

УДК 5566.18

**А.А. ВОЛЧЕК, Ая.А. ВОЛЧЕК, Н.Н. ШЕШКО**

Беларуь, Брест, Брестский государственный технический университет

E-mail: Volchak@tut.by, VolchekAn@rambler.ru, Optimum@tut.by

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЕЛИЧИНЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА АНТРОПОГЕННО  
НАГРУЖЕННЫХ РЕК БЕЛАРУСИ**

Водопотребление Республики Беларусь из поверхностных источников составляет более 40 % от общего объема [1]. Основными водопотребителями являются промышленность, рыбное и прудовое хозяйство, орошение. В условиях пересмотра природоохранной идеологии требуется всесторонняя оценка предельно допустимой нагрузки на водотоки, что усложняется современным изменением климата.

Река является природным объектом, ее геосистема формировалась продолжительный период времени, за который соотношение количества и разнообразности биологических видов стало оптимальным. Изменения внутригодового стока может привести к дисбалансу биоразнообразия. Предельный объем изъятия водных ресурсов принято определять на основе экологического стока.

Экологический сток представляет собой минимальную величину речного стока постоянного или переменного в течение года. В общем случае, как указывалось в работах [2, 6], экологически допустимый сток должен учитывать следующие факторы:

**объем, необходимый для нормального развития гидробионтов.** В этом случае требуется сохранять скорости течения воды в диапазоне: 0,25...0,6 м/с (0,25 м/с – нижний предел скоростного режима, при котором начинается бурное развитие фитопланктона) при глубине потока не менее 0,1...3 м [3; 4]. Важным периодом с точки зрения средообразующих функций являются меженные периоды лета и зимы;

**выполнение рекой ее природных функций.** Речная сеть транспортирует вещества и энергию, таким образом, перераспределяя их во времени и в пространстве;

**внутригодовую изменчивость стока.** Наличие изменчивости стока реки в течение года поддерживает естественную цикличность в развитии биологических видов;

**изменчивость стока по годам.** Как и внутригодовая изменчивость, колебания объемов стока по годам позволяют обогащать пойменную часть водотока питательными веществами. Одновременно затопление уничтожает гидрофобные растения, заселяющие пойму за маловодный период.

В период активного развития промышленного производства прошлого века использовалось понятие минимального стока. Однако оно в большей степени было направлено на учет потребности человека в водных ресурсах. Кроме того, минимальное количество воды, поступающей в нижний бьеф, было связано с наличием водопотребителей ниже по течению реки. Естественно, с учетом современного мировоззрения такие предпосылки к оценке минимального стока являются неприемлемыми.

В настоящее время разработаны способы оценки величины экологического стока, которые условно объединены в четыре группы [6].

**Способ минимальных расходов.** Как указывается в работе [2], размер экологического стока принимается равным минимальному среднемесячному стоку  $P = 95 \%$ . Кроме того, исходя из рекомендаций [3; 4], объем экологического стока принимается в зависимости от вариации годового стока реки (таблица 1). Учитывая класс, определяется экологический сток как доля от расчетной величины [3].

Таблица 1 – Определение экологического стока

| Способ градации         | Размер экологического стока | Способ градации | Размер экологического стока                              |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|
| $C_v < 0,25$            | Минимальный месячный сток   | Ручьи           | 3 % от минимального суточного стока                      |
| $C_v = 0,25 \dots 0,40$ | Минимальный меженный сток   | Малые реки      | 20 % от минимального суточного стока                     |
| $C_v > 0,40$            | Минимальный годовой сток    | Средние реки    | 75 % от минимального месячного стока 95 % обеспеченности |

В Беларуси размер экологического стока принимается как 75 % от минимального месячного стока  $P = 95 \%$ . В Украине оценка экологического стока производится по формуле

$$Q_{\text{эко}} = K \cdot Q_{\text{мин. мес.}}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от класса реки и среднеемноголетнего её стока (таблица 2).

Таблица 2 – Определение коэффициента пропорциональности

| Размер водотока      | Среднеголетний сток,<br>м <sup>3</sup> /с | $\kappa$ |
|----------------------|-------------------------------------------|----------|
| Ручьи и малые реки   | Менее 10                                  | 0,3      |
| Малые и средние реки | 10...50                                   | 0,35     |
| Средние реки         | 50...200                                  | 0,4      |
| Крупные реки         | более 200                                 | 0,45     |

В Швейцарии величина экологического стока регламентирована размером площади водосбора [7], а точнее минимальным экологическим модулем стока

$$Q_{\text{эко}} = A \cdot q_{\text{эко}} \quad (2)$$

где  $q_{\text{эко}}$  – минимальный модуль стока, принимаемый равным 1 л/с на 1 км<sup>2</sup>,  
 $A$  – площадь водосбора реки, км<sup>2</sup>.

Данный подход не в полной мере соответствует выше перечисленным требованиям, потому что не учитывает внутригодовую изменчивость стока, многолетние циклы водности и в большинстве случаев не достигается минимальная скорость течения воды.

*Способ натурных исследований.* Применение данного способа основано на выполнении полевых или лабораторных исследований, применяется для важных с экологической точки зрения объектов. Сложность реализации его связана со значительными экономическими затратами, а также необходимостью проведения продолжительных непрерывных наблюдений. В настоящее время широкое распространение получили автономные автоматизированные пункты гидрологического мониторинга, накапливающие всю необходимую информацию для достоверной оценки размеров экологического стока, реализуя все требования, предъявляемые к величине экологически обоснованного минимального стока реки.

Однако, как и в иных отраслях народного хозяйства, остается проблема оценки предельных антропогенных нагрузок (объемов и режима сброса сточных вод, их химического состава), обеспечивающих условия существования и развития геоценозов. Причем предельные экологически обоснованные характеристики водотока в каждом отдельном случае будут своими. Так, с точки зрения условий рыбного хозяйства, ключевым фактором будет являться количество кислорода, растворенного в воде.

*Способ повышения обеспеченности.* Данный способ подразумевает выделение нижнего и верхнего предела изменения стока, практически встречающегося на реальной реке [5]. Суть метода заключается в установлении нижнего предела экологически допустимого стока на уровне месячных расходов для года  $P = 99 \%$ , т.к. эти условия являются предельными с точки зрения природопользования. В большинстве случаев при  $P > 90 \%$  на реках Беларуси в основном не наблюдается затопления пойменной части.

В качестве верхнего предела принимается расход 50 % обеспеченности. В этих условиях формируется нормальный режим обмена веществом и энергией в пределах геосистемы река – пойма. Как указано в [5–7], наибольшая продуктив-

ность речных и пойменных экосистем наблюдается при  $P = 40 \dots 60 \%$ . Исходя из этого, можно предположить, что среднегодовой расход воды 50 % обеспеченности соответствует первой основной функции экологического стока.

Определение параметров функции распределения экологического стока основывается на переносе обеспеченности среднегодового стока к заранее определенным обеспеченностям. Предполагается, что экологический сток  $P = 95 \%$  соответствует среднегодовому стоку  $P = 99 \%$ , а экологический сток  $P = 25 \%$  принимается равным стоку  $P = 50 \%$ . Имея две точки кривой функции распределения случайной величины можно подобрать ее параметры, однако данный подход ограничивает диапазон применяемых теоретических кривых распределений. Кроме того, применение перехода  $95 \% \rightarrow 99 \%$  и  $50 \% \rightarrow 25 \%$  видится достаточно субъективным и не всегда может быть использовано в качестве проектного либо директивного. В условиях Беларуси, где составление водохозяйственного баланса наделено в основном на малые и средние реки, применение этого метода не всегда эффективно и обоснованно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлович, Н. Питьевые подземные воды: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс] / Н. Павлович // Стр-во и недвижимость. – 2004. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/22/sn42212.html>. – Дата доступа: 24.04.2015.
2. Владимиров, А. М. Принцип оценки экологического стока рек // Вопр. экологии и гидр. расчеты / А. М. Владимиров, Ф. А. Имамов. – СПб. : Изд-во Рос. гидромет. ин-та, 1994.
3. Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов. – Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2002.
4. Ладынина, Н. В. Определение резервируемого стока малых рек Молдавии / Н. В. Ладынина // Рациональное использование поверхностных и подземных вод. – М., 1986.
5. Фашевский, Б. В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока / Б. В. Фашевский. – Минск : БелНИИТИ, 1989. – 186 с.
6. Маркин, В. Н. Внутригодовое распределение экологического стока малых рек / В. Н. Маркин // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России : сб. науч. тр. – М. : МГУП, 2005.
7. Маркин, В. Н. Определение экологически допустимого воздействия на малые реки [Электронный ресурс] // В. Н. Маркин // Оценка экологически допустимого воздействия на малые реки. – 2005. – Режим доступа: <http://www.msuee.ru/kmirz/Htmls4/Markin/DopVozd.htm>. – Дата доступа: 04.05.2005.