

УДК 551.482(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕЗОННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА ПРИ КОМПЛЕКСНОМ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

	Г.К. Исмаилова*
	К.Т. Нарбаева*
Канд. геогр. наук	М.Т. Нарбаев**
Канд. техн. наук	Т.И. Нарбаев*

Предложена формула для определения обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Сезонное регулирование стока вызывается наличием резких и притом повторяющихся ежегодно колебаний притока по времени года или сезонам. Некоторые виды потребления (например, орошение), также испытывают сезонные колебания, причем по времени наступлений максимумов и минимумов графики стока и потребления могут иметь различную взаимную связь, 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 [4]. Для отраслей экономики, сравнительно безболезненно допускающих некоторое ограничение в подаче воды, безусловное удовлетворение их полной потребности заведомо нецелесообразно. 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 $P = 75 \dots 95 \%$.

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

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

где n – число членов ряда; m – порядковый номер данного члена в ряду, расположенном в убывающем порядке.

По формуле (1) обеспеченность последнего члена ряда независимо от числа входящих в него характеристик получается одинаковой и равной 100 %. Поэтому в формуле (1) необходимо было внести поправку, учитывающую асимптотическое приближение к 100 % при $n \rightarrow \infty$.

Такая поправка приведена в работе А.И. Чеботарева [7], где процент обеспеченности определяется:

$$P = \frac{m - 0,5}{n} 100\% . \quad (2)$$

Далее для установления процента обеспеченности членов ограниченного ряда, которая бы в большой мере отвечала теоретической кривой обеспеченности, предложено ряд формул. В общем виде эти формулы по С.Н. Крицкому и М.Ф. Менкелю [2] можно записать в следующем виде:

$$P = \frac{m - a}{(n + 1 - 2a)} 100\% , \quad (3)$$

где a – параметр, который может изменяться от 0 до 1.

При $a = 0,3$ (предложение Н.Н. Чегодаева) формула (3) имеет вид:

$$P = \frac{(m - 0,3)}{(n + 0,4)} 100\% . \quad (4)$$

При $a = 0$ формула (3) преобразуется в следующий вид:

$$P = \frac{m}{n + 1} 100\% . \quad (5)$$

Это выражение предложено и теоретически обосновано С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем [2].

В настоящее время формула (5) рекомендуется СНиП 2.01.14-83 для определения расчетных гидрологических характеристик [6].

Таким образом, рекомендуемая формула позволяет определить обеспеченности сезонного регулирования стока при отраслевом 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 увели-

чивается 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 водохранилища 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 [5] и др.

В связи с этим, основная и наиболее ответственная задача водохозяйственного расчета сезонного регулирования и заключается в правильном определении обеспеченности сезонного регулирования, по которой можно было 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 α_1 – гарантированная отдача (орошения) с обеспеченностью P_1 и α_2 – гарантированная отдача (водоснабжения) с обеспеченностью P_2 , то при $\alpha_i = k_i$ приведенная обеспеченность при комплексном использовании водных ресурсов равна:

$$P_{np} = P_1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} (P_2 - P_1). \quad (6)$$

Далее в работе В.Г. Андреянова [1] отмечается: «Как и при многолетнем, так и при сезонном регулировании на постоянную отдачу, основной задачей в каждом случае является нахождение потребной емкости β по заданным значениям гарантированной отдачи α и обеспеченности P или нахождение гарантированной отдачи α по заданным значениям емкости β и обеспеченной отдачи P . Таким образом, исчерпывающее решение этой задачи для данного объекта требует установление для него

связи между величинами β , α 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 формулу (6) использовать для определения приведенной обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Как показано на рисунке, формула (6) установлена из следующего равенства:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1. \quad (7)$$

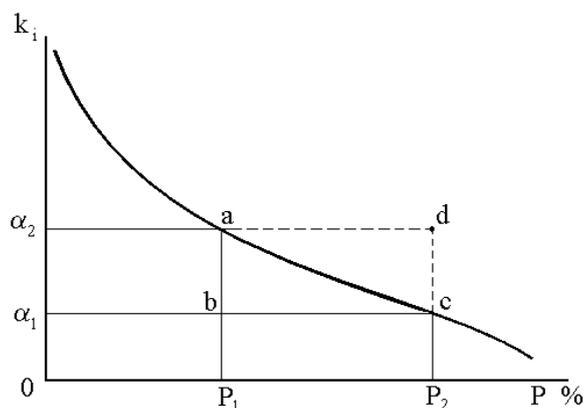


Рис. Схема к расчету по формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля.

Приведенное равенство (7) выполняется в том случае, если в правую часть уравнения (7) добавить площадь треугольника abc , т.е.:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1, \quad (8)$$

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

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_2 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2}. \quad (9)$$

Из указанных равенств, можно записать:

$$P_{np} = P_1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1}(P_2 - P_1) + \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\alpha_1}(P_2 - P_1), \quad (10)$$

или

$$P_{np} = P_1 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\alpha_1}(P_2 - P_1). \quad (11)$$

Для большей убедительности сравнительных расчетов наряду с формулой (6) и предлагаемыми формулами (10) и (11), приводим общеизвестную формулу определения P_{np} как средневзвешенного значения:

$$P_{np} = \frac{P_1\alpha_1 - P_2\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (12)$$

Результаты сравнительных расчетов, полученных по формулам (6), (10), (11) и (12), приводятся в табл.

Таблица

Сравнения результатов расчетов приведенной обеспеченности при $C_s = 2C_v$

C_v	Исходные данные				Результаты по формуле			
	α_1	P_1	α_2	P_2	(6)	(10)	(11)	(12)
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

Как видно в таблице, расхождения результатов расчетов между существующими (6), (12) и предлагаемыми (10), (11) формулами составляют значительное значение, которое зависит от соотношений отдач α_1 и α_2 : чем больше разница между α_1 и α_2 , тем более отклонения, что вызывает необходимость в их учете при проектировании водохозяйственных и водноэнергетических объектов.

Выводы и предложения

1. Предлагается формула для определения приведенной обеспеченности при любых соотношениях отдач.

2. Введенная поправка в формулу С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля позволяет более точно определить величину приведенной обеспеченности.
3. Предложенную формулу можно использовать для определения обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 325 с.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О некоторых приемах статистического анализа гидрологических рядов // Труды ГГИ. – 1968. – Вып. 143. – С. 110-133.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
4. Плешков Я.Д. Регулирование речного стока.–Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 507 с.
5. Панасенко И.М. Расчеты сезонно-годового регулирования стока при комплексном использовании горных рек //Труды III Всесоюзного гидрологического съезда. – Т. VI, Секция водного хозяйства. – 1959. – С. 44-51.
6. СНиП 2.01.14.-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Изд-во «Государственный комитет СССР по делам строительства», 1985. – 36 с.
7. Чеботарев А.И. Гидрология суши и расчеты речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 564 с.

* – Алматинский гуманитарно-технический университет, г. Алматы

** – Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

СУ ҚОРЛАРЫН КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУДА МАУСЫМДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕУДІҢ ҚАМТАМАСЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Г.К. Исмаилова*

К.Т. Нарбаева*

Геогр. ғылым. канд. М.Т. Нарбаев**

Техн. ғылым. канд. Т.И. Нарбаев*

Зерттеулердің нәтижесінде су қорларын кешенді пайдалануда маусымдық ағынды реттеудің қамтамасыздығын анықтауға формула ұсынылған.