

УДК 556.18

А.А. МАКАРЕВИЧ

**ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ**

Белорусский государственный университет

г. Минск, Республика Беларусь,

al.al.makarevich@gmail.com

В статье рассматриваются методы статистической обработки гидрометеорологической информации в целях оценки естественных и антропогенных изменений водных ресурсов Беларуси.

Водные ресурсы являются одним из важнейших видов природных ресурсов и ключевых элементов устойчивого развития, имеющим огромное значение для его социальных,

экономических и экологических аспектов. Основной и наиболее ценной частью ресурсов поверхностных вод является постоянно возобновляемый речной сток. На формирование ресурсов речного стока оказывают влияние естественные и антропогенные факторы, различающиеся характером и последствиями своего влияния.

Как показали расчеты, выполненные автором [2] и представленные в таблице 1, в Беларуси в средний по водности год общие ресурсы речного стока (исключая антропогенные факторы) составляют 57,9 км³ в год. Из них 34,0 км³/год формируется в пределах республики (местный сток). Трансграничный приток воды с территории соседних государств (Россия, Украина) равен 23,9 км³/год. Наибольший объем речного стока формируется в бассейне Днепра и Западной Двины, наименьший – в бассейне Западного Буга.

Таблица 1 – Ресурсы речного стока Республики Беларусь [2]

Бассейн реки	Речной сток, км ³ /год					
	Местный			Общий		
	средне-много-летний	обеспеченностью		средне-много-летний	обеспеченностью	
		75 %	95 %		75 %	95 %
Западная Двина (включая Ловать)	6,8	5,5	4,3	13,9	11,3	8,6
Неман (исключая Вилию)	6,6	5,9	5,2	6,7	6,0	5,3
Вилия	2,3	2,0	1,8	2,3	2,0	1,8
Западный Буг (включая Нарев)	1,4	1,1	0,8	3,1	2,3	1,7
Днепр (исключая Припять), в том числе:	11,3	9,4	7,6	18,9	15,7	12,8
Березина, в том числе:	4,5	3,9	3,3	4,5	3,9	3,3
Свислочь	1,1	1,0	0,9	1,1	1,0	0,9
Сож	3,0	2,5	2,0	6,4	5,2	4,3
Припять	5,6	4,4	3,1	13,0	10,1	7,0
Всего	34,0	28,3	22,8	57,9	47,4	37,2

Анализ гидрологической информации по рекам Беларуси за период инструментальных наблюдений, выполненный в [1], позволил выявить общие закономерности изменений годового стока основных и малых рек Беларуси. Главной задачей в исследовании водных ресурсов на нынешнем этапе является комплексная оценка их современного состояния с учетом природных и антропогенных факторов, а также наметившейся тенденции к изменению стока, обусловленному глобальным изменением климата [3].

Интегральная количественная оценка речного стока должна выполняться путем специальной обработки данных гидрометрических наблюдений. Ее назначение: а) доказать, что принимаемый в расчет массив данных отвечает природному состоянию объекта и характеризует репрезентативный период с точки зрения закономерностей многолетних колебаний стока; б) выделить ту часть данных, которая содержит в себе антропогенную составляющую; в) исключить эту составляющую, то есть восстановить естественный сток; г) установить причины искажений в стоке и увязать их с параметрами хозяйственной деятельности на водосборах и в руслах рек, а также с изменениями климата.

Для объективной оценки величины водных ресурсов и их изменений в данных гидрометрических наблюдений необходимо определять указанные составляющие по следующему уравнению:

$$Q_{\text{ест}} = Q_{\text{изм}} \pm \Delta Q_1 \pm \Delta Q_2 \pm \Delta Q_3,$$

где $Q_{\text{ест}}$ – сток, который наблюдался бы в данном створе в условиях стационарного процесса (без аperiodических колебаний и антропогенных трендов и изменений); $Q_{\text{изм}}$ – измеренный (фактический) сток за рассматриваемый период времени; ΔQ_1 – естественные колебания стока, обусловленные аperiodическими колебаниями климата; ΔQ_2 – антропогенные изменения в стоке, вызванные изменением климата; ΔQ_3 – комплексная оценка влияния на сток хозяйственной деятельности.

