы будут  $N_4$ . Таким же образом находятся  $S_4$ ,  $N_5$ ,  $S_5$ ,  $N_6$  и т.д.

Основываясь на изложенном, можно перейти к более общим формулам расчета рассортировки условно перебойных  $n$ -летий к однолетию (к исходной кривой обеспеченности):

$$K_{n\alpha} = Y_n - Y_0(n-1). \quad (1)$$

Откуда ордината верхней сомнительного интервала кривой обеспеченности  $n$ -летий устанавливается:

$$Y_n = n \cdot \alpha, \quad (2)$$

где  $n$  – число сочетаний кривых обеспеченностей условно перебойных лет с абсолютной кривой обеспеченности стока.

Средняя линия параболической трапеции, заключенная между верхней и нижней границей сомнительного интервала кривой обеспеченности  $(n-1)$ -летия, подсчитывается по формуле:

$$Y_0(n-1) = \frac{1}{6} \{ (n-1)\alpha + 4V(n-1) + [(n-1)\alpha - \beta] \}. \quad (3)$$

Отсюда условная средняя ордината

$$Y(n-1) = f(P_{cp}) = \frac{P_{(n-1)\alpha} + P_{(n-1)\alpha-\beta}}{2}$$

$$Y(n-1) = \frac{\{(n-1)\alpha + [(n-1)\alpha - \beta]\}}{2} \quad \text{при } n \geq 3. \quad (4)$$

Когда  $(n-1)\alpha - \beta \leq 0$  и в случае  $(n-1)\alpha - \beta \leq Y_0(n-1) + K_p$ , то значение  $(n-1)\alpha - \beta$  заменяется  $Y_0(n-1) + K_p$  при  $n \geq 3$  и  $K_p$  при  $n = 2$ ,  $K_p$  – модульный коэффициент при  $P = 99\%$ . По вычисленному  $K_{n\alpha}$  из кривой обеспеченности однолетия снимается значение обеспеченности  $P_{n\alpha}$ .

Нахождения значения  $P_{n\alpha-\beta}$  необходимо получить нижнюю приведенную ординату по разности:

$$K_{2\alpha-\beta} = Y_{n-\beta} - Y_0(n-1) = K_{n\alpha} - \beta. \quad (5)$$

По  $K_{n\alpha} - \beta$  из первоначальной кривой обеспеченности определяется  $P_{n\alpha} - \beta$ .

Далее вероятности перебойных лет находятся:

$$S_n = (1 - P_{n\alpha-\beta})N_n. \quad (6)$$

Вероятности сомнительных лет вычисляются:

$$N_{n+1} = (P_{n\alpha-\beta} - P_{n\alpha})N_n. \quad (7)$$

Таким образом, все годы  $N_n$  сортируются до конца на перебойные и бесперебойные. Полная вероятность  $S$  наступления перебойных лет составляет как сумма:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n = \sum_{i=1}^{i=n} S_n. \quad (8)$$

Обеспеченность гарантированной отдачи  $P\%$  по числу бесперебойных лет:

$$P = (1 - S) \cdot 100\%. \quad (9)$$

Далее изложенный аналитический метод расчета многолетней составляющей полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования стока можно иллюстрировать в графоаналитических приемах. Для этого за начало счета принята норма годового стока, а в качестве переменного аргумента принимается параметр  $\Phi$ :

$$\Phi = \frac{\alpha + \beta - 1}{C_v}, \quad (10)$$

где  $\Phi$  – приведенная отдача с учетом емкости;  $\alpha$  – коэффициент зарегулирования, включающий полезную отдачу и потери воды из водохранилища;  $\beta$  – коэффициент многолетней составляющей полезной емкости, выраженный в долях нормы стока;  $C_v$  – коэффициент изменчивости годового стока.

Полученные зависимости  $\Phi = f(\alpha, C_v \text{ и } P\%)$  приводятся в рисунке.

На основании полученных зависимостей и следующей формулы можно установить многолетнюю емкость:

$$\beta = 1 - \alpha + \Phi \cdot C_v \quad (11)$$

Сравнительные расчеты существующими приемами определения многолетней оставляющей емкости дают близкие результаты, т.е. не выходят за допустимые значения.

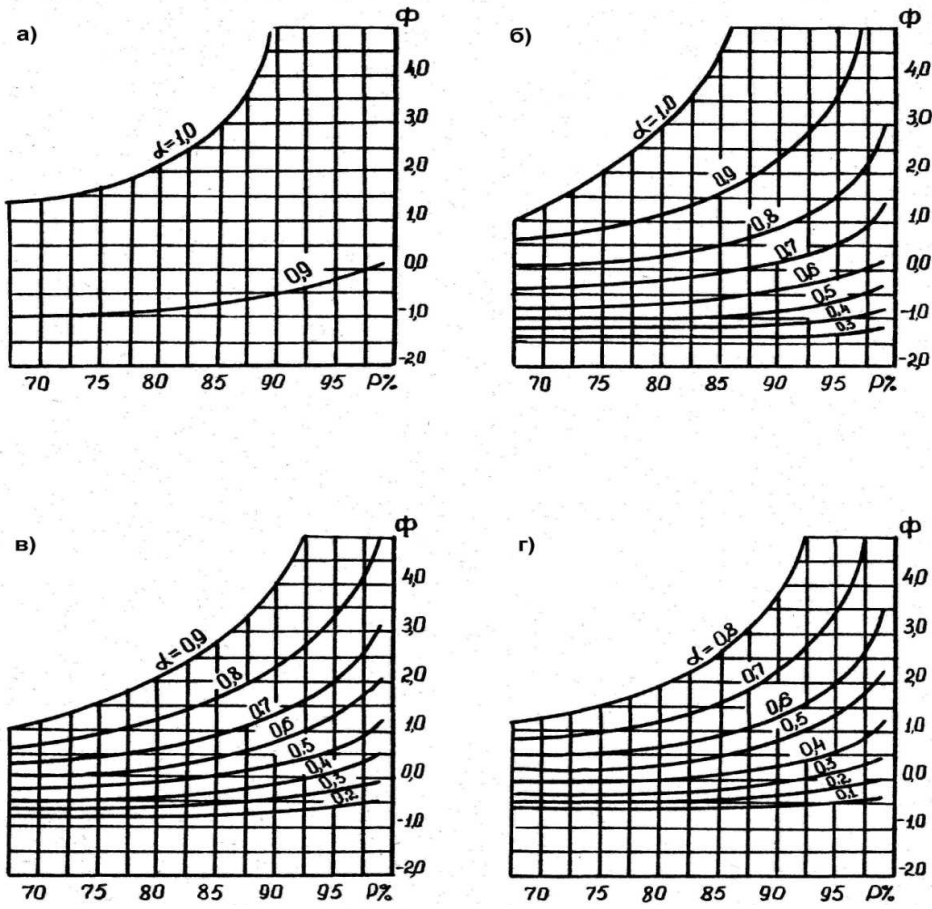


Рис. Зависимость приведенной отдачи с учетом емкости  $\Phi$  от обеспеченности  $P\%$  при фиксированном  $C_v$ ; а) при  $C_v = 0,1$ ; б) при  $C_v = 0,5$ ; в) при  $C_v = 1,0$ ; г) при  $C_v = 1,5$ .

### ВЫВОДЫ

1. Предлагаемый прием позволяет вести расчеты при любом соотношении  $C_s$  к  $C_v$  в пределах  $C_s = (1 \div 6) \cdot C_v$
2. Исключение расчета и построения кривой обеспеченности  $n$ -летия упрощает и ускоряет вычислительные операции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Многолетнее регулирование стока // Гидротехническое строительство. – 1935. – №10-12. – С. 3-10.
2. Нарбаев Т.И. Метод сложения кривых обеспеченности. Вопросы мелиорации и гидротехнического строительства в Условиях Казахстана. // Труды ТИИИ МХС. – 1979. – Вып. 102. – С. 111-116.

Казахский Национальный Аграрный Университет, г. Алматы

### **СУ БӨГЕНІНІҢ ПАЙДАЛЫ КӨЛЕМІНІҢ КӨП ЖЫЛДЫҚ ҚҰРАСТЫРУШЫСЫН ЕСЕПТЕУГЕ ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҚТАРДЫ ҚОСУ ТӘСІЛІН ЖЕТІЛДІРУ**

Қ.Т. Нарбаева

*Көпжылдық ағынды реттеуде су бөгенінің пайдалы көлемінің көпжылдық құрастырушысын анықтауға аналитикалық.*