

УДК 551.482(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЗОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛЕЗНОЙ
ЕМКОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩА МНОГОЛЕТНЕГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

М.Т. Нарбаев

Доктор техн. наук

Ж.К. Касымбеков

Предлагается постоянная величина (длительность межени в долях года), в формулу С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля, на основе которой построена номограмма для определения сезонной составляющей полезной емкости.

Колебания речного стока, предопределяющие потребность в его регулировании, могут быть разделены на две категории: годовой стоковый цикл и колебания ежегодных значений фазово-однородных элементов стока.

По своему характеру каждая из указанных форм обладает существенными особенностями. Годовой стоковый цикл представляет собой проявление строго периодической закономерности, отражающей периодичность обращения Земли вокруг Солнца. В противоположность этому колебания фазово-однородных элементов стока носят случайный характер, в ходе их удается проследить лишь стохастическую закономерность: подчинение повторяемости различных величин стока, рассматриваемых за многолетний период, закону больших чисел.

Наблюдаемое на реках чередование многоводных и маловодных периодов формируется путем взаимного наложения колебаний, относящихся к обеим только что рассмотренным категориям

При исследовании регулирования стока основные методические трудности возникают в связи с необходимостью анализа случайных колебаний ежегодных значений фазово-однородных расходов. Если бы этих колебаний не было, и в ходе стока ежегодно в точности воспроизводился бы один и тот же цикл, то задача расчетов регулирования решалась бы чрезвычайно просто.

Поэтому, естественно, что существующие методики расчетов регулирования опираются в своей основе на концепцию теории вероятности. Применение статистических методов к расчетам регулирования требует, приспособления этих методов к учету сезонных колебаний стока.

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. Расчет, основанный на этом принципе, дает более или менее строгое решение поставленной задачи. Однако практическое применение его затрудняется сложностью вычислений в особенности при учете межфазовых цепных связей [1].

Второй путь анализа заключается в независимом рассмотрении каждой из двух упомянутых категорий колебаний речного стока. Емкость водохранилища, необходимая для обеспечения заданной отдачи, разделяется на две составляющие – многолетнюю и сезонную. *Многолетняя* определяется методами, опирающимися на математическую статистику, исходя из предположения о постоянстве на протяжении каждого года поступающего по реке расхода воды. При этом достигается статистическая однородность стоковых совокупностей, участвующих в расчете, и тем самым в сильной степени упрощается техника последнего. *Сезонная* представляет собой ту добавку к многолетней емкости, которая оказывается необходимой для обеспечения заданной отдачи в связи с сезонными колебаниями стока. Эта составляющая определяется приближенными приемами независимо от многолетней. Указанное разделение емкости, логически подсказываемое самой двойственностью природы колебаний речного стока, представляет значительные практические удобства [1].

Для расчета сезонной составляющей емкости при многолетнем регулировании С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем был предложен упрощенный прием [2], в основе которого лежит допущение о равенстве отдачи стока года предшествующего критическому многолетию, в течение которого опорожняется многолетняя составляющая емкости. Такое допущение дающее некоторый запас надежности представляется в отношении годовых объемов стока вполне приемлемым. Стремясь к установлению лишь сезонной составляющей емкости, авторы не допускают появления такого года, сток которого в целом был бы недостаточен для удовлетворения отдачи потому, что такой год потребовал бы увеличения многолетней емкости, т.е. включился бы в состав критического многолетия. Из числа же лет, обладающих стоком, достаточным для поддержания отдачи, принимаемый к расчету год является наиболее маловодным и, следовательно, наиболее неблагоприятным.

Описанный прием вычисления сезонной составляющей емкости страдает рядом недостатков: при использовании этого приема не учитывается

характер вариаций меженного стока, который может существенно отличаться от характера годовых колебаний последнего. Так, например, на некоторых реках коэффициент вариации меженного стока превышает соответствующую годовую характеристику более чем в 1,5 раза. При переходе к расчетной обеспеченности это приводит к значительно большему, по сравнению с годовым стоком, падению водности межени. Следствием недоучета указанного обстоятельства является преуменьшение сезонной емкости.

По устранению этих недостатков С.Н. Крицкий и М.Ф. Менкель предлагают некоторое совершенствование в приеме вычисления сезонной составляющей емкости водохранилища.

Роль емкости, предназначенной для внутригодового перераспределения стока, не совсем одинакова в водохранилище сезонного и многолетнего регулирования. В первом случае (сезонное регулирование) она является единственным источником покрытия дефицита притока в маловодные периоды. Во втором случае сезонная составляющая емкости лишь условно отделяется от многолетней и потребные размеры ее определяются в связи с работой всего водохранилища, представляющего собой единое целое. Такое различие в условиях работы требует соответственной модификации расчетных приемов, служащих для определения сезонной составляющей емкости при многолетнем регулировании и полной емкости при сезонном регулировании. В переходном случае при равенстве многолетней емкости нулю оба расчета должны приводить к одинаковым результатам.

В соответствии со смыслом, вкладываемым в понятие многолетней емкости, указанный переходной случай характеризуется равенством отдачи годовому стоку расчетной обеспеченности.

Обозначая, как обычно, коэффициент регулирования через α и называя k_T годовой сток, отвечающий расчетной обеспеченности, можно сформулированное условие записать в виде равенства $\alpha = k_T$.

Далее рассматривается случай отсутствия многолетней емкости, где условно принимается, что годовой сток в целом всегда достаточен для удовлетворения заданной отдачи и следовательно, что критический период сработки водохранилища укладывается в пределы одного меженного периода. При низких значениях α , приближающихся к бытовому минимуму стока, длительность критического периода близка к нулю, при значениях же α приближающихся к k_T , указанная длительность распространяется на весь период низкого стока.

Длительность расчетного критического периода представляет собой варьирующую величину. В некоторые годы полная сработка водохранилища может явиться следствием крайней маловодности одного сезона (зима), в другие годы при той же отдаче и емкости она может распространяться на более длительный период (зима, осень и т.п.).

Более или менее строгий учет этого явления требует анализа вариации фазовых объемов стока, для чего пригоден статистический анализ колебаний стока за межень в целом, типизируя распределение стока в его пределах.

При установлении емкости водохранилища, необходимой для обеспечения отдачи α , полагается, что в рассматриваемом случае можно исходить из стока меженного периода, отвечающего заданной обеспеченности. Этот сток может быть подсчитан путем обычного статистического расчета. Принимая типичное для используемой реки распределение стока на протяжении межени, и по ней установить искомую зависимость между отдачей и емкостью водохранилища. При значения α приближающихся к k_{Γ} , длительность расчетного периода стабилизируется, охватывая весь период межени. В этом случае потребная емкость водохранилища определяется по формуле:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot t - m \cdot k_M, \quad (1)$$

где $\beta_{сез}$ – сезонная составляющая емкость, выраженная в долях годового стока (коэффициента емкости); t – длительность меженного периода в долях года; m – доля меженного стока в годовом периоде; k_M – меженный сток расчетной обеспеченности в долях от среднего меженного стока.

Эта формула отвечает, в частности, переходному от сезонного к многолетнему регулированию $\alpha = k_{\Gamma}$.

При значительных размерах многолетней составляющей емкости можно принять, что сезонная составляющая должна определяться в расчете на среднюю по водности межень. Относя это положение к случаю полного регулирования стока, получаем для $\alpha = 1$ следующее значение сезонной емкости:

$$\beta_{сез} = t - m. \quad (2)$$

Следовательно, с помощью формул (1) и (2) установлены два крайних значения сезонной составляющей емкости, отвечающие с одной

стороны переходу от сезонного к многолетнему регулированию, а с другой стороны, предельному выравниванию стока.

Указанным условиям удовлетворяет формула (3) которая принимается для дальнейших исследований:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot t - m + m \frac{1 - k_M}{1 - k_\Gamma}. \quad (3)$$

При сравнительно небольшой разнице между коэффициентами вариации годового и межennaleго стока C_{VG} и C_{VM} , а также $\alpha \geq k_{расч.Г}$ (сезонная составляющая емкости многолетнего регулирования) можно использовать формулу:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot (t - m). \quad (4)$$

Формула (4) более приемлема для малых рек Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного района (ВХР), которые характеризуются короткой волной половодья в теплый период года и продолжительной меженью (9 месяцев).

В ходе исследований выявлена закономерность, что длительность межени в долях года для всех малых рек рассматриваемого района приблизительно равна и составляет постоянную величину $t = 9/12 = 0,75 = const$. Соответственно половодье проходит в течении трех месяцев независимо, к какому типу питания относится малая река.

В результате исследований при $t = 0,75 = const$, можно построить номограмму для определения $\beta_{сез}$ (Рис.)

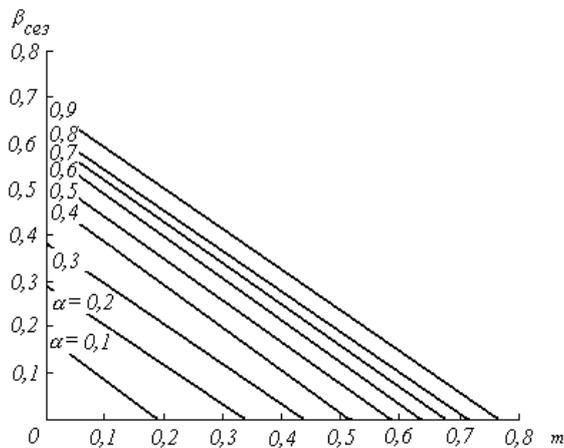


Рис. Номограмма $\beta_{сез} = f(\alpha, m)$.

Таким образом, благодаря учету предлагаемой постоянной величины (длительность межени в долях года) в формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля, можно полноценно описывать внутригодовой сток малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР, а построенная в результате исследований номограмма облегчает процесс расчета по определению сезонной составляющей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О способах определения сезонной емкости // Гидротехническое строительство. – 1945. – Вып. 10-11. – С. 1-3.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
3. Нарбаев М.Т., Касымбеков Ж.К., Нарбаев Т.И. Установление показателей внутригодового распределения стока малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве / Сб. науч. тр. – Тараз, 2002. – 114 с.

ДГП НИИВХ

КӨПЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕЙТІН КЕШЕНДІ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ПАЙДАЛЫ КӨЛЕМІНІҢ МЕЗГІЛДІК ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ

М.Т. Нарбаев

Техн. ғылымд. докторы Ж.К. Касымбеков

С.Н.Крицкийдің және М.Ф.Менкельдің формуласына тұрақты шама енгізілген (жыл ішіндегі төменгі сабаның бөлігі), соның негізінде пайдалы көлемнің мезгілдік құрамын анықтайтын номограмма тұрғызылған.