Сложность практического использования уравнения связана с погрешностями определения и неопределенностью ее составляющих. Так, измеренный сток $Q_{\text{изм}}$ может отражать ошибки определения расхода воды. Величина ΔQ_1 обычно выступает в качестве поправки к средней величине стока за период исходя из его многолетней нормы. Величина ΔQ_2 может быть выявлена по данным наблюдений, если элемент ΔQ_3 отсутствует. Другим способом ее оценки может быть региональная модель типа «осадки, температура — сток», когда изменения климата считаются известными.

Элементы ΔQ_1 и ΔQ_2 по своему существу аналогичны. Но если естественные колебания климата и вызванные этим колебания в стоке по территории отчетливо асинхронны, то антропогенные воздействия имеют более универсальный и однонаправленный характер для большой территории. Это открывает возможность разделения их вклада. Наконец, элемент ΔQ_3 отражает совокупное (в том числе разнонаправленное, компенсационное) влияние на сток хозяйственной деятельности. Сложнее выявить влияние на речной сток преобразования поверхности водосборов, но и эта задача, в принципе, разрешима.

Ввиду пока малого распространения инструментальных наблюдений за водопользованием и других объективно существующих причин, определение величины ΔQ_3 связано с большими погрешностями, результирующее значение которых отражает вклад ошибок всех составляющих водохозяйственного баланса. Упрощенной оценкой значимости данного элемента служит отношение $\Delta Q_3/Q_{\text{изм}}$. Если оно не превышает 1–3 %, эта величина без потери точности является несущественной. В противном случае требуется развернутый анализ достоверности составляющих и исключение элемента ΔQ_3 путем восстановления стока по данному фактору.

Априори необходимость решения приведенного выше уравнения обосновывается анализом однородности исходного ряда гидрометрических наблюдений графическими и статистическими методами. В случае нарушения однородности выявляется дата перелома во временном ходе процесса стока, причины и параметры изменения во времени антропогенных факторов, которые могли его вызвать. Подробный анализ антропогенных причин, являющихся следствием различных видов хозяйственной деятельности, выполнен в [4].

Таким образом, общая схема анализа исходной информации, используемой при уточнении и оценке ресурсов речного стока Беларуси, должна включать:

- сопоставление гидрометрических данных с климатическими характеристиками и данными о хозяйственной деятельности в руслах рек и на водосборах;
- выявление причин произошедших нарушений по преобладающим факторам антропогенного и климатического воздействия;
- оценку достоверности полученных результатов.

Проблема оценки влияния хозяйственной деятельности и изменений климата на речной сток остается весьма актуальной. Во многом это объясняется преобладанием

формальных статистических подходов, отсутствием надежных теоретических водно-балансовых схем, а также слабой изученностью механизма взаимосвязи природных и хозяйственных звеньев круговорота воды в пределах речных бассейнов.

Список литературы

1 Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси и адаптация к изменению климата / А.А. Волчек. – Шестое национальное сообщение по осуществлению Рамочной конвенции об изменении климата в контексте региональных проблем устойчивого развития Республики Беларусь // Материалы междунар. семинара. 5–6 ноября 2014 года. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2014. – С. 22–34.

2 Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1996 год) / Минприроды Республики Беларусь. – Минск, 1997. – 158 с.

3 Логинов, В.Ф. Изменения глобального и регионального климата, их возможные причины и последствия / В.Ф. Логинов. – Шестое национальное сообщение по осуществлению Рамочной конвенции об изменении климата в контексте региональных проблем устойчивого развития Республики Беларусь // Материалы междунар. семинара. 5–6 ноября 2014 года. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2014. – С. 3–22.

4 Плужников, В.Н. Оценка и прогноз ресурсов поверхностных вод и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности / В.Н. Плужников, А.А. Макаревич, Е.Е. Петлицкий // Минприроды Республики Беларусь, ЦНИИКИВР. – Минск, 1995. – 93 с.

A.A. MAKAREVICH

ESTIMATE OF NATURAL AND ANTROPOGENIC CHANGES OF WATER RESOURCES OF BELARUS

The article considers methods of statistical processing of hydrometeorological information for estimate of natural and antropogenic changes of water resources of Belarus.