

УДК 551.482 (574)

**УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ  
ГАРАНТИРОВАННОЙ ОТДАЧИ ВОДОХРАНИЛИЩА  
СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА  
КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Г.К. Исмаилова

*Предложена формула для определения приведенной обеспеченности гарантированной отдачи водохранилища сезонного регулирования комплексного назначения*

Сезонное регулирование стока вызывает резкое и притом повторяющееся ежегодно колебание притока по сезонам года. Некоторые виды потребления воды, например орошение, также испытывают сезонные колебания, причем по времени наступлений максимумов и минимумов графики стока и потребления могут иметь различную взаимосвязь, начиная от почти полного совпадения до полной противоположности.

Отличительной особенностью сезонного регулирования стока является использование водных ресурсов в пределах одного гидрологического года. В этом случае размер потребления должен назначаться таким образом, чтобы он не превышал стока расчетного года. Следует отметить, что назначение процента обеспеченности сезонного регулирования стока зависит от характера потребления [5]. Для отраслей экономики, сравнительно безболезненно допускающих некоторое ограничение в подаче воды, безусловное удовлетворение их полной потребности заведомо не целесообразно. В подобных случаях стали ориентироваться на некоторые сокращения водоотдачи, ограничивая их повторяемость более или менее условно выбранными нормативами, так например, для орошения сельскохозяйственных земель в зависимости от условий водообеспечения и вида орошаемых культур, обеспеченность назначена в пределах  $P = 75 \dots 95 \%$  [5].

Исходя из выше изложенных условий, величина процента обеспеченности сезонного регулирования стока, соответствующая любому члену эмпирического ряда вычисляется по следующей формуле:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% , \quad (1)$$

где  $m$  – порядковый номер;  $n$  – число членов ряда.

Это выражение предложено и теоретически обосновано С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем [2]. В настоящее время формула (1) рекомендуется СНиП 2.01.14-83 для определения расчетных гидрологических характеристик [6]. Таким образом, рекомендуемая формула позволяет определить обеспеченности сезонного регулирования стока при одноотраслевом характере использования водных ресурсов.

В настоящее время запасы водных ресурсов Республики Казахстан, доступных для использования, уменьшаются в результате их безвозвратного потребления, загрязнения и истощения, а потребность в воде увеличивается не только пропорционально росту населения, но особенно в связи с индустриальным развитием и мелиоративными мероприятиями. Комплексное использование водных ресурсов дает возможность уменьшить единовременные затраты на гидротехнические сооружения по сравнению с затратами при раздельном строительстве таких сооружений. Также позволяет получить ежегодную экономию затрат денежных и материальных средств на эксплуатацию по всем отраслям водохозяйственного комплекса в совокупности. Отсюда актуальность изучения, исследования и разработка эффективных методов оценки экономичности мероприятий, связанных с комплексным использованием водных ресурсов.

В настоящее время вопросы определения обеспеченности водохранилищ сезонного регулирования стока комплексного назначения недостаточно разработаны. Можно лишь отметить работы С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля [3], В.Г. Андреянова [1], И.М. Панасенко [4]. В связи с этим, основная и наиболее ответственная задача водохозяйственного расчета сезонного регулирования заключается в правильном определении обеспеченности сезонного регулирования, по которой можно было бы безошибочно установить расчетный годовой график притока, а далее размер потребления и необходимый полезный объем водохранилища сезонного регулирования стока комплексного назначения.

Впервые в работе С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля [3] разработана зависимость  $F(k_1, \alpha_1, P_1, k_2, \alpha_2, P_2) = 0$ , которая позволяет использовать водные ресурсы комплексно, где  $\alpha_1$  – гарантированная отдача (орошение) с обеспеченностью  $P_1$  и  $\alpha_2$  – гарантированная отдача (водоснабжение) с обеспеченностью  $P_2$ , то при  $\alpha_i = k_i$  приведенная обеспеченность при комплексном использовании водных ресурсов равна:

$$P_{np} = P_1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} (P_2 - P_1). \quad (2)$$

Далее в работе В.Г. Андреенова [1] отмечается: «Как и при многолетнем, так и при сезонном регулировании на постоянную отдачу, основной задачей в каждом случае является нахождение потребной емкости  $\beta$  по заданным значениям гарантированной отдачи  $\alpha$  и обеспеченности  $P$  или нахождение гарантированной отдачи  $\alpha$  по заданным значениям емкости  $\beta$  и обеспеченной отдачи  $P$ . Таким образом, исчерпывающее решение этой задачи для данного объекта требует установление для него связи между величинами  $\beta$ ,  $\alpha$  и  $P$ . Задачей общей методики расчета регулирования стока является обобщение этих связей на любые объекты с учетом лишь основных показателей режима стока, что должно позволять достаточно просто и надежно производить расчет регулирования по неизученным или малоизученным рекам». Далее в этой работе отмечается «Те же приемы приравнивания обеспеченности отдачи и обеспеченности годового или межennaleго стока и простейшая схематизация внутригодового и внутрисезонного распределения стока по средним отношениям обычно применяются и при региональных обобщениях, выполняемых в процессе массового схематического проектирования водохозяйственных установок, например...».

Изложенное выше позволяет использовать формулу (2) для определения приведенной обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Как показано на рисунке, формула (2) установлена из следующего равенства:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1 \quad (3)$$

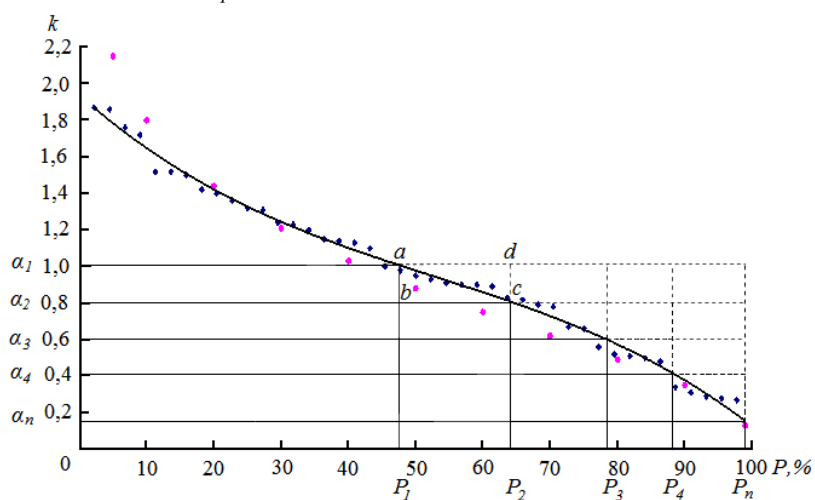


Рис. Схема к установлению приведенной обеспеченности гарантированной отдачи при  $n$ -ом числе водопотребителей и водопользователей.

Приведенное равенство (3) отождествляется в том случае, если в правую его часть добавить площадь треугольника  $abc$ , т.е.:

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1 + \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2} \quad (4)$$

или из произведений  $\alpha_1 P_2$  вычесть площадь треугольника  $adc$ , тогда:

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = \alpha_1 P_2 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2}. \quad (5)$$

Из указанного равенства (5), можно записать уравнение для  $n$ -ого числа потребителей:

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = P_n\alpha_1 - \left[ \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2} + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_2) + (\alpha_1 - \alpha_3)](P_3 - P_2)}{2} + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_3) + (\alpha_1 - \alpha_4)](P_4 - P_3)}{2} + \dots + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{n-1}) + (\alpha_1 - \alpha_n)](P_n - P_{n-1})}{2} \right] \quad (6)$$

или 
$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = P_n\alpha_1 - \sum_{i=2}^n \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{i-1}) + (\alpha_1 - \alpha_i)](P_i - P_{i-1})}{2}. \quad (7)$$

Из формулы (7) приведенная обеспеченность для  $n$  потребителей вычисляется:

$$P_{\text{пп}} = P_n - \sum_{i=2}^n \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{i-1}) + (\alpha_1 - \alpha_i)](P_i - P_{i-1})}{2\alpha_i}. \quad (8)$$

Для большей убедительности сравнительных расчетов наряду с формулой (2) и предлагаемыми формулами (4) и (5), приводим общеизвестную формулу определения  $P_{\text{пп}}$ , как средневзвешенное значение:

$$P_{\text{пп}} = \frac{P_1\alpha_1 + P_2\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (9)$$

Результаты сравнительных расчетов полученных формулами (2), (4), (5) и (9) приводятся в таблице.

Таблица

Сравнение результатов расчета приведенной обеспеченности при  $C_s = 2C_v$

$C_v$	Исходные данные				Результаты формул			
	$\alpha_1$	$P_1$	$\alpha_2$	$P_2$	(2)	(4)	(5)	(9)
0,2	0,94	60	0,70	95	86,06	90,53	90,54	75,00
	0,94	60	0,86	75	73,72	74,36	74,36	67,16
	0,85	75	0,70	95	91,47	93,23	93,24	84,03
0,8	0,63	60	0,12	95	66,67	80,83	80,84	65,60
	0,63	60	0,42	75	70,00	72,5	72,50	66,00
	0,42	75	0,12	95	80,71	87,85	87,86	79,44
1,4	0,28	60	0,004	95	60,50	77,75	77,75	60,49
	0,28	60	0,12	75	66,43	70,71	70,72	64,50
	0,11	75	0,004	95	75,72	85,36	85,36	75,70

В таблице видно, что расхождения результатов расчетов между существующими (2), (9) и предлагаемыми (4), (5) формулами составляет значительное значение, которое зависит от соотношений отдач  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Чем больше разница между  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , тем более отклонения, что вызывает необходимость в их учете при проектировании водохозяйственных и водно-энергетических объектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянов В.Г. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 325 с.
2. Крицкий Н.С., Менкель М.Ф. Выбор типа кривых распределения вероятностей для расчета речного стока. // Известия АН СССР ОТН. – 1948. – №6. – С. 907-917.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
4. Панасенко И.В. Сезонно-годовое регулирование речного стока при энерго-ирригационном использовании водотоков. // Труды Института энергетики АН КазССР, Т. 1. – 1958. – С. 52-60.
5. Плешков Я.Ф. Регулирование речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 507 с.
6. СНиП 2.01.14.83. Определение гидрологических расчетных характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

#### **КЕШЕНДІ ТАҒАЙЫНДАЛҒАН МАУСЫМДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕЙТІН СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ КЕПІЛДЕМЕЛІК ТҰТЫНУДЫҢ КЕЛТІРІЛГЕН ҚАМТАМАСЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ**

Г.К. Исмаилова

*Зерттеулердің нәтижесінде кешенді тағайындалған маусымдық ағынды реттейтін су қоймасының кепілдемелік тұтынудың келтірілген қамтама-сыздығын анықтауға формула ұсынылған.*