

## К МЕТОДУ ПОДСЧЕТА ЗИМНЕГО РЕЖИМА НИЗОВЬЯ РЕКИ СЫРДАРЬЯ

Г.А. Шонбаева, кандидат технических наук, начальник отдела координации научных исследований, кафедры «Водное хозяйство и землеустройство», Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, Казахстан

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные методы подсчета зимнего стока, основанные на использовании наблюдений над уровнями воды. Дается краткое описание этих подходов и их особенности, преимущества и недостатки для практического применения. Для подсчета стока реки Сырдарья в г. Кызылорд применили метод построения зимних кривых  $Q = f(H)$ . Оно проводилось следующим образом: все расходы делились на две группы – заторные или зазорные (расходы при нарушенном или очень тонком льде) и нормальные (при установившемся ледяном покрове). Такая дифференциация кривых расходов уточняет зависимость  $Q = f(H)$  для второй половины зимы.

**Ключевые слова:** ледовый режим, шероховатость, уровень воды, поверхность льда, ледостав на реке, Шардаринское водохранилище.

При изучении ледового режима в качестве основного фактора, вносящего наиболее значимое изменение в льдообразовании, рассматривается общий температурный режим анализируемого географического района, но кроме него имеется целый ряд специфических условий для данной реки и участка реки.

В методическом плане все факторы, влияющие на ледовый режим, будем рассматривать с двух позиций: факторы, относительно постоянные для данной реки, в частности для рассматриваемого створа, и факторы переменные – изменяющиеся из года в год. К постоянным факторам относятся общие климатические условия, характер питания реки, величина самого водотока, для больших рек нужно рассматривать еще и направление течения реки, скорость течения, форму и шероховатость русла, извилистость реки и т. д. К переменным факторам можно отнести условия, специфические для каждого года и имеющие непосредственное влияние на процессы формирования зимнего режима реки – метеорологическая обстановка во время льдообразования (температурный режим, снегопад, а для больших рек и ветер), продолжительность периода льдообразования, величина расхода воды перед установлением ледяного покрова и в течение всего зимнего периода и т. п.

Обычно на практике зимние измерения расходов воды в 4–5 раз меньше измерений летних расходов. Это связано с трудностью проведения их в зимних условиях. Данное обстоятельство, когда условия зимнего режима представлены в большом разнообразии и сложными явлениями такими, как зазоры или заторы, донный или внутриводный лед, разнородная шероховатость нижней поверхности льда и т. д., способствовало возникновению довольно многочисленных способов и методов подсчета зимнего стока.

Все методы расчета зимнего стока рассматриваются с двух позиций или же по двум категориям:

- методы, основанные на использовании наблюдений над уровнями воды;
- методы, определяющие величину зимнего стока по связи с гидрометеорологическими факторами предшествующего летне-осеннего периода.

Отдельно рассматривается расчет зимнего стока при наличии достаточного количества измеренных расходов, которые включают все фазы зимнего периода – от шугообразования до ледохода, когда подсчет стока наиболее точно может быть произведен по интерполяции между измеренными расходами.

Методы подсчета зимнего стока, основанные на использовании наблюдений над уровнями воды, можно разделить на пять групп:

- 1) подсчет зимних расходов по наблюдениям на незамерзающих участках рек;
- 2) подсчет зимних расходов по летней кривой расходов с поправкой на уровни воды в зимний период;
- 3) подсчет зимних расходов на основании зимних кривых  $Q = f(H)$ , где  $Q$  – расход воды;  $H$  – высота уровня воды;
- 4) подсчет зимних расходов по летней кривой с введением переходного коэффициента;
- 5) подсчет зимних расходов по зависимостям зимних и летних расходов, отнесенных к одному уровню воды.

Эти способы широко распространены и находят частое применение за рубежом.

### **Подсчет зимних расходов по наблюдениям на незамерзающих участках реки**

Применение данного способа в расчетах базируется на наличии гидрометрических наблюдений на незамерзающих участках реки, что позволяет в некоторой степени пользоваться кривой расходов открытого русла. В этих условиях зимой происходит искажение уровней не только за счет ледяного покрова в данном створе, но и от подпора с нижележащих участков реки, что осложняет расчеты. Нужно учесть также, что переменный подпор на рассматриваемом участке создает скопление глубинного льда, образование которого всегда связано с наличием открытых участков реки. Все это влияет на точность измерений расходов на незамерзающих участках реки и, поэтому этот метод применяется редко. К тому же на рассматриваемом участке Томенарык – Казалинск фактически наблюдается сплошной ледостав, а выше Томенарыка – всегда открытое русло. В редкие зимы прослеживается промерзание водной поверхности до Шардаринского водохранилища.

### Подсчет зимних расходов по летней кривой расходов с поправкой на уровни воды в зимний период

При применении этого метода часто используется расчет расходов рек с изменчивым руслом. Порядок использования следующий: для дат с измеренными расходами определяется величина поправки  $\Delta H$ , она представляет собой разницу высоты уровней при определении зимнего расхода и соответствующего тому же расходу по летней кривой. После этого строится хронологический график значений  $H$ , по которому и определяется величина поправки уровня для каждого дня (можно обойтись и без построения графика – путем простой интерполяции между исходными значениями  $\Delta H$ ). Таким образом, по полученным значениям поправок производится исправление (срезка) вычисленных уровней и в дальнейшем подсчет расходов ведется непосредственно по летней кривой. Интерполяция поправки  $\Delta H$  между точками действительных измерений может быть уточнена и индивидуализирована с помощью анализа особенностей режима данной зимы, температурного режима, хода ледовых явлений и т. п.

Подсчет зимнего стока по данному способу больше всего связан с интерполяцией, и его точность зависит, прежде всего, от количества измеренных расходов и их распределения в течение всего зимнего периода. Для зим, не имеющих измеренных расходов или при их недостаточном количестве, применение способа не дает удовлетворительного результата и, поэтому мало применяется.

### Построение зимних кривых $Q = f(H)$

Этот способ, т. е. построение зимних кривых расходов довольно широко применяется в практике гидрологических расчетов. Тем не менее, постоянная кривая зависимости расходов от горизонтов воды, построенная для какого-либо периода (или для всей зимы в целом), не учитывает ни изменения шероховатости нижней поверхности льда в течение рассматриваемого периода, ни влияния нарастания толщины ледяного покрова. Поэтому такая зависимость может отражать лишь некоторые осредненные гидравлические условия потока, и применение ее для подсчета расходов отдельных зимних периодов может привести к весьма большой ошибке, иногда более 100 %. Получение достоверных результатов в этом случае зависит от того, как точно будет производиться дифференцированное построение зависимости  $Q = f(H)$  для отдельных характерных зимних периодов или для различных толщин льда.

В таких случаях рекомендуется при построении зимних кривых расходов выделять на графике расходы четырех периодов: расходы при неустойчивом ледяном покрове, расходы заторных периодов, расходы при очень неровной нижней поверхности льда и расходы осенних и весенних переходных периодов. Такое разграничение состояние потока и ледяного покрова усложняет подсчеты.

При подсчете стока Сырдарьи применение этого метода проводилось следующим образом: все расходы делились на две группы – заторные или зазорные (расходы при нарушенном или очень тонком льде) и нормальные (при установившемся ледяном покрове). Результаты этих построений приведены на рисунке.

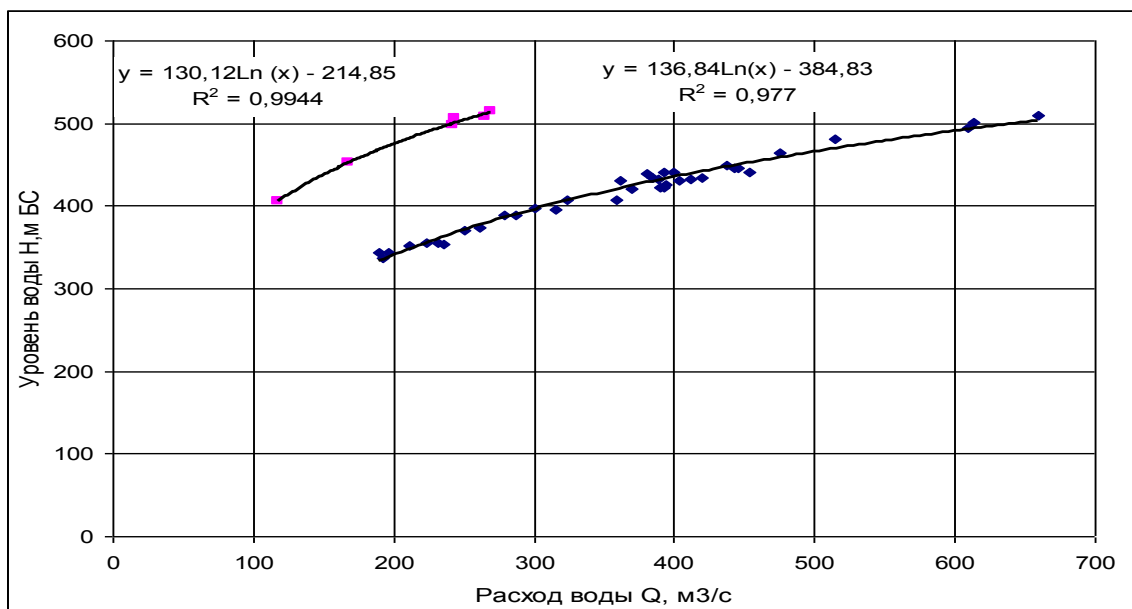


Рисунок. Кривые расходов нижнего течения р. Сырдарьи, где верхняя кривая рассчитана для русла подо льдом, нижняя кривая – для открытого русла

При построении зимних кривых расходов выделены две ветви – для суровой зимы и для мягкой зимы, причем степень суровости зимы определялась в зависимости от величины отрицательной суммы температур воздуха за всю зиму.

Такая дифференциация кривых расходов значительно уточняет зависимости  $Q = f(H)$  для второй половины зимы; однако, для первого ледоставного месяца, когда на больших реках происходит значительное изме-

нение шероховатости нижней поверхности льда, а на малых реках – наиболее интенсивное увеличение толщины ледяного покрова, даже эти уточненные зависимости дают весьма большой разброс точек. Применяемая некоторыми авторами дифференциация кривых в зависимости от толщины ледяного покрова может дать более или менее удовлетворительные результаты только для малых рек с тихим течением, где нижняя поверхность льда всю зиму имеют мало изменяющуюся небольшую шероховатость.

Ряд авторов при построении зимних кривых относят измеренные расходы к уровню нижней поверхности льда. Этот способ также не учитывает изменение шероховатости нижней поверхности льда, и к тому же некоторую неопределенность вносит неравномерное распределение толщины льда по ширине реки.

Следует также отметить, что в ряде случаев данные о средней толщине льда, приводимые в ведомостях измеренных расходов, весьма сомнительны (ниже об этом будет сказано более подробно).

Вообще же подсчет стока по зимним кривым  $Q = f(H)$  может быть проведен только для больших рек, где вследствие значительных глубин изменение толщины ледяного покрова уже не оказывает существенного влияния на пропускную способность русла и то лишь для периодов с относительно постоянной шероховатостью нижней поверхности льда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флерова, Р. А. Основные методы подсчета зимнего стока рек / Р. А. Флерова // Исследования рек СССР. Вып. VII. – М. : ГИИ, 1935.
2. Чеботарев, Н. П. Сток и гидрологические расчеты / Н. П. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1939.
3. Эрвольдер, В. О зимнем переходном коэффициенте / В. Эрвольдер // Метеорология и гидрология. – 1937. – № 1.
4. Федоров, Ф. С. Учет стока рек при ледоставе / Ф. С. Федоров // Гидротехническое строительство. – 1933. – № 7.
5. Быдин, Ф. И. Расчетный график и учет по нему зимних расходов / Ф. И. Быдин // Вестник ирригации. – 1930. – № 4.
6. Гуревич, М. И. Соображения о методике прогнозов зимних расходов равнинных рек / М. И. Гуревич // Труды ГГИ. – 1940. – Вып. 10.

#### REFERENCES

1. Flerova, R. A. Basic methods of calculation of the winter river flow / R. A. Flerova // Studies of the rivers of the USSR. Vol. VII. – M. : GGI, 1935.
2. Chebotarev, N. P. Runoff and hydrological calculations / N. P. Chebotarev. – L. : Gidrometeoizdat, 1939.
1. Ervolder, V. Century About winter transition coefficient / V. Ervolder // Meteorology and hydrology. – 1937. – № 1.
2. Fedorov, F. S. Accounting river runoff during freeze-up // F. S. Fedorov // Hydrotechnical construction. – 1933. – № 7.
3. Bidden, F. I. The Estimated schedule and accounting on it winter races. Moves / F. I. Bidden // Bulletin of irrigation. – 1930. – № 4.
4. Gurevich, M. I. Considerations about the methods of forecasts winter expenditure lowland rivers / M. I. Gurevich // Proceedings of GGI. – 1940. – Vol. 10.

*Материал поступил в редакцию 27.05.14.*

### TO THE METHOD OF CALCULATION OF THE WINTER MODE OF THE LOWER REACH OF THE SYR-DARYA RIVER

**G.A. Shonbaeva**, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Coordination of Scientific Researches, Department of Water Economy and Land Management  
The Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kazakhstan

***Abstract.** In the article various methods of calculation of the winter drain, based on use of supervision over water levels are considered. The short description of these approaches and their feature, advantages and shortcomings for practical application is given. To calculation of a drain of the Syr-Darya River in Kyzylord it is applied the method of creation of winter curves of  $Q = f(H)$ . It was carried out as follows: all expenses shared on two groups – mashing or ice dam (expenses at broken or very thin ice) and normal (at the established ice cover). Such differentiation of curve expenses specifies dependences of  $Q = f(H)$  for the second half of winter.*

***Keywords:** ice regime, asperity, water-level, new-snow ice, freeze-up, Shardarinsky reservoir.*