

УДК 551.482(574)

**УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМАТИВОВ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ  
ВОДОХРАНИЛИЩА МНОГОЛЕТНЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

М.Т. Нарбаев

Канд. техн. наук

Ж.К. Касымбеков

Канд. техн. наук

Т.И. Нарбаев

*Предлагается формула для определения приведенной обеспеченности на любое число потребителей водохранилищ многолетнего регулирования.*

Запасы и размещение водных ресурсов, их качественные характеристики определяют возможности и условия развития народного хозяйства целых районов и стран. Трудно назвать какую-либо отрасль хозяйства, существование и рост которой не были бы тесно связаны с наличием и использованием поверхностных водных источников. Мероприятия по их использованию для орошения, водоснабжения, судоходства, проводились человечеством еще много тысячелетий тому назад. Постепенно совершенствуясь, развиваясь и увеличиваясь в масштабах и числе, эти мероприятия приобретали все большее значение и в настоящее время осуществляются повсеместно.

Длительное время, почти до наших дней, такое использование носило отраслевой характер. Например, можно указать действующие водохранилища - это Вячеславское и Сергеевское на р. Ишим, Верхне-Тобольское и Каратомарское на р. Тобол, Куртинское на р. Курты, Карагалинское на р. Карагала и др.

Однако по мере расширения водохозяйственного строительства все чаще появлялась мысль о том, что использование водных ресурсов должно носить во всех случаях, когда это технически и экономически целесообразно, многоотраслевой комплексный характер, т.е. преследовать, например, наряду с целями развития энергетики, цели улучшения условий судоходства, орошения, водоснабжения и др.

Комплексное использование водных ресурсов дает возможность уменьшить единовременные затраты на гидротехнические сооружения, по сравнению с затратами при раздельном строительстве таких сооружений, позволяет получить ежегодную экономию затрат денежных и материаль-

ных средств на эксплуатацию по всем отраслям водохозяйственного комплекса в совокупности.

Таким образом, одним из основных путей учитывающих указанные специфические черты, является водохранилища многолетнего регулирования комплексного назначения. Но, в настоящее время большинство опубликованных трудов, посвященных методам расчета многолетнего регулирования стока, рассматривают вопросы определения параметров одноузлового, одноотраслевого назначения с гарантированной отдачей, и очень мало внимания уделено методам расчета водохранилищ комплексного назначения.

Расчеты водохранилищ комплексного назначения производятся балансовыми и вероятностными методами. Применение балансового метода для рек Казахстана ограничено из-за непродолжительности ряда наблюдений на большинстве гидрологических постов. Поэтому при определении параметров водохранилища комплексного назначения, осуществляющих многолетнее регулирование стока, на смену расчетам по стоковым рядам, полученных в результате непосредственных наблюдений приходят вероятностные методы. В этом направлении возможны два пути. Первый заключается в разделении года на фазы и в применении приемов математической статистики к анализу колебаний стока каждой фазы рассматриваемой по отдельности. Методы расчета, основанные на этом принципе, дают строгое решение поставленной задачи. Однако, практическое применение его затрудняется громоздкостью вычислений в особенности при учете межфазовых цепных связей.

Более популярен второй путь, который рассматривает годовой сток как фазово-однородный элемент. В частности, в работе С.Н. Крицкий и М.Ф. Менкель предложили формулу для расчета стока в водохранилище двух обеспеченностей, расчетная схема показана на рис. [1].

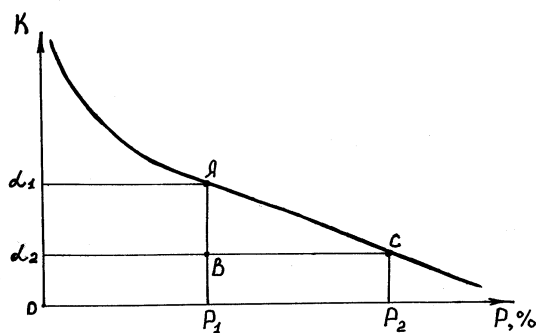


Рис. Схема к расчету по формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля.

Пусть  $\alpha_1$ -отдача и  $P_1$ -обеспеченность – параметры первого участника водохозяйственного комплекса (ВХК) орошения;  $\alpha_2$  и  $P_2$  показатели второго участника – водоснабжения. Тогда, произведения  $\alpha_1 P_1$  и  $\alpha_2 P_2$  образуют площади фигур, которые показаны на расчетной схеме, характеризующие гарантированные отдачи воды упомянутым участникам водохозяйственного комплекса.

Чтобы установить величину приведенной обеспеченности для двух потребителей, проведены сложения произведений  $\alpha_1 P_1$  и  $\alpha_2 P_2$ , однако при этом дважды учитывается площадь прямоугольника  $0\alpha_2 B P_1$ , что может привести к завышению искомого параметра. Поэтому, указанную площадь  $\alpha_2 P_1$  необходимо вычесть из суммы произведений площадей  $\alpha_1 P_1$  и  $\alpha_2 P_2$ , тогда:

$$P_{\text{пр}} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1. \quad (1)$$

Если разделить обе стороны уравнения (1) на величину  $\alpha_1$ , то получим:

$$P_{\text{пр}} = P_1 + (\alpha_2 / \alpha_1) (P_2 - P_1). \quad (2)$$

Предложенная С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем формула (2) применяется при условии, если  $\alpha_1 > \alpha_2$  и  $P_1 < P_2$  и она не требует большого объема работ и времени для установления приведенной обеспеченности для двух участников ВХК.

Однако наши исследования показали, что формула (2) дает достоверные результаты только при близких значениях отдач  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Так как в этом случае величина площадь треугольника  $ABC$  будет незначительна. При увеличении разницы между значениями  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , соответственно будет увеличиваться площадь треугольника  $ABC$  (рис.).

В связи с этим возникла необходимость учесть площадь треугольника  $ABC$  при определении приведенной обеспеченности по формулам (1) и (2) т.е:

$$P_{\text{пр}} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1 + [(\alpha_1 - \alpha_2) (P_2 - P_1)] / 2. \quad (3)$$

Разделив формулу (3) на величину  $\alpha_1$  получим:

$$P_{\text{пр}} = P_1 + (\alpha_2 / \alpha_1) (P_2 - P_1) + [(\alpha_1 - \alpha_2) (P_2 - P_1)] / 2\alpha_1. \quad (4)$$

Кроме расчетных зависимостей (2) и (4) исследованию подвергалась также общеизвестная средневзвешенная формула:

$$P_{\text{пр}} = (\alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2) / (\alpha_1 + \alpha_2). \quad (5)$$

Результаты сравнительных расчетов по формулам (2), (4) и (5) приведены в работе [2], где некоторые завышения по предложенной формуле (4) вызвано введенной поправкой.

Непрерывный рост уровня использования водных ресурсов вызвало истощение водных ресурсов республики, что существенным образом отразилось на характере использования и потребления водных ресурсов. Жестко лимитированные условия водных ресурсов Казахстана подталкивают на формирование, как уже отмечалось ВХК, т.е. многоотраслевого использования водных источников. Такое формирование может иметь место на реках и водотоках как в естественном, так и в зарегулированном их состоянии. Признаки формирования проявляются и в процессе подготовки использования того или иного водного источника, и в результате использования его стока.

Характерными примерами формирования ВХК в естественных условиях являются чрезмерный водозабор из реки в естественном ее состоянии, неограниченный сброс сточных вод в реку или неправильное возведение сооружений на реке. В первом случае могут возникнуть трудности в удовлетворении нужд других водопользователей, например в поддержании санитарных условий на водотоке. Во втором - при загрязнении водного источника могут пострадать отрасли народного хозяйства и природная среда. В третьем - при сокращении живого сечения реки сооружением, в условиях паводка может появиться резкое изменение гидрологических условий, что может вызвать неблагоприятные последствия не только для природы и хозяйственных объектов на реке, но и самого сооружения.

Наиболее распространенным видом формирования ВХК в условиях зарегулирования стока является возникновение новых обстоятельств при строительстве регулирующих гидроузлов, т.е. возведение новых хозяйственных объектов и сооружений, возникновение новых экономических интересов и связей между отраслями хозяйства, возникновение режимных изменений в природной среде. Это оказывает влияние на природные и хозяйственные объекты, а также на экономику заинтересованных и затрагиваемых водопользователей и водопотребителей [3].

Поэтому, перечисленные ранее формулы (2) и (4) имеют существенную недоработку, в плане использования их только для двух участников ВХК. С целью устранения этого недостатка, нами проведены дополнительные исследования. Где, в случае превышения количества водопользователей и водопотребителей, т.е. более двух участников ВХК (при

$P_1 < P_2 < P_3 \dots P_i$  и  $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 \dots \alpha_i$ ) приведенная обеспеченность  $P_{ПР}$  устанавливается по следующей формуле:

$$P_{ПР} = P_1 + (\alpha_2/\alpha_1)(P_2 - P_1) + [(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)]/2\alpha_1 + \dots + [(\alpha_i - \alpha_{i+1})(P_{i+1} - P_i)]/2\alpha_i = \frac{P_1 + (\alpha_2/\alpha_1)(P_2 - P_1) + \sum_{i=1}^i [(\alpha_i - \alpha_{i+1})(P_{i+1} - P_i)]/2\alpha_i}{P_1 + (\alpha_2/\alpha_1)(P_2 - P_1) + \sum_{i=1}^i [(\alpha_i - \alpha_{i+1})(P_{i+1} - P_i)]/2\alpha_i} \quad (6)$$

После вычисления  $P_{ПР}$  по номограмме [4] можно определить многолетнюю составляющую емкости  $\beta$ .

В заключении следует отметить что, введенная поправка в формулу С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля позволяет получить более достоверные результаты, а предлагаемая формула для множества участников ВХК дает возможность оперативно вычислить их приведенную обеспеченность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. Л., «Гидрометеиздат», 1952. 392с.
2. Нарбаев М.Т., Нарбаев Т.И. Определение параметров водохранилищ многолетнего регулирования комплексного значения. // Водные ресурсы: опыт использования и проблемы. / Сб. научн. тр. Вып.-2., Тараз-1997. с.108-109.
3. Сыроежин М.И. Обоснование водохозяйственных комплексов. Л., «Энергия», 1974. 271с.
4. Нарбаев Т.И. Номограмма для расчета водохранилищ многолетнего регулирования. // Труды МГМИ. / Эксплуатация гидромелиоративных систем., Гидрология., Вып.-1., с.24-26.

ДГП НИИВХ

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### КӨПЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕЙТІН КЕШЕНДІ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ КЕЛТІРІЛГЕН ҚАМТАМАСЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

М.Т. Нарбаев

Техн. ғылымд. канд.

Ж.К. Касымбеков

Техн. ғылымд. канд.

Т.И. Нарбаев

*Көп жылдық ағынды реттейтін су қоймасын тұтынушылар саны кез келген жағдайдағы қамтамасыздықты анықтауға арналған формула ұсынылған.